



**STRATEGI PELESTARIAN SUNGAI ALISTA
MENGUNAKAN INDIKATOR BIOLOGI
(MAKROINVERTEBRATA)
DI DESA SELOREJO KECAMATAN DAU
KABUPATEN MALANG**

**TESIS
UNTUK MEMENUHI PERSYARATAN
MEMPEROLEH GELAR MAGISTER**

OLEH :

**MAYA PERTIWI
1661050101111005**

**PENGELOLAAN SUMBERDAYA LINGKUNGAN DAN
PEMBANGUNAN
PASCASARJANA
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

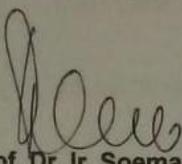
TESIS

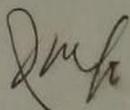
**STRATEGI PELESTARIAN SUNGAI ALISTA
MENGUNAKAN INDIKATOR BIOLOGI
(MAKROINVERTEBRATA)
DI DESA SELOREJO KECAMATAN DAU
KABUPATEN MALANG**

**OLEH:
MAYA PERTIWI
NIM: 166150101111005**

**Telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 13 Juli 2018
dan dinyatakan memenuhi syarat**

Komisi Pembimbing


**Prof. Dr. Ir. Soemarno, MS
Pembimbing 1**


**Dr. Ir. Mulyanto, M. Si
Pembimbing 2**

Malang, 13 Juli 2018

PASCASARJANA
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
Direktur


**Prof. Dr. Abdul Hakim, M.Si
NIP. 196102021985031006**



IDENTITAS TIM PENGUJI TESIS

Judul Tesis : Strategi Pelestarian Sungai Alista Menggunakan Indikator Biologi (Makroinvertebrata) di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang

Nama : Maya Pertiwi

NIM : 166150101111005

Program Studi : Pengelolaan Sumber Daya Lingkungan dan Pembangunan

Komisi Pembimbing

Ketua : Prof. Dr. Ir. Soemarno, MS

Anggota : Dr. Ir. Mulyanto, M. Si

Tim Penguji : Dr. Catur Retnaningdyah, M. Si
Defri Yona, S.Pi, M.Sc.stud., D,Sc

Tanggal Ujian : 13 Juli 2018

SK Penguji :

PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah tesis ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila pernyataan di dalam naskah tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiaris, saya bersedia tesis ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (MAGISTER) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 13 Juli 2018



[Signature]
Maya Pertiwi

NIM. 166150101111005



MOTTO

“Belajar dari Benthos untuk dapat pengalaman”

“Hidup seperti Benthos untuk mengenal perbedaan”





HALAMAN PERSEMBAHAN

Untuk Orang Tua dan Keluarga Besar
yang selalu mendoakan dan mendukung penuh



RIWAYAT HIDUP

DATA DIRI

1	Nama Lengkap	: Maya Pertiwi
2	Tempat / Tanggal Lahir	: Surabaya, 1 November 1990
3	Jenis Kelamin	: Perempuan
4	Agama	: Islam
5	Alamat Rumah	: Jl. Gajah Mada Gang 6 No. 11 Batu
6	No. Telp	: 0881 493 7299
7	Email	: maya13pertiwi@gmail.com

PENDIDIKAN

No	TINGKAT	JURUSAN	TAHUN	TEMPAT
1	SD		1997	SDN Wedoro 1 Sidoarjo
2	SMP		2003	SMP N 1 Waru
3	SMA	IPA	2006	SMA MUH 3 Surabaya
4	S-1	Perikanan	2009	Univ. Brawijaya Malang

PENGALAMAN PEKERJAAN

No	RINCIAN	TAHUN
1	Penganalisa di Laboratorium Hidrobiologi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UB	2017

KETERANGAN KELUARGA

NO	NAMA	TEMPAT LAHIR	TANGGAL LAHIR	PEKERJAAN
1	Ir. Alamsyah Sasmito, MS	Batu	11 April 1955	Pengajar
2	Jam'iyatul Hasanah	Surabaya	17 Februari 1965	Ibu Rumah Tangga
3	Annisa Nuzul Hasanah	Surabaya	24 November 1986	Pegawai Pajak
4	Winda Ulfah	Surabaya	20 Agustus 1997	Mahasiswa

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, puji dan syukur dipanjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga tesis dengan judul: “Strategi Pelestarian Sungai Alista Dengan Menggunakan Indikator Biologi (Makroinvertebrata) Di Desa Selorejo Kecamatan Dau Malang” ini dapat terselesaikan dengan baik dan lancar.

Penelitian dan penulisan tesis ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian dari persyaratan guna memperoleh gelar Magister, pada Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan dan Pembangunan Universitas Brawijaya dan merupakan kesempatan berharga sekali untuk menerapkan beberapa teori yang diperoleh selama menempuh pendidikan dalam situasi dunia nyata. Tanpa kesempatan, bimbingan, masukan, serta dukungan semangat dari berbagai pihak, tentunya tesis ini tidak akan terwujud sebagaimana bentuknya saat ini.

Sehubungan dengan selesainya penulisan tesis ini, penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan bantuan, baik moril maupun materil, yaitu:

- (1) Prof. Dr. Ir. Nuhfil Hanani AR., MS., selaku Rektor Universitas Brawijaya;
- (2) Prof. Dr. Abdul Hakim, M.Si., selaku Direktur Pascasarjana Multidisipliner Universitas Brawijaya;
- (3) Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS., selaku Ketua Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan dan Pembangunan
- (4) Prof. Dr. Ir. Soemarno, MS., sebagai ketua komisi pembimbing dengan kesabaran dan keikhlasannya telah meluangkan waktu untuk mengarahkan dan membuka wawasan penulis dalam menyelesaikan tesis ini;
- (5) Dr. Ir. Mulyanto, M.Si., sebagai anggota komisi pembimbing dengan kesabaran dan keikhlasannya telah meluangkan waktu untuk mengarahkan dan membuka wawasan penulis dalam menyelesaikan tesis ini;
- (6) Dr. Catur Retnaningdyah, M.Si dan Defri Yona, S.Pi, M.Sc.stud., D.Sc., sebagai penguji luar komisi atas masukan dan sarannya;

(7) Segenap Dosen pada Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan dan Pembangunan Universitas Brawijaya;

(8) Para Pegawai dan Staf Administrasi pada Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan dan Pembangunan Universitas Brawijaya;

(9) Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan dan Pembangunan Pascasarjana Universitas Brawijaya;

Kepada pihak-pihak lainnya yang tidak mungkin disebutkan satu per satu, juga penulis sampaikan penghargaan dan rasa terima kasih yang tidak terhingga; karena dengan bantuan Bapak dan Ibu semuanya maka tesis ini dapat diselesaikan penulisannya dengan baik.

Kepada Ayahandaku Ir. Alamsyah Sasmito, MS dan Ibundaku Jam'iyatul Hasanah yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan, Kakak dan Adik tercinta Annisa Nuzul Hasanah dan Winda Ulfah, yang telah memberikan doa dan dukungan dalam penyelesaian tesis ini.

Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan Rahmat dan Karunia-Nya kepada kita semua dalam melaksanakan pengabdian bagi kejayaan negara dan bangsa Indonesia yang kita cintai. Amin.

Malang, 13 Juli 2018

Penulis

MAYA PERTIWI

NIM. 166150101111005

RINGKASAN

Maya Pertiwi, NIM: 166150101111005 Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan dan Pembangunan, Pascasarjana Universitas Brawijaya Malang, 13 Juli 2018, **“STRATEGI PELESTARIAN SUNGAI ALISTA MENGGUNAKAN INDIKATOR BIOLOGI (MAKROINVERTEBRATA) DI DESA SELOREJO KECAMATAN DAU MALANG”**, Komisi Pembimbing Prof. Dr. Ir. Soemarno, MS. dan Dr. Ir. Mulyanto, M.Si.

Di Indonesia, keberadaan sungai sangat mudah dijumpai di semua tempat walaupun berbeda jenisnya dan keberadaannya sudah bukan menjadi objek yang asing. Masyarakat Indonesia sendiri sangat dekat sekali dengan sungai, karena setiap waktu masyarakat melakukan berbagai aktifitas di sungai, dan seiring perkembangan pola pikir masyarakat, fungsi sungai tidak lagi dimanfaatkan untuk membantu kehidupan sehari-hari. Meski demikian, di seluruh wilayah, sungai sudah menjadi objek yang penting untuk beraktifitas, seperti mandi, mencuci, hingga untuk mendukung aktifitas pertanian mereka, serta sebagai lapangan pekerjaan untuk para penduduk sebagai penambang batu dan pasir. Dari seluruh aktifitas manusia di sekitar sungai, bisa dipastikan akan menimbulkan pencemaran air yang dapat menurunkan kualitas air sungai.

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan kebutuhannya menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah produksi. Untuk dapat memenuhi kebutuhan, maka otomatis penggunaan sumber daya alam pun juga meningkat, yang pada akhirnya akan menimbulkan beban pada lingkungan seperti turunnya daya lingkungan. Indikator pengukuran kualitas air yang dapat menunjukkan kondisi Sungai Alista ini sangat diperlukan, tidak hanya pengukuran dengan teknik kimia fisika tetapi juga secara biologis. Pemantauan kualitas air dengan menggunakan bioindikator merupakan pelengkap dari keterbatasan pengukuran kimia fisika air. Pemantauan secara biologis dapat dilakukan melalui studi *bioassay* maupun studi *bioassessment*.

Strategi pelestarian sungai menggunakan makroinvertebrata dapat digunakan sebagai tolak ukur pemantauan kualitas air di sungai, mengingat bahwa sungai adalah tempat buangan akhir dari semua aktifitas manusia seperti permukiman, perkebunan, pariwisata, dan penambang batu dan pasir di sekitar aliran Sungai Alista. Makroinvertebrata juga digunakan sebagai bahan uji dalam kualitas air dimana hewan ini sensitif terhadap perubahan kualitas air di sungai.

Dengan mengacu pada latar belakang di atas, maka pentingnya menjaga kelestarian sungai adalah upaya untuk menjaga keberlangsungan ekosistem sungai yang sesuai dengan fungsinya dan agar dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sesuai kebutuhannya. Namun dalam kenyataannya, masyarakat sering memenuhi kebutuhan dengan jumlah berlebihan yang pada akhirnya pengambilan sumber daya alam ikut meningkat. Kesadaran masyarakat ini sangat penting untuk mampu mengendalikan aktifitas manusia yang dilakukan di sekitar sungai, maka dari itu penelitian mengambil judul Strategi Pelestarian Sungai Alista dengan Menggunakan Indikator Biologi (Makroinvertebrata) di Desa Selorejo agar dapat sebagai acuan dan informasi untuk mengendalikan aktifitas manusia di sekitar Sungai Alista.

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu: a). menentukan identifikasi masalah yang akan diamati, b). melakukan studi pendahuluan (survei) untuk menentukan lokasi pengambilan sampel, c). pelaksanaan penelitian lapang dengan pengambilan sampel dan data penelitian, d). menganalisis data yang telah diperoleh dan kemudian melakukan studi pembahasan terhadap data yang telah diperoleh, yang selanjutnya memberikan rekomendasi hasil penelitian.

Berdasarkan hasil perhitungan persepsi masyarakat terhadap pengetahuan, sikap, dan tindakan dalam melestarikan Sungai Alista di Desa Selorejo dengan menggunakan perhitungan skala Likert, didapatkan hasil yang berbeda-beda. Hasil perhitungan pada persepsi masyarakat terhadap pengetahuan didapat skor Likert sebesar 41,81 % dengan kategori cukup. Hasil perhitungan skala Likert terhadap sikap didapat skor sebesar 73,21 % yang artinya baik. Hasil perhitungan skala Likert terhadap tindakan masyarakat didapat skor sebesar 43,78 % yang artinya cukup. Pengamatan dan identifikasi yang dilakukan selama penelitian menunjukkan

makroinvertebrata yang ditemukan di Sungai Alista Kecamatan Dau Kabupaten Malang yaitu berjumlah 28 famili yang anggota dari 10 ordo (Trichoptera, Coleoptera, Diptera, Tricladida, Decapoda, Odonata, Ephemeroptera, Amphipoda, Lepidoptera, Plecoptera) dan 5 kelas (Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Bivalvia, Crustacea). Hasil analisis modifikasi BMWP menunjukkan bahwa status kesehatan Sungai Alista tergolong sangat baik sampai buruk. Dari hasil penelitian di lapang maka direkomendasikan perlu adanya langkah-langkah yang tepat untuk menumbuhkan kesadaran serta partisipasi masyarakat dalam upaya pelestarian Sungai Alista, yaitu membuat bank sampah, tempat pengelolaan limbah pestisida, dan membentuk sebuah kelompok kecil untuk pengawasan dan pelaksanaan penghijauan di sekitar sungai.

Kata Kunci: Persepsi Masyarakat, Makroinvertebrata, SWOT



SUMMARY

Maya Pertiwi, NIM: 166150101111005 Study Program of Environmental Resource Management and Development, Postgraduate of Brawijaya University of Malang, July 13, 2018, "**ALISTA RIVER RESERVATION STRATEGY USING BIOLOGY INDICATOR (MACROINVERTEBRATE) IN SELOREJO VILLAGE DAU MALANG**", Supervising Commission Dr. Ir. Soemarno, MS. and Dr. Ir. Mulyanto, M.Si.

In Indonesia, the existence of rivers is very easy to find in all places although different types and its existence is not a foreign object. Indonesian society itself is very close to the river, because every time people do various activities in the river, and as the development of the mindset of the community, river functions are no longer used to help everyday life. However, throughout the region, the river has become an important object for activities, such as bathing, washing, up to support their agricultural activities, as well as employment for residents as sand and rock miners. Of all human activities around the river, can certainly cause water pollution that can reduce the quality of river water.

As the population increases and their needs lead to an increase in production. To be able to meet the needs, then the automatic use of natural resources was also increased, which in turn will cause a burden on the environment such as the decline in environmental power. Water quality measurement indicators that can show the condition of Alista River is indispensable, not only measurements with physical chemistry techniques but also biologically. Water quality monitoring by using bioindicator is a complement of the limitations of chemical water physics measurement. Biological monitoring can be done through bioassay studies and Bioassessment studies.

The river conservation strategy using macroinvertebrates can be used as a benchmark for monitoring water quality in rivers, considering that rivers are the final disposal of all human activities such as settlements, plantations, tourism, and sandstone miners around the Alista River. Macroinvertebrates are also used as test materials in water quality where these animals are sensitive to changes in water quality in rivers.

With reference to the above background, the importance of maintaining the sustainability of the river is an effort to maintain the sustainability of the river ecosystem in accordance with its function and to be utilized by the community according to their needs. But in reality, people often meet the needs of excessive amounts that ultimately take up natural resources to increase. This community awareness is very important to be able to control human activities conducted around

the river, so the research took the title of Alista River Conservation Strategy by Using Biological Indicators (Macroinvertebrate) in Selorejo Village in order to as a reference and information to control human akitifitas around Alista River .

This research was conducted in several stages: a). determine the identification of the problem to be observed, b). conduct a preliminary survey (survey) to determine the location of sampling, c). conducting field research with sampling and research data, d). analyze the data that has been obtained and then conduct a study of the data that has been obtained, which further provides recommendations of research results.

Based on the result of calculation of society perception to knowledge, attitude, and action in preserving Alista River in Selorejo Village by using Likert scale calculation, got different result. Result of calculation on society perception to knowledge obtained Likert score equal to 41,81% with enough category. Result of Likert scale calculation to attitude got score equal to 73,21% which mean good. Result of Likert scale calculation to society action got score equal to 43,78% which means enough. Observations and identification conducted during the study showed that macroinvertebrates found in the Alista River Dau District Malang Regency are 28 families belonging to 10 orders (Trichoptera, Coleoptera, Diptera, Tricladida, Decapoda, Odonata, Ephemeroptera, Amphipoda, Lepidoptera, Plecoptera) and 5 class (Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Bivalvia, Crustacea). The result of BMWP modification analysis shows that the health status of Alista River is very good until bad. From the results of the research in the field, it is recommended that appropriate measures be taken to foster awareness and participation of the community in the effort to conserve Alista River, which is to make garbage bank, where pesticide waste management, and to form a small group for monitoring and implementation of greening around the river.

Key Words: Public Perception, Macroinvertebrate, SWOT

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan Rahmat, Taufik, dan Hidayah-Nya, sehingga laporan tesis dengan judul “Strategi Pelestarian Sungai Alista Menggunakan Indikator Biologi (Makroinvertebrata) di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang” ini dapat terselesaikan. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan dan Pembangunan pada Pascasarjana Universitas Brawijaya.

Akhirnya penulis menyadari bahwa pengembangan potensi mahasiswa bukan terletak dari dosen pembimbing dan mahasiswa itu sendiri, buku hanya berfungsi sebagai perantara ilmu. Penulis menyadari adanya kekurangan dalam penulisan laporan tesis ini dan semoga bermanfaat untuk pelestarian sungai di Jawa Timur.

Malang, 13 Juli 2018

Maya Pertiwi

DAFTAR ISI

	Hal.
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
IDENTITAS TIM PENGUJI TESIS	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vi
RIWAYAT HIDUP PENULIS	vii
UCAPAN TERIMA KASIH	viii
RINGKASAN	x
SUMMARY	xiii
KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB	
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah Penelitian	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sungai	5
2.2 Makroinvertebrata	5
2.3 Faktor yang Mempengaruhi Makroinvertebrata	6
2.3.1 Kecepatan Arus	6
2.3.2 Substrat Dasar	7
2.3.3 Suhu	8
2.3.4 pH	9
2.3.5 Oksigen Terlarut	10
2.3.6 <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD)	10
2.3.7 <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	11
2.3.8 Kesadahan	12
2.3.9 Amonia	13
2.4 <i>Biological Working Party Monitoring</i> (BMWP)	13
2.5 Persepsi Masyarakat dan Faktor yang Mempengaruhinya	15
2.5 Kerangka Pikir Penelitian	16



III. MATERI DAN METODE PENELITIAN	
3.1 Jenis Penelitian	19
3.2 Konsep dan Variabel Penelitian	19
3.3 Populasi dan Sampel	22
3.4 Teknik Pengumpulan Data	22
3.5 Uji Validitas dan Reliabilitas	24
3.6 Lokasi Penelitian	26
3.7 Analisis Data	29
3.7.1 Metode Analisis Deskriptif	29
3.7.2 Indeks BMWP (<i>Biological Monitoring Working Party</i>)	29
3.7.3 Analisis SWOT	30
IV. DESKRIPSI LOKASI PENELITIAN	
4.1 Deskripsi Lokasi Penelitian	33
4.2 Deskripsi Stasiun Penelitian	34
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1 Indikator Biologi	41
5.1.1 Komunitas Makroinvertebrata	41
5.1.2 Parameter Lingkungan	48
5.1.2.1 Kecepatan Arus	50
5.1.2.2 Substrat	51
5.1.2.3 Suhu	52
5.1.2.4 pH	54
5.1.2.5 Oksigen Terlarut	55
5.1.2.6 Amonia	56
5.1.2.7 Kesadahan	57
5.1.2.8 BOD ₅ (<i>Biological Oxygen Demand</i>)	58
5.1.2.9 COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	60
5.1.3 Indeks BMWP (<i>Biological Monitoring Working Party</i>)	61
5.2 Persepsi Masyarakat	68
5.2.1 Karakteristik Responden	69
5.2.2 Persepsi Masyarakat Terhadap Pengetahuan, Sikap, dan Tindakan	71
5.3 Rumusan Strategi Pelestarian Sungai Alista di Desa Selorejo	73
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan	83
6.2 Saran	84
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN	91

DAFTAR TABEL

No.	Judul Tabel	Hal.
1.1	Tingkat Kesadahan Perairan (Hariyadi <i>et al.</i> , 1992)	12
3.1	Deskripsi Stasiun Pengambilan Sampel	28
3.2	Penentuan Kategori Skor Berdasarkan Kategori Jawaban Responden (Sugiyono, 2008)	29
3.3	Kategori dari Nilai ASPT (Galbrand <i>et al.</i> , 2007)	30
5.1	Hasil Pengukuran Nir Air dan Parameter Kualitas Air Sungai di Sungai Alista	49
5.2	Perbandingan Faktor Abiotik dengan Klasifikasi Baku Mutu Air	49
5.3	Pengelompokkan Sungai Berdasarkan Indeks BMWP	62
5.4	Hasil Perhitungan Indeks BMWP-ASPT pada Stasiun 1	63
5.5	Hasil Perhitungan Indeks BMWP-ASPT pada Stasiun 2	64
5.6	Hasil Perhitungan Indeks BMWP-ASPT pada Stasiun 3	65
5.7	Hasil Perhitungan Indeks BMWP-ASPT pada Stasiun 4	66
5.8	Hasil Perhitungan Indeks BMWP-ASPT pada Stasiun 5	67
5.9	Hasil Perhitungan Indeks BMWP-ASPT pada Stasiun 6	68
5.10	Skor Likert Terhadap Persepsi Masyarakat	71
5.11	Matriks Evaluasi Faktor Internal	75
5.12	Matriks Evaluasi Faktor Eksternal	76
5.13	Matriks SWOT	77

DAFTAR GAMBAR

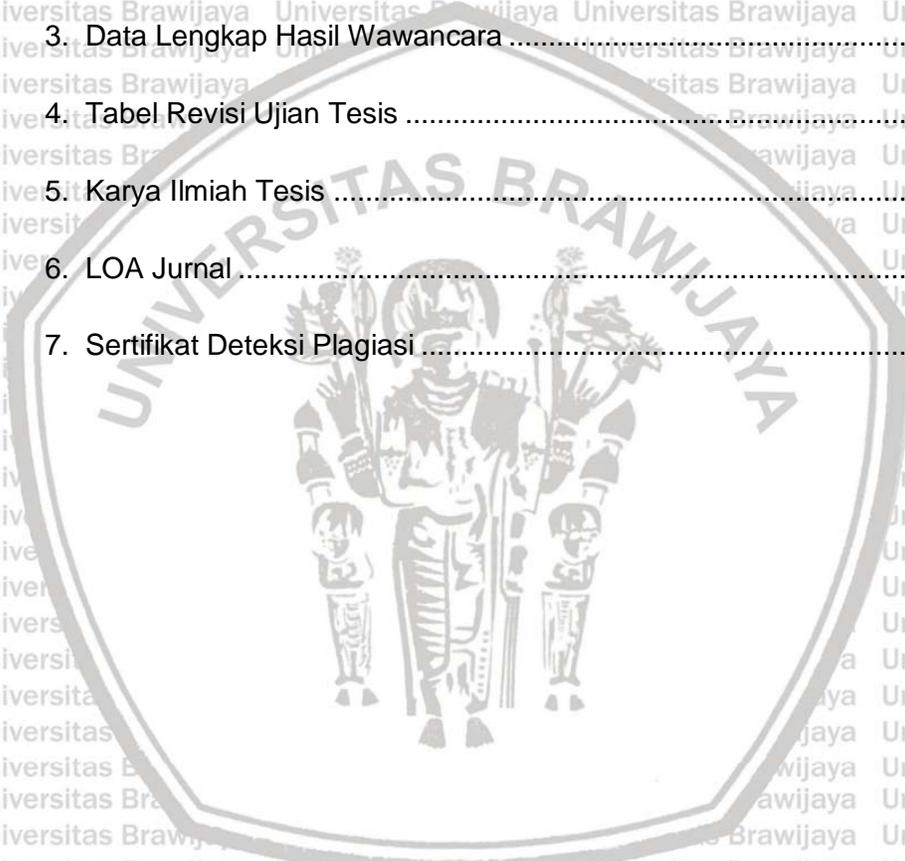
No.	Judul Gambar	Hal.
2.1	Kerangka Pikir Penelitian	18
3.1	Kerangka Konsep Penelitian	20
3.2	Lokasi Penelitian	27
3.3	Posisi Kawasan dalam Metode SWOT	32
4.1	Stasiun 1 (Sungai Alista)	34
4.2	Stasiun 2 (Sungai Alista)	35
4.3	Stasiun 3 (Sungai Gowok)	36
4.4	Stasiun 4 (Sungai Sat)	37
4.5	Stasiun 5 (Sungai Sat)	38
4.6	Stasiun 6 (Sungai Petungsewu)	39
5.1	Kepadatan Makroinvertebrata di Sungai Alista	41
5.2	Kepadatan Relatif Stasiun 1	43
5.3	Kepadatan Relatif Stasiun 2	44
5.4	Kepadatan Relatif Stasiun 3	45
5.5	Kepadatan Relatif Stasiun 4	46
5.6	Kepadatan Relatif Stasiun 5	47
5.7	Kepadatan Relatif Stasiun 6	48
5.8	Kecepatan Arus di Sungai Alista	50
5.9	Suhu di Sungai Alista	52
5.10	Hubungan Suhu dan DO	53
5.11	pH di Sungai Alista	55
5.12	Oksigen Terlarut di Sungai Alista	56

5.13	Amonia di Sungai Alista	57
5.14	Kesadahan di Sungai Alista	58
5.15	BOD ₅ di Sungai Alista	59
5.16	COD di Sungai Alista	61
5.17	Jenis Kelamin Responden	69
5.18	Umur Responden	70
5.19	Kuadran Analisis SWOT	81



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul Lampiran	Hal.
1.	Instrumen Kuisisioner untuk Responden	91
2.	Makroinvertebrata yang Ditemukan	94
3.	Data Lengkap Hasil Wawancara	101
4.	Tabel Revisi Ujian Tesis	104
5.	Karya Ilmiah Tesis	110
6.	LOA Jurnal	115
7.	Sertifikat Deteksi Plagiasi	116



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai adalah aliran air yang mengalir satu arah dari hulu menuju hilir. Ekosistem sungai bersifat terbuka artinya mudah mendapat pengaruh dari daerah sekitarnya yang dapat menyebabkan perubahan terhadap kondisi kualitas air sungai. Di antara komponen ekosistem air tawar, vegetasi adalah komponen yang dibentuk oleh penggunaan lahan manusia. Penggunaan lahan riparian memiliki efek substansial pada habitat akuatik dan komunitas biologis. Berbagai penelitian telah melaporkan bahwa perubahan penggunaan lahan telah mengakibatkan penurunan kualitas air yang signifikan yang telah menyebabkan masalah lingkungan dan ekologis yang serius di sungai (Alemu *et al.*, 2017).

Di Indonesia, keberadaan sungai sangat mudah dijumpai di semua tempat walaupun berbeda jenisnya dan keberadaannya sudah bukan menjadi objek yang asing. Masyarakat sendiri sangat dekat dengan sungai karena setiap waktu masyarakat melakukan berbagai aktifitas di sungai, seperti mandi, mencuci, aktifitas pertanian, rekreasi, serta sebagai tempat untuk penambang batu dan pasir. Dari seluruh aktifitas manusia di sekitar sungai, bisa dipastikan dapat menimbulkan pencemaran air.

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan kebutuhannya menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah produksi. Untuk dapat memenuhi kebutuhan, maka otomatis penggunaan sumber daya alam pun juga meningkat, yang pada akhirnya akan menimbulkan beban pada lingkungan seperti turunnya daya dukung lingkungan. Sebagai contoh menurunnya daya dukung sungai dimana

badan air sungai sering digunakan sebagai media akhir pembuangan limbah dari segala kegiatan manusia (Effendi, 2003).

Berdasarkan PP no. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, atau energi lain ke dalam air akibat kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya.

Sungai Alista merupakan perairan yang sifatnya terbuka. Saat ini Sungai Alista digunakan oleh masyarakat sekitar untuk memenuhi kebutuhan, seperti irigasi, mandi, mencuci dan lain-lain. Adanya kegiatan masyarakat di sekitar Sungai Alista dapat menyebabkan kerusakan pada ekosistem sungai, yaitu mengurangi daya serap air ke dalam tanah dan mempengaruhi perubahan dari kualitas air. Kegiatan penambangan batu dan pasir di sekitar sungai juga merupakan salah satu penyebab kerusakan ekosistem sungai, dimana dapat merubah substrat dasar sungai sebagai tempat habitat dari makroinvertebrata. Oleh karena itu diperlukan adanya indikator biologi yang dapat menunjukkan kondisi yang sebenarnya.

Indikator pengukuran kualitas air yang dapat menunjukkan kondisi Sungai Alista ini sangat diperlukan, tidak hanya pengukuran dengan teknik kimia fisika tetapi juga secara biologis yang disebut dengan studi *Bioassessment*. *Bioassessment* adalah teknik pemantauan polusi dengan melakukan analisis komunitas alami untuk indikator kualitas air. Pendekatan ini didasarkan pada asumsi bahwa perairan yang sehat akan dihuni oleh biota dari berbagai tingkat trofik (Shimba dan Jonah, 2016).

Sungai merupakan salah satu habitat berbagai jenis organisme air termasuk makroinvertebrata yang dapat memberikan gambaran kualitas dari hubungan ekologis yang terdapat di perairan tersebut. Makroinvertebrata bentik adalah

organisme yang hidup di dasar perairan, dan relatif menetap, serta mempunyai siklus hidup yang panjang sehingga dapat digunakan untuk menilai tingkat kesehatan sungai (Sudaryanti, 1998), serta menurut Sudaryanti (1997), beberapa alasan makroinvertebrata dapat dijadikan sebagai indikator biologi antara lain adalah sifat hidupnya menetap, menghuni habitat akuatik dalam spektrum luas, masa hidupnya cukup lama, maksimal 2 tahun, memberikan respon yang berbeda pada kualitas air, dan mudah diidentifikasi.

Dengan mengacu pada permasalahan di atas, maka pentingnya menjaga kelestarian sungai adalah upaya untuk menjaga keberlangsungan ekosistem sungai yang sesuai dengan fungsinya dan agar dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sesuai kebutuhannya. Namun dalam kenyataannya, masyarakat sering memenuhi kebutuhan dengan jumlah berlebihan. Beberapa aktifitas manusia di sepanjang Sungai Alista yaitu kegiatan perkebunan, pariwisata, serta adanya pekerja penambang batu dan pasir. Kesadaran masyarakat sangat penting untuk mengendalikan aktifitas manusia yang ada di sepanjang Sungai Alista, maka dari itu peneliti mengambil judul Strategi Pelestarian Sungai Alista dengan Menggunakan Indikator Biologi (Makroinvertebrata) di Desa Selorejo Kecamatan Dau, yang nantinya akan digunakan sebagai acuan dan informasi untuk mengendalikan aktifitas manusia di sekitar Sungai Alista.

1.2 Perumusan Masalah Penelitian

Adapun permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian strategi pelestarian Sungai Alista dengan menggunakan indikator biologi (makroinvertebrata) di Desa Selorejo Kecamatan Dau ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana kondisi kesehatan Sungai Alista dengan menggunakan indikator biologi (makroinvertebrata) di Desa Selorejo, dengan faktor fisika dan kimia air?
- 2) Bagaimana persepsi masyarakat petani terhadap kondisi sungai dan indikator biologi di Desa Selorejo Kecamatan Dau?
- 3) Bagaimana strategi upaya pelestarian Sungai Alista yang melibatkan masyarakat?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

- 1) Menganalisis kondisi kesehatan Sungai Alista dengan menggunakan indikator biologi (makroinvertebrata) di Desa Selorejo, dengan faktor fisika dan kimia air.
- 2) Menganalisis persepsi masyarakat petani terhadap kondisi sungai dan indikator biologi di Desa Selorejo Kecamatan Dau.
3. Menyusun strategi upaya pelestarian Sungai Alista di Desa Selorejo dengan melibatkan masyarakat.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Memberikan gambaran dan informasi persepsi masyarakat petani di wilayah Desa Selorejo tentang indikator biologi dan upaya pelestarian Sungai Alista di Desa Selorejo.
- 2) Memberikan gambaran dan informasi tentang kondisi kesehatan Sungai Alista di Desa Selorejo.
- 3) Memberikan rekomendasi pengelolaan sungai yang baik, khususnya di sepanjang Sungai Alista.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sungai

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai, sungai adalah alur atau wadah air alami dan/atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis sempadan. Sungai sebagai wadah air mengalir selalu berada di posisi paling rendah dalam lanskap bumi, sehingga kondisi sungai tidak dapat dipisahkan dari kondisi daerah aliran sungai.

Sungai dibagi menjadi 2 zona yaitu: (1) zona yang dingin, dangkal, dasar sungai batuan atau kerikil atau liat (*silty*). Sungai-sungai dataran tinggi (*streams*) ciri-cirinya adalah jernih, aliran air mengalir di atas kerikil yang dangkal (*riffle*) dan (2) bagian yang lebih dalam, umumnya tergenang dan menjadi daerah akumulasi bahan organik debris. Sungai-sungai yang berada di dataran rendah (*river*) adalah berlumpur, lebih lebar dan lebih dalam, umumnya tidak mempunyai *riffle* (Sudaryanti, 1997).

2.2 Makroinvertebrata

Menurut Mulyanto (1995), makroinvertebrata adalah komunitas organisme yang hidup di substrat dasar perairan sungai, danau, estuari atau laut, dapat membentuk kotak, tabung atau jaring, hidup menempel pada substrat atau di dalam substrat, membuat liang, merayap bebas di atas batu, bahan organik atau substrat lainnya, selama hidup atau sebagian fase dari siklus hidupnya. Makroinvertebrata yang hidup di sungai mewakili hampir tiap grup taksonomi hewan yang ada di air tawar.

Komunitas ini umumnya merupakan larva serangga pada tahapan akuatik dan

merupakan makanan ikan. Organisme tersebut antara lain dari ordo Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Megaloptera dan Diptera.

Menurut Metcalfe-Smith dalam Sudaryanti (2000), keuntungan menggunakan makroinvertebrata:

- 1) Komunitas makroinvertebrata mempunyai kepekaan yang berbeda terhadap berbagai tipe pencemaran dan mempunyai reaksi yang cepat.
- 2) Ditemukan melimpah di perairan, terutama di ekosistem sungai, dipengaruhi oleh berbagai tipe polutan yang ada.
- 3) Mempunyai keanekaragaman yang tinggi, dan mempunyai respon terhadap perubahan kualitas air.
- 4) Hidup di dasar perairan.
- 5) Mempunyai siklus hidup yang panjang.

2.3 Faktor yang Mempengaruhi Makroinvertebrata

2.3.1 Kecepatan Arus

Menurut Barus (2002), arus air adalah faktor yang mempunyai peranan sangat penting baik pada perairan mengalir maupun menggenang. Hal ini berhubungan dengan penyebaran organisme, gas-gas terlarut dan mineral yang terdapat dalam air. Arus terutama berfungsi dalam pengangkutan energi panas dan substansi yang terdapat dalam air. Menurut Hynes (1972), untuk beradaptasi pada kecepatan arus yang tinggi maka makroinvertebrata mempunyai bentuk adaptasi yang khusus antara lain: bentuk tubuh yang datar dan lurus, memiliki pengait pada permukaan yang licin, mempunyai bentuk yang kecil, sekresi cairan yang lengket untuk melekat pada batuan dan memiliki pemberat yaitu dengan membuat sarang dari pasir dan batuan.

Perairan dengan kecepatan arus sedang dan cepat cenderung memiliki dasar perairan berlumpur dan berpasir. Arus yang cepat dapat mengangkut bahan-bahan pencemar seperti partikel-partikel lumpur dengan segera terbawa bersama arus dan begitu juga sebaliknya apabila perairan yang kecepatan arusnya lambat dasar perairannya cenderung berlumpur (Johan dan Edimarwan, 2011). Menurut Gianina (2013), contoh makroinvertebrata yang hidup di arus cepat (45,45 cm/detik) adalah Physidae, Lymnaeidae, Planorbidae, Chironominae, Prostoma, Hydrosychidae, dan Tanypodinae.

Menurut Welch (1980), bahwa kecepatan arus dapat dibagi menjadi lima kategori yaitu:

- 1) Kecepatan arus lebih dari 1 m/detik tergolong berarus sangat cepat
- 2) Kecepatan arus 0,5 – 1 m/detik tergolong berarus cepat
- 3) Kecepatan arus 0,25 – 0,5 m/detik tergolong berarus sedang
- 4) Kecepatan arus 0,1 – 0,25 m/detik tergolong berarus lemah
- 5) Kecepatan arus lebih kecil dari 0,1 m/detik tergolong berarus sangat lemah

2.3.2 Substrat Dasar

Menurut Michael (1984), substrat dasar merupakan faktor utama yang sangat mempengaruhi kehidupan, perkembangan dan keanekaragaman zoobenthos, sedangkan menurut Zulkifli dan Setiawan (2011), adaptasi terhadap substrat akan menentukan morfologi, cara makan, daya tahan dan adaptasi fisiologis organisme benthos. Beberapa taksa makroinvertebrata, seperti *Drunella* dan *Baetiella*, sering menghuni permukaan batu dan menempati ruang yang terbentuk di bawah substrat partikel seperti batu kerikil (Gomi *et al.*, 2010).

Substrat dasar perairan atau sedimen penyusun dasar sungai memiliki ukuran yang bervariasi. Secara umum, sedimen dasar sungai dapat diklasifikasikan menjadi: batu kali (*bedrock*), bulder (*boulder*), kobel (*cobble*), pebel (*pebble*), kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lumpur (*silt*), dan tanah liat (*clay*) (Effendi, 2003). Menurut Septiani (2011), bervariasinya substrat dikarenakan kecepatan arus yang juga cukup bervariasi dari sedang sampai cepat.

Kelas Crustacea dan Gastropoda merupakan kelompok fauna benthik yang mempunyai penyebaran yang luas. Kelompok Crustacea mempunyai kisaran hidup yang luas dari habitat yang berlumpur sampai perairan bersih dan kelompok Gastropoda memiliki tipe pemakan deposit (*deposit feeder*) di permukaan lumpur (Zulkifli dan Setiawan, 2011).

2.3.3 Suhu

Menurut Effendi (2003), suhu air mempunyai peranan penting dalam mengatur kehidupan biota perairan, terutama dalam proses metabolisme. Kenaikan suhu menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen, namun dipihak lain akan mengakibatkan turunnya kelarutan oksigen dalam air. Oleh karena itu, pada kondisi tersebut organisme akuatik seringkali tidak mampu memenuhi kadar oksigen terlarut untuk keperluan proses metabolisme dan respirasi.

Menurut Barus (2002), suhu di sungai akan berfluktuasi mengikuti aliran air mulai dari hulu menuju ke arah hilir/muara. Secara umum dapat dijelaskan bahwa daerah hulu mempunyai fluktuasi suhu tahunan yang paling kecil, kemudian sepanjang aliran sungai fluktuasi suhu tahunan akan semakin besar dan mencapai maksimum di daerah hilir.

Kenaikan suhu dalam kisaran 0 – 25 °C tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah total komposisi spesies dan periode kemunculan Tricoptera, Ephemeroptera, Megaloptera dan Gammarus, jika > 25 °C, Oligochaeta, Chironomus, Chaoborus mulai meningkat (Hellawell, 1986; Hynes, 1970 dalam Mulyanto, 1995).

2.3.4 pH

Menurut Kordi dan Tancung (2005), derajat keasaman lebih dikenal dengan istilah pH. pH (singkatan dari *puissance negative de H*), yaitu logaritma dari kepekatan ion-ion H (hidrogen) yang terlepas dalam suatu larutan. Derajat keasaman atau pH air menunjukkan aktivitas ion hidrogen dalam larutan tersebut dan dinyatakan sebagai konsentrasi ion hidrogen (dalam mol per liter) pada suhu tertentu atau dapat ditulis : $\text{pH} = -\log (\text{H})^+$.

Menurut Barus (2002), bahwa kondisi perairan yang bersifat sangat asam maupun sangat basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi. Kenaikan pH di atas netral akan meningkatkan konsentrasi amonia yang juga bersifat sangat toksik bagi perairan.

Tingkat pH rendah menyebabkan gangguan metabolisme pada organisme di sungai dan danau karena beberapa organisme akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan beberapa dari mereka tidak mampu bertahan (Martinez dan Galera, 2011).

Menurut Andriana (2008), Gastropoda lebih banyak ditemukan pada perairan dengan pH di atas 7, dan kelompok Insekta (Coleoptera dan Diptera) banyak ditemukan pada kisaran pH 4,5 – 8,5.

2.3.5 Oksigen Terlarut

Menurut (Martinez dan Galera, 2011), pengaruh oksigen terlarut terhadap fisiologis organisme air terutama adalah dalam proses respirasi. Berbeda dengan faktor temperatur yang mempunyai pengaruh yang merata terhadap fisiologis semua organisme air, konsentrasi oksigen terlarut dalam air hanya berpengaruh nyata pada organisme air yang memang membutuhkan oksigen terlarut untuk respirasinya.

Oksigen terlarut diperlukan untuk kelangsungan hidup organisme akuatik.

Kadar oksigen terlarut juga berfluktuasi secara harian (*diurnal*) dan musiman, tergantung pada pencampuran (*mixing*) dan pergerakan (*turbulence*) massa air, aktivitas fotosintesis tumbuhan, respirasi, dan limbah (*effluent*) yang masuk ke dalam badan air (Effendi, 2003). Menurut Mulyanto (1995), berdasarkan kandungan oksigen terlarut kualitas perairan dapat digolongkan menjadi sangat baik dengan oksigen terlarut 8 mg/l, baik 6 mg/l, kritis 4 mg/l, buruk 2 mg/l, dan sangat buruk < 2 mg/l.

2.3.6 *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Menurut Hariyadi *et. al.*, (1992), BOD adalah banyaknya jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di dalam proses dekomposisi (penguraian bahan organik yang dilakukan oleh bakteri). BOD menggambarkan suatu proses oksidasi bahan organik oleh mikroorganisme yang terjadi di dalam badan air. Proses dekomposisi bahan organik di suatu perairan tidak terjadi secara langsung, tetapi terjadi secara bertahap, tergantung pada kadar bahan organik yang akan diuraikan (didekomposisi), mungkin hanya sekitar antara 10 – 25% dari bahan organik yang dapat diuraikan pada setiap tahapnya. Oleh karena itu, untuk mencapai \pm 96% bahan organik yang terurai, dibutuhkan waktu yang cukup lama yaitu sekitar 20 hari.

Untuk keperluan pengamatan, waktu tersebut cukup lama sehingga diambil estimasi

standar waktu 5 hari. Pada hari ke-5, diperkirakan sebanyak 75% bahan organik telah terurai oleh bakteri, dan ini cukup memadai sebagai gambaran nilai BOD.

Menurut Jeffries dan Mills (1996 dalam Effendi 2003), perairan alami memiliki nilai BOD antara 0,5 – 7,0 mg/l, serta menurut Rao (1991) dalam Effendi (2003), bahwa perairan yang nilai BOD lebih dari 10 mg/l maka dianggap telah mengalami pencemaran air.

2.3.7 **Chemical Oxygen Demand (COD)**

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh senyawa organik dan anorganik yang teroksidasi di dalam badan air. *Biological Oxygen Demand* (BOD₅) adalah jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh senyawa organik dan anorganik yang teroksidasi oleh kegiatan biologis dalam kondisi tertentu. Keduanya mencerminkan tingkat pencemaran air, dan merupakan indeks komprehensif yang memiliki kandungan organik. Sebagai indeks komprehensif utama dari polusi bahan organik, COD dan BOD₅ sangat berperan penting dalam pengendalian kandungan total polusi yang terdapat di dalam badan air dan sebagai tolak ukur dalam pengelolaan lingkungan air (Yang *et. al.*, 2009).

Chemical Oxygen Demand (COD) digunakan sebagai pengukuran secara tidak langsung dari jumlah bahan organik yang teroksidasi di dalam badan air dan mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik. Air limbah umumnya mengandung senyawa organik, yang bisa teroksidasi dengan adanya zat oksigen terlarut di dalam air. Tingkat oksigen terlarut yang rendah dapat merugikan kehidupan akuatik, oleh karena itu pentingnya mengukur COD sebagai indikator kualitas air (Lawson dan Robertson, 2016).

2.3.8 Kesadahan

Kesadahan (*hardness*) adalah gambaran kation logam divalent (valensi dua).

Kation-kation ini dapat bereaksi dengan sabun (*soap*) membentuk endapan (presipitasi) maupun dengan anion-anion yang terdapat di dalam air membentuk endapan atau karat pada peralatan logam (Effendi, 2003). Menurut Kasiri *et al.*, (2011), kesadahan adalah konsentrasi semua divalent kation dalam air, dan kation Ca^{2+} dan Mg^{2+} paling umum di hampir semua sistem air.

Kesadahan air disebabkan oleh adanya kation-kation Kalsium, Magnesium untuk kesadahan total, dan anion seperti karbonat, bikarbonat untuk kesadahan karbonat (Abdalla dan Scheytt, 2012).

Menurut Hariyadi *et al.*, (1992), kesadahan pada dasarnya menggambarkan kandungan Ca^{2+} , Mg^{2+} dan ion-ion logam polivalen lainnya seperti : Al^{3+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Sr^{2+} , Zn^{2+} dan H^+ yang terlarut dalam air. Tapi karena banyaknya Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang biasa terdapat dalam perairan alami dalam jumlah besar sedangkan ion-ion yang lain tidak (dapat diabaikan) maka kesadahan dapat dianggap hanya menggambarkan kandungan Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Tingkat kesadahan perairan disajikan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Tingkat Kesadahan Perairan

Kesadahan	Tingkatan
0 – 75 ppm	Rendah (“soft”)
75 – 150 ppm	Moderat (“moderately hard”)
150 – 300 ppm	Sadah (“Hard”)
300 ppm	Sangat sadah (“very hard”)

Sumber: Metoda Analisa Kualitas Air. Hariyadi. 1992

2.3.9 Amonia

Amonia di perairan pada umumnya berasal dari hasil penguraian sisa bahan organik dan hasil samping dari metabolisme ikan. Semakin tinggi bahan organik di perairan maka konsentrasi amonia juga semakin tinggi (Makmur *et al.*, 2012).

Menurut Amalia (2010), kandungan amonia terendah yaitu 0,18 mg/l, hal tersebut disebabkan minimnya aktifitas manusia, yaitu hanya mendapatkan masukan dari aliran buangan limbah pertanian. Kandungan amonia tertinggi yaitu 0,52 mg/l yang disebabkan terpengaruh oleh aktivitas pertanian yang menghasilkan limbah pertanian yaitu pupuk organik (urea) yang merupakan sumber nitrogen organik yang apabila terdekomposisi akan menghasilkan amonia, selain itu pada juga terdapat masukan lain berupa kotoran hewan sejenis kerbau yang terapung di air yang turut memberikan kontribusi terhadap penambahan amonia yang berasal dari dekomposisi bahan organik oleh bakteri.

2.4 *Biological Monitoring Working Party* (BMWP)

Standard penilaian indikator biologi dalam kualitas air yang digunakan di Eropa adalah indeks BMWP (*Biological Monitoring Working Party*), berdasarkan pada kumpulan makroinvertebrata. Indeks ini dirancang untuk memungkinkan dalam pengumpulan data yang berlangsung cepat di lapangan, dan oleh karena itu penilaian kualitas air dan perkembangan masalah sama cepatnya. Setiap taksa yang diambil dalam sampel harus diidentifikasi, biasanya sampai pada tingkat *family*, dan diberi nilai setiap *family* (dari nilai 1 hingga 10) berdasarkan toleransi yang telah diketahui terhadap tekanan oksigen. Skor individu untuk setiap taksa kemudian dijumlahkan untuk memberikan total skor dari keseluruhan sampel dan didapat nilai BMWP-nya. Batas bawah untuk skor ini adalah 0 (tidak ada organisme), dengan

skor yang lebih tinggi yang artinya meningkatnya kualitas air (Frid dan Dobson, 2013).

Indeks BMWP membuka sistem penilaian umum untuk pemantauan indikator biologi yang dilihat pada jenis habitatnya yang luas pada skala nasional maupun internasional. Karena pemantauan biologis menjadi sangat terintegrasi ke dalam strategi pengelolaan lingkungan dan pengendalian pencemaran, semakin jelas bahwa masalah utama adalah jumlah lokasi yang dipantau dan frekuensi survei mereka adalah sifat yang dapat memakan waktu dari tahap penyortiran dan identifikasi. Data masukan yang relatif sederhana sangat dibutuhkan dalam sistem BMWP dalam hal ini yaitu situasi yang potensialnya berkurang. Selain itu, sistem BMWP saat ini sebagai alat dasar yang berpotensi kuat untuk pemantauan dan pengelolaan kualitas air (Abel, 2002).

Kriteria biologi yang digunakan untuk memberi informasi tentang kondisi ekosistem adalah penggunaan indeks sebagai indikator kualitas air sungai. Penggunaan dua karakter pengamatan dari efek pada masyarakat adalah: karena tekanan pencemaran yang meningkatkan jumlah spesies menurun, spesies cenderung disingkirkan secara selektif (misalnya Ephemeroptera). Beberapa indeks digunakan secara umum di Eropa, TBI (*Trent Biotic Index*), *Chandler's Score*, dan BMWP. Sebuah kelemahan utama dari semua indeks ini adalah tingkat sensitivitas relatif dalam polusi yang spesifik, serta sensitivitas dalam indeks yang tercantum lebih besar mengacu pada polusi organik, dan tidak sesuai dengan polusi kimia (Calow, 1998).

2.5 Persepsi Masyarakat dan Faktor yang Mempengaruhinya

Leavitt (1978) menyatakan definisi persepsi (*perception*) dalam arti sempit adalah penglihatan, bagaimana cara seseorang melihat sesuatu, sedangkan dalam arti luas ialah pandangan atau pengertian, yaitu bagaimana seseorang memandang atau mengartikan sesuatu. Selanjutnya, Barent (1997) dalam Harihanto (2001) mengatakan persepsi adalah penafsiran otak terhadap apa yang dirasakan seseorang. Menurut Sudrajat (2003), persepsi merupakan produk dari proses psikologi yang dialami seseorang setelah menerima stimulus yang mendorong tumbuhnya motivasi untuk memberikan respon melakukan atau tidak melakukan suatu kegiatan. Oleh sebab itu, cara pandang sebuah masyarakat terhadap manfaat sumber daya alam akan mempengaruhi sikap dan perilaku dalam mengambil manfaat sumber daya alam tersebut.

Persepsi dapat diketahui bahwa suatu proses yang terjadi pada diri manusia. Persepsi masyarakat dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal adalah nilai-nilai dari dalam diri yang dipadukan dengan hal-hal yang ditangkap panca indra pada proses melihat, merasakan, mencium aroma, mendengar dan meraba. Faktor internal tersebut antara lain: sikap, pengetahuan, dan tindakan. Faktor tersebut kemudian dikombinasikan dengan faktor eksternal yaitu keadaan lingkungan fisik dan sosial, yang kemudian menghasilkan suatu respon dalam bentuk suatu tindakan (Porteous 1977 dalam Catur 2005).

Respon manusia terhadap lingkungannya tergantung pada bagaimana individu tersebut mempersepsikan lingkungannya (Sarwono, 1992 dalam Boedojo, 1986). Menurut Walgito, (1999) dalam Boedojo, (1986), sikap individu terhadap lingkungannya dapat berupa: (1) Individu menolak lingkungannya, yaitu bila individu tidak sesuai dengan keadaan lingkungannya, (2) Individu menerima lingkungan,

yaitu bila keadaan lingkungan cocok dengan keadaan individu, (3) Individu bersikap netral, apabila individu tidak mendapat kecocokan dengan keadaan lingkungan, tetapi dalam hal ini individu tidak mengambil langkah-langkah yang lebih lanjut yaitu bagaimana sebaiknya bersikap.

2.6 Kerangka Pikir Penelitian

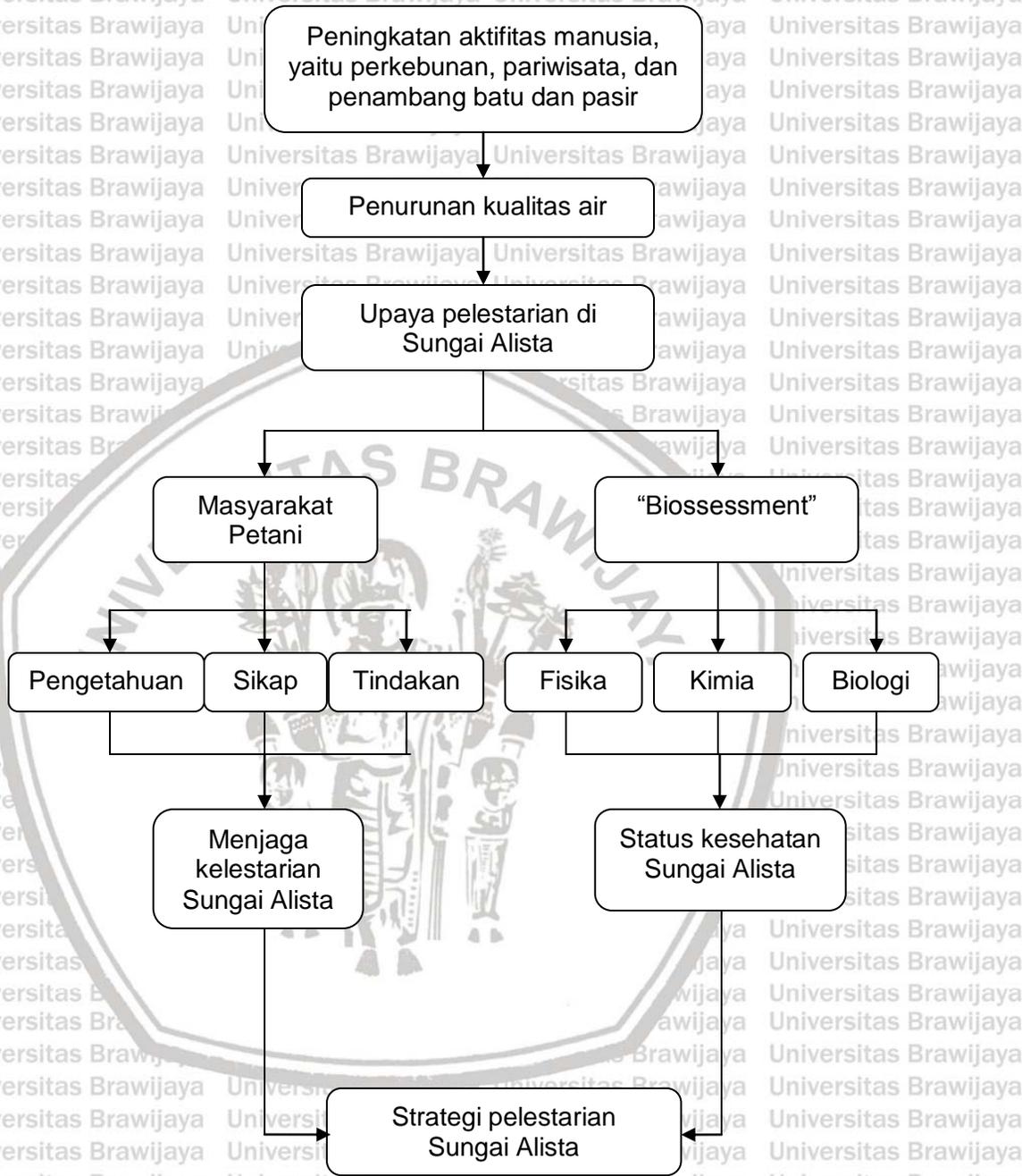
Sungai merupakan perairan yang terbuka, dimana sungai selalu mendapatkan pengaruh dari dalam maupun dari luar. Selain sebagai ekosistem bagi makhluk hidup (abiotik dan biotik) di dalamnya, sungai memiliki berbagai fungsi bagi kehidupan sehari-hari bagi manusia. Hanya saja fungsi sungai telah dialih fungsikan untuk berbagai kegiatan manusia sehingga mengakibatkan berubahnya fungsi sungai untuk kehidupan makhluk hidup di dalamnya. Berbagai kegiatan manusia yang sering terlihat di wilayah sungai adalah permukiman, pertanian, pariwisata, dan penambangan batu dan pasir. Dari berbagai macam kegiatan ini dapat dipastikan akan merubah kualitas air sungai hingga dapat menyebabkan pencemaran air. Maka dari itu perlu adanya pengukuran kualitas air sungai dengan melihat apakah kualitas air sungai masih dikatakan bagus atau tidak, yaitu dengan menggunakan teknik *Bioassessment*.

Teknik *Bioassessment* adalah teknik pemantauan terhadap kualitas air dengan menggunakan komunitas indikator biologi. Penggunaan indikator biologi di sungai dalam teknik ini bermacam-macam, yaitu bakteri, plankton, perifiton, ikan, dan makroinvertebrata. Indikator biologi yang paling cocok untuk wilayah sungai adalah menggunakan makroinvertebrata, karena memiliki beberapa keuntungan seperti hidupnya menetap di dasar perairan dan rentan terhadap perubahan kualitas air.

Salah satu upaya penanganan untuk masalah tersebut adalah dengan pelestarian sungai yang melibatkan masyarakat. Karena fungsi masyarakat ini nantinya diharapkan dapat menjaga kelestarian ekosistem sungai dan dapat memanfaatkan fungsi sungai dengan sebaik-baiknya. Hal ini dapat diketahui dengan bagaimana persepsi serta sikap masyarakat yang akan berpengaruh terhadap proses upaya untuk melestarikan seluruh komponen yang menyusun ekosistem sungai.

Penelitian ini dilakukan berkaitan dengan penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya. Sebelum penelitian ini dilakukan, peneliti telah melakukan telaah tentang penelitian sebelumnya melalui jurnal dan beberapa tugas akhir. Hal ini dilakukan agar dapat dijadikan sebagai bahan kajian dan sebagai bahan perbandingan.

Dengan adanya penelitian ini diharapkan nantinya dapat memberikan informasi serta kontribusi secara langsung maupun tidak langsung kepada semua pihak dalam upaya untuk melestarikan ekosistem sungai dengan melihat dari segi indikator biologinya yang berguna dalam pemantauan kualitas air sungai. Kerangka pikir penelitian untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Kerangka Pikir Penelitian

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian Strategi Pelestarian Sungai Alista dengan Menggunakan Indikator Biologi (Makroinvertebrata) di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang ini menggunakan pendekatan *mixed method* (kuantitatif dan kualitatif). Menurut Creswell (2009) manfaat dari *mixed method* adalah:

- 1) Kombinasi antara metode kualitatif dan kuantitatif menjadi kekuatan sinergis.
- 2) Dapat menghasilkan setidaknya dua pandangan berbeda.
- 3) Mendemostrasikan ketrampilan metodologis.
- 4) Membangun kerja mencari pengetahuan yang intuitif.

Pendekatan kuantitatif dengan menggunakan analisis deskriptif kuantitatif yaitu berupa analisis terhadap persepsi masyarakat petani dan SWOT dalam menganalisis faktor strategis (kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman) untuk penyusunan strategi pelestarian sungai di sepanjang Sungai Alista, sedangkan pendekatan kualitatif pada penelitian ini adalah analisa terhadap indikator biologi (makroinvertebrata) dalam pemantauan kesehatan sungai.

3.2 Konsep dan Variabel Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu: (1) menentukan identifikasi masalah yang akan diamati, (2) melakukan survei untuk menentukan lokasi pengambilan sampel, (3) pelaksanaan penelitian lapang dengan pengambilan sampel, (4) menganalisis data yang telah diperoleh yang selanjutnya memberikan rekomendasi hasil penelitian. Untuk lebih jelasnya kerangka konsep operasional ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.

INPUT

Aktifitas manusia:
 - Perkebunan
 - Pariwisata
 - Pertambangan batu dan pasir

Persepsi Masyarakat
 Metode Deskriptif kuantitatif

PROSES

Analisis kualitas air

Fisika dan Kimia:
 - Kecepatan arus
 - Substrat
 - Oksigen terlarut
 - BOD₅
 - COD
 - Amonia
 - Kesadahan

Biologi
 Komposisi Makroinvertebrata

Analisis data Indeks BMWP

Kualitas air Sungai Alista

OUTPUT

Status kesehatan Sungai Alista
 PP No. 82 Tahun 2001

Penyusunan strategi pelestarian Sungai Alista
 Analisis SWOT

Rekomendasi hasil

Gambar 3.1 Kerangka Konsep Operasional

Sumber: Hasil Penelitian, 2018



Definisi Operasional:

- 1) Persepsi adalah tanggapan seseorang terhadap suatu objek, dan tanggapan ini bisa muncul berupa pemikiran, perasaan atau emosi, sikap maupun perbuatan atau perilaku (Catur, 2005).
- 2) Makroinvertebrata adalah komunitas organisme yang hidup di substrat dasar perairan dengan ukuran 1 mm, dapat membentuk kotak tabung atau jaring, hidup menempel pada substrat dan di dalam substrat (Mulyanto, 1995).
- 3) Indikator pengukuran kualitas air yang dapat menunjukkan kondisi Sungai Alista ini sangat diperlukan, tidak hanya pengukuran dengan teknik kimia fisika tetapi juga secara biologis. Pemantauan kualitas air dengan menggunakan bioindikator merupakan pelengkap dari keterbatasan pengukuran kimia fisika air (Sudaryanti, 2002).
- 4) Komposisi adalah jumlah taksa makroinvertebrata yang ditemukan dalam menyusun suatu komunitas.
- 5) *Kicking* adalah metode pengadukan substrat dasar sungai dengan pengambilan sampel melawan arus sungai dan ditangkap dengan saringan dengan *mesh size* 500 μm (Sudaryanti, 2003).
- 6) Indeks BMWP digunakan untuk mendeteksi perubahan komunitas air tawar. Hasilnya berupa daftar taksa dengan atau tanpa kelimpahan, yang dianalisis untuk menghasilkan skor, kelas atau indeks (Armit *et al.*, 1983 dalam Cota *et al.*, 2002).

3.3 Populasi dan Sampel

Populasi adalah keseluruhan obyek penelitian, maka populasi dalam penelitian ini adalah perairan Sungai Alista di Desa Selorejo, makroinvertebrata yang hidup di sungai tersebut, serta petani yang berada di sepanjang Sungai Alista. Untuk kebutuhan data kuantitatif sampel dipilih dengan metode *proportional random sampling*, karena populasi penelitian mempunyai anggota atau unsur yang tidak homogen dan berstrata secara proporsional.

Teknik pengambilan sampel makroinvertebrata menggunakan metode *kicking*. Peralatan dan prosedur pengambilan contoh makroinvertebrata dilakukan di perairan yang dangkal yang memungkinkan peneliti untuk melakukan secara langsung pengambilan contoh langsung di sungai dengan menggunakan *wading suit*, sepanjang 10 m di daerah riffle (Sudaryanti, 2003), serta menurut Brabander *et al.*, (1992) dalam Sudaryanti (1997), pengambilan sampel makroinvertebrata dilakukan pada area 10 m dengan menggunakan jaring tangan dalam ukuran mata jaring 500 μm .

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Ditinjau dari jenis datanya, ada dua macam data yang dikumpulkan dalam penelitian ini, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer atau data utama yang dipergunakan dalam menyusun penelitian ini meliputi data hasil wawancara dengan petani Desa Selorejo di sepanjang Sungai Alista, data makroinvertebrata pada Sungai Alista, data kualitas air yaitu kecepatan arus, substrat, suhu, pH, oksigen terlarut, COD, BOD₅, amonia, dan kesadahan. Instrumen untuk responden dapat dilihat pada Lampiran 1.

Metode yang digunakan dalam pengumpulan informasi dan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1) Wawancara, menurut Kanto, (2003), wawancara atau interview adalah sebuah proses memperoleh keterangan untuk tujuan penelitian dengan cara tanya jawab sambil bertatap muka antara pewawancara dengan responden atau orang yang diwawancarai. Inti dari wawancara ini bahwa di setiap penggunaan metode ini selalu ada pewawancara, responden, serta pertanyaan wawancara.

Untuk penelitian ini dilakukan wawancara mendalam dengan petani di sepanjang Sungai Alista dengan mendatangi langsung untuk memperoleh data dan informasi yang berkaitan dengan indikator biologi (makroinvertebrata) dan upaya pelestarian sungai.

2) Observasi (pengamatan) dan survei lapang

Dalam hal meyakinkan data dan informasi yang diperoleh, peneliti mengadakan pengamatan dan survei lapang secara langsung terhadap obyek yang diamati, mendengar serta mencatat hasil temuan lapang di Sungai Alista, seperti kondisi sungai, vegetasi dan naungan yang ada di sekitar stasiun pengambilan sampel serta tata guna lahan yang ada di sepanjang Sungai Alista. Observasi yang dilakukan dalam memperoleh data makroinvertebrata adalah mendatangi ke lokasi sepanjang aliran Sungai Alista untuk mengambil sampel makroinvertebrata dan sampel air secara langsung yang dilakukan sampling sebanyak 1 kali, yang kemudian dilakukan suatu analisis modifikasi Indeks BMWP (*Biological Monitoring Working Party*) pada tahapan selanjutnya.

3) Kuesioner (Pertanyaan)

Pengumpulan data dengan kuesioner adalah pengisian data dengan cara mengisi daftar pertanyaan secara tertulis yang ditujukan kepada responden penelitian. Pada prinsipnya kuesioner hampir sama dengan wawancara, perbedaannya hanya terletak pada pertanyaan dan jawaban yang dilakukan

secara tertulis. Kuesioner dibagikan kepada petani, akan tetapi peneliti yang mengisi jawaban dari wawancara untuk tetap menjaga agar kuesioner benar-benar diisi sesuai dengan keadaan yang ada.

4) Pengumpulan Data Sekunder

Selain dukungan data primer yang menjadi sumber data utama, penelitian ini juga menggunakan data sekunder yang diperoleh dari dokumen-dokumen serta catatan.

Teknik pengumpulan data yang dilakukan setelah pengambilan sampel makroinvertebrata adalah *labeling* dilakukan dengan cara menulis beberapa informasi pada kertas putih dengan pensil dan meletakkannya dalam wadah sampel bukan di luar wadah sampel. Informasi yang tercantum dalam label adalah:

- 1) Tanggal pengumpulan (hari – bulan – tahun), penulisan tahun jangan disingkat.
- 2) Nama kolektor, nama sungai, nama fauna dan nama yang melakukan identifikasi.

Identifikasi dilakukan dengan menggunakan kunci-kunci identifikasi yang tersedia, yaitu Quigley (1977) dan de Zwart dan Trivedi (1995) untuk Ephemeroptera, Plecoptera dan Diptera. Setelah identifikasi dilakukan, langkah selanjutnya dengan menghitung makroinvertebrata yang didapatkan masing-masing famili dan diberi satuan individu/5m². Identifikasi Chironomidae dilakukan pengidentifikasi sampai sub famili, dan identifikasi Oligochaeta dilakukan pengidentifikasi sampai spesies.

3.5 Uji Validitas dan Reliabilitas

Validitas menunjukkan sejauh mana alat pengukur untuk mengukur apa yang diukur (Ancok 1995 dalam Singarimbun dan Efendi 1995). Menurut Sugiyono

(2008), hasil penelitian yang valid bila terdapat kesamaan antara data yang terkumpul dengan data yang sesungguhnya terjadi pada obyek yang diteliti. Valid tidaknya suatu item instrumen dapat diketahui dengan membandingkan indeks korelasi *product moment* Pearson dengan level signifikansi 5% dengan nilai kritisnya, di mana r dapat digunakan rumus (Arikunto, 2006):

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(N \sum X^2 - (\sum X)^2)(N \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

Keterangan :

r_{xy} = skor korelasi

n = banyaknya sampel

X = skor item pertanyaan

Y = skor total item

Bila nilai korelasi lebih besar dari 0.3 maka dinyatakan valid dan sebaliknya dinyatakan tidak valid.

Menurut Sugiyono (2008), instrumen yang reliabel adalah instrumen yang bila digunakan beberapa kali untuk mengukur objek yang sama, akan menghasilkan data yang sama. Reliabilitas adalah indek yang menunjukkan sejauh mana suatu alat pengukur dapat dipercaya atau dapat diandalkan. Untuk menguji digunakan Alpha

Cronbach dengan rumus :

$$r_{11} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right)$$

Dimana :

r_{11} = reliabilitas instrumen (koefisien alpha cronbach)

k = banyaknya butir pertanyaan atau banyaknya soal

σ_b^2 = jumlah varians butir

σ_t^2 = varians total

Instrumen dapat dikatakan andal (reliabel bila memiliki koefisien keandalan reliabilitas sebesar 0,6 atau lebih (Arikunto 1993).

3.6 Lokasi Penelitian

Pemilihan lokasi pada penelitian ini menggunakan metode *criterion based selection*, yaitu pemilihan unit tertentu yang berdasarkan pada konteks, memiliki karakteristik, dengan memungkinkan melakukan pengujian, memodifikasi, atau menghasilkan teori secara empiris (LeCompte dan Schensul, 2010).

Penelitian ini dilaksanakan di Sungai Alista Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang, dengan dasar pertimbangan (1) adanya kegiatan manusia di sepanjang Sungai Alista; (2) pembuangan sampah di sungai; (3) adanya pariwisata di bantaran sungai; (4) adanya pekerja penambang pasir; dan (5) digunakan warga sekitar untuk pemandian hewan ternak dan kendaraan bermotor.

Gambaran lokasi penelitian Strategi Pelestarian Sungai Alista Menggunakan Indikator Biologi (Makroinvertebrata) di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang ini adalah sebagai berikut (Gambar 3.2):

Keterangan:

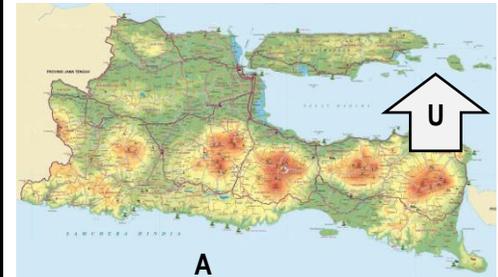
-  : Batas administrasi desa
-  : Aliran sungai
-  : Titik pengambilan sampel



GAMBAR A PETA KAB. MALANG

PETA LOKASI PENELITIAN
 DESA SELOREJO
 KECAMATAN DAU
 KABUPATEN MALANG
 PROVINSI JAWA TIMUR – INDONESIA

INSERT PETA

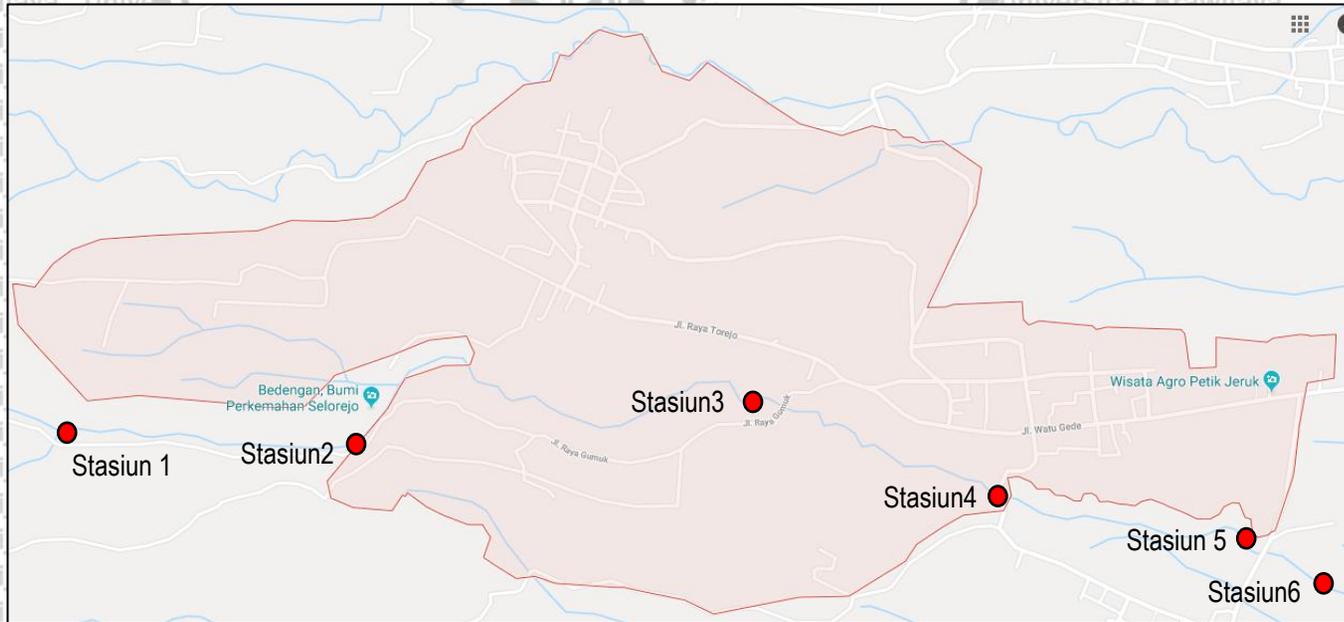


PROVINSI JAWA TIMUR

DISUSUN OLEH:
MAYA PERTIWI
 JUDUL PENELITIAN:
**STRATEGI PELESTARIAN SUNGAI ALISTA
 MENGGUNAKAN INDIKATOR BIOLOGI
 (MAKROINVERTEBRATA) DI DESA
 SELOREJO KEC. DAU MALANG**



MAGISTER PENGELOLAAN SUMBERDAYA
 LINGKUNGAN DAN PEMBANGUNAN
 PASCASARJANA
 UNIVERSITAS BRAWIJAYA
 2018



GAMBAR B
 PETA STASIUN - STASIUN PENELITIAN
 DIDESA SELOREJO KECAMATAN DAU

Gambar 3.2 Lokasi Penelitian

Pembagian 6 stasiun pengambilan sampel berdasarkan pada perbedaan tata guna lahan di sepanjang Sungai Alista yang kondisinya dideskripsikan pada Tabel 2.

Tabel 3.1 Deskripsi Stasiun Pengambilan Sampel

No	Stasiun	Koordinat	Keterangan
1	1	7°56.416' LS 112°31.345' BT	Kondisi di sekitar sungai di sebelah kanan terdapat perkebunan dan di sebelah kiri terdapat lahan terbuka.
2	2	7°56.379' LS 112°31.844' BT	Kondisi di sekitar sungai di sebelah kanan terdapat tempat (sarana) pariwisata Bumi Perkemahan Bedengan dan di sebelah kiri digunakan sebagai akses jalan (kendaraan).
3	3	7°56.352' LS 112°32.477' BT	Kondisi di sekitar sungai di sebelah kanan dan kiri terdapat perkebunan jeruk, dan adanya pembuangan sisa hasil perkebunan langsung ke sungai yang dilakukan oleh petani.
4	4	7°56.498' LS 112°32.811' BT	Kondisi di sekitar sungai di sebelah kanan dan kiri terdapat perkebunan jeruk dan terdapat banyak sampah.
5	5	7°56.589' LS 112°33.211' BT	Kondisi sekitar sungai terdapat pohon bambu dan adanya aktifitas pekerja penambang batu dan pasir.
6	6	7°56.915' LS 112°33.709' BT	Kondisi sekitar sungai terdapat permukiman dan digunakan warga untuk memandikan ternak

Sumber: Hasil Penelitian, 2017

3.7 Analisis Data

3.7.1 Metode Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif ini adalah dengan memberikan gambaran terhadap data lapangan secara deskriptif dengan cara menginterpretasikan data primer ke dalam tabulasi. Analisis deskriptif ini bertujuan untuk memperoleh gambaran tentang kondisi dari variabel-variabel yang diteliti yaitu kondisi fisik, kondisi ekonomi dan kondisi sosial budaya masyarakat bantaran Sungai Alista dan juga untuk mengidentifikasi karakteristik masing-masing variabel dalam bentuk frekuensi dan persentase, serta memperoleh gambaran umum tentang karakteristik dari responden pada obyek penelitian.

Distribusi frekuensi tersebut diperoleh dari hasil tabulasi skor jawaban responden. Data penelitian ini menggunakan skala diferensial semantik menghasilkan skor bernilai 1 hingga 5. Kemudian untuk mengkategorikan rata-rata jawaban responden dibuat skala interval yang dihitung dari skor tertinggi yang dikurangi skor terendah dibagi lima, diperoleh interval untuk kategori sebesar 0,80, dengan demikian kategori jawaban responden ditentukan berdasarkan skala sebagai berikut:

Tabel 3.2 Penentuan Kategori Skor Berdasarkan Kategori Jawaban Responden

No	Skala Kategori Jawaban	Kategori Skor
1	1,00 – 1,80	Sangat Rendah
2	1,81 - 2,60	Rendah
3	2,61 - 3,40	Sedang
4	3,41 - 4,20	Tinggi
5	4,21 - 5,00	Sangat Tinggi

Sumber : Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif. Sugiyono, 2009

3.7.2 Indeks BMWP (*Biological Monitoring Working Party*)

Perhitungan makroinvertebrata menggunakan analisa Indeks BMWP. Menurut Hawkes (1998), *Biological Monitoring Working Party* (BMWP) adalah indeks untuk

mengukur kualitas perairan sungai secara biologis menggunakan makroinvertebrata sebagai bioindikator. Untuk menggunakan kepadatan relatif makroinvertebrata, digunakan rumus (Browser *et al.*, 1990 dalam Firstyananda, 2011) adalah sebagai berikut:

$$KR = \frac{\text{Kepadatan suatu jenis}}{\sum \text{seluruh jenis}} \times 100\%$$

Menurut Galbrand *et al.*, (2007), makroinvertebrata yang ditemukan akan dinilai menggunakan indeks BMWP dan dihitung menggunakan indeks ASPT kemudian hasilnya dapat dikategorikan menurut nilai ASPT. Indeks *Average Score Per Taxon* (ASPT) menjelaskan tingkat toleransi dari semua taksa dalam suatu komunitas. ASPT dihitung dengan membagi nilai jumlah 1 famili dengan jumlah seluruh famili dalam satu sampel. Berikut *Average Score Per Taxon* (ASPT) dikategorikan dalam 5 kelompok lihat Tabel 4.3.

$$\text{Rumus ASPT} = \frac{\text{Jumlah score indeks BMWP}}{\text{Jumlah famili yang ditemukan dan mempunyai score}}$$

Tabel 3.3 Kategori dari Nilai ASPT

Nilai ASPT	Kualitas Air
>6.0	Sangat baik sekali
5.5 – 6.0	Sangat baik
5.0 – 5.5	Baik
4.5 – 5.0	Cukup buruk
4.0 – 4.5	Cukup – miskin
<4.0	Buruk

Sumber: Assessment Biological Integrity Using Aquatic Macroinvertebrate Galbrand, 2007

3.7.3 Analisis SWOT

Analisis yang ditinjau dari beberapa variabel yaitu dari sumber daya alam, sumber daya buatan (fisik), sosial dan budaya masyarakat, yang akan mempengaruhi pengembangan. Untuk mengetahui posisi obyek pada kuadran

SWOT. Dari penilaian tersebut diketahui koordinat pada sumbu X dan sumbu Y, sehingga diketahui posisinya sebagai berikut :

1) Kwadran I (*Growth*), adalah kwadran pertumbuhan dimana pada kwadran ini terdiri dari dua ruang yaitu :

- ◆ Ruang A dengan *Rapid Growth Strategy* yaitu strategi pertumbuhan aliran cepat untuk diperlihatkan pengembangan secara maksimal untuk target tertentu dan dalam waktu singkat

- ◆ Ruang B dengan *Stable Growth Strategy* yaitu strategi pertumbuhan stabil dimana pengembangan dilakukan secara bertahap dan target disesuaikan dengan kondisi

2) Kwadran II (*Stability*), adalah kwadran pertumbuhan dimana pada kwadran ini terdiri dari dua ruang yaitu :

- ◆ Ruang C dengan *Agresif Maintenance Strategy* dimana pengelola obyek melaksanakan pengembangan secara aktif dan agresif

- ◆ Ruang D dengan *Selective Maintenance Strategy* dimana pengelolaan obyek adalah dengan pemilihan hal-hal yang dianggap penting

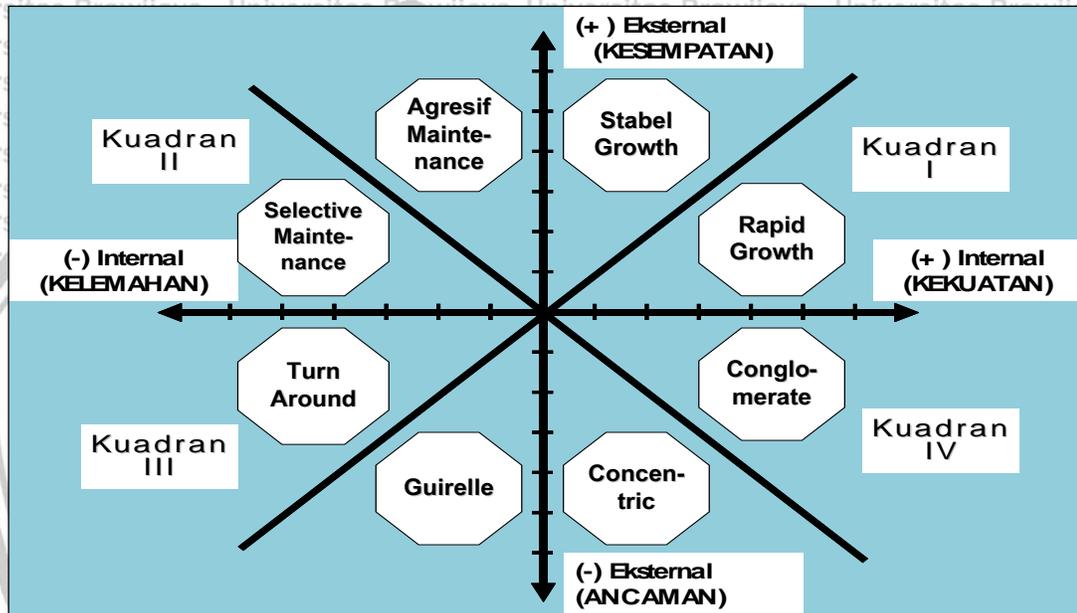
3) Kwadran III (*Survival*), adalah kwadran pertumbuhan dimana pada kwadran ini terdiri dari dua ruang yaitu :

- ◆ Ruang E dengan *Turn Around Strategy* yaitu strategi bertahan dengan cara tambal sulam untuk operasional obyek

- ◆ Ruang F dengan *Guirelle Strategy* yaitu strategi gerilya, sambil operasional dilakukan, diadakan pembangunan atau usaha pemecahan masalah dan ancaman

4) Kwadran IV (*Diversification*), adalah kwadran pertumbuhan dimana pada kwadran ini terdiri dari dua ruang yaitu :

- ◆ Ruang G dengan *Concentric Strategy* yaitu strategi pengembangan obyek dilakukan secara bersamaan dalam satu naungan atau koordinator oleh satu pihak
- ◆ Ruang H dengan *Conglomerate Strategy* yaitu strategi pengembangan masing-masing kelompok dengan cara koordinasi tiap sektor itu sendiri.



Gambar 3.3 Posisi Kawasan dalam Metode SWOT

Analisis SWOT secara sederhana dipahami sebagai pengujian terhadap kekuatan dan kelemahan internal sebuah organisasi, serta kesempatan dan ancaman lingkungan eksternalnya. SWOT adalah perangkat umum yang didesain dan digunakan sebagai langkah awal dalam proses pembuatan keputusan dan sebagai perencanaan strategis dalam berbagai terapan (Bartol *et al.*, 1991).

BAB IV DESKRIPSI LOKASI PENELITIAN

4.1 Deskripsi Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Sungai Alista yang terletak di Desa Selorejo, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang. Secara geografis Desa Selorejo terletak pada $7^{\circ}56'19.45'' - 7^{\circ}56'19.86''$ LS dan $112^{\circ}32'08.42'' - 112^{\circ}32'10.13''$ BT, lebih kurang 17 km dari ibukota kabupaten dan 7 km dari kota kecamatan. Adapun batasnya yaitu sebelah barat adalah hutan; sebelah selatan adalah Desa Petung Sewu; sebelah utara adalah Desa Gading Kulon; dan sebelah timur adalah Desa Tegal Weru.

Luas wilayah permukiman kurang lebih 39,5 ha, sedangkan area pertanian sebesar 410,47 ha yang terdiri dari jenis tanah pertanian, ladang, serta tanaman ternak. Pertanian pada desa ini adalah petani jeruk yang membudidayakan 12 jenis jeruk. Luas area hutan sendiri 2.068,1 ha yang tersebar mengelilingi desa tersebut. Perkembangan selanjutnya yakni jumlah area luas dari bangunan, baik perkantoran maupun sarana rekreasi sebesar 26,6 ha.

Topografi Desa Selorejo tergolong daerah dataran tinggi atau perbukitan dengan luas perbukitan mencapai 333,76 ha. Diperkirakan ketinggian desa ini mencapai $\pm 800 - 1.200$ dpl (dari permukaan laut) dikarenakan daerah ini merupakan pegunungan (Bagus, 2014).

4.2 Deskripsi Stasiun Penelitian

4.2.1 Stasiun 1

Sungai Alista (Gambar 4.1) merupakan lokasi sampling yang terletak di Desa Selorejo, Kecamatan Dau. Sempadan kanan sungai menghadap hulu terdapat hutan sekunder yang ditumbuhi berbagai tanaman dan sempadan kiri terdapat lahan pertanian. Pinggiran sungai sisi kanan dan kiri berupa tanah dan bebatuan.



Gambar 4.1 Stasiun 1 (Sungai Alista)

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Daerah pengamatan sejauh 100 m pada sisi kiri sungai menghadap hulu terdapat naungan vegetasi pohon (< 10 m) yaitu 50% dan sisanya berupa semak dan rumput, sedangkan sisi kanan sungai menghadap hulu terdapat naungan vegetasi pohon (< 10 m) yaitu 10% dan sisanya berupa semak dan rumput. Lebar sungai sekitar $\pm 2,5$ m dan kedalaman sungai tempat sampling 10 cm – 15 cm. Tipe aliran sungai *riffle* dan tipe substrat paling banyak kerikil dan pasir. Pengambilan sampel dilakukan saat cerah pada pukul 09.00 WIB.

4.2.2 Stasiun 2

Sungai Alista (Gambar 4.2) merupakan lokasi sampling yang terletak depan perkemahan Bedengan di Desa Selorejo. Sempadan kiri sungai menghadap hulu terdapat hutan sekunder yang ditumbuhi beberapa tanaman dan pada sempadan kanan sungai terdapat pariwisata Bumi Perkemahan Bedengan. Pinggiran sungai sisi kiri dan kanan berupa tanah dan berbatu.



Gambar 4.2 Stasiun 2 (Sungai Alista)

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Daerah pengamatan sejauh 100 m pada sisi kiri sungai menghadap hulu terdapat naungan vegetasi pohon (< 10 m) 20 % dan sisanya berupa semak dan rumput, sedangkan sisi kanan sungai menghadap hulu terdapat naungan vegetasi pohon (< 10 m) yaitu 10 % dan sisanya berupa semak dan rumput. Lebar sungai sebesar 3 m dan kedalaman sungai tempat sampling 15 cm. Tipe aliran sungai riffle dan tipe substrat yaitu kerikil, pasir, dan berbatu besar. Pengambilan sampel dilakukan saat cerah pukul 09.20 WIB.

4.2.3 Stasiun 3

Sungai Gowok (Gambar 4.3) merupakan lokasi sampling yang terletak di bawah lokasi perkemahan Bedengan di Desa Selorejo. Sempadan kiri sungai menghadap hulu terdapat perkebunan jeruk dan pada sempadan kanan sungai terdapat perkebunan jeruk dan hutan bambu. Selain itu, di sekitar stasiun terdapat DAM dan saluran irigasi. Pinggiran sungai sisi kiri dan kanan berupa tanah.



Gambar 4.3 Stasiun 3 (Sungai Gowok)

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Daerah pengamatan sejauh 100 m pada sisi kiri sungai menghadap hulu terdapat naungan vegetasi pohon (< 10 m) yaitu 5 % dan sisanya berupa semak dan rumput, sedangkan sisi kanan sungai menghadap hulu terdapat naungan vegetasi pohon (< 10 m) yaitu 5 % dan sisanya berupa semak dan rumput. Lebar sungai sekitar \pm 3 m dan kedalaman sungai tempat sampling 10 cm. Tipe aliran sungai *riffle* dan tipe substrat paling banyak ditemukan lumpur dan pasir. Pengambilan sampel dilakukan saat cerah pukul 09.45 WIB.

4.2.4 Stasiun 4

Sungai Sat (Gambar 4.4) merupakan lokasi sampling yang terletak di Desa Selorejo, Kecamatan Dau. Sempadan kiri dan kanan sungai menghadap hulu terdapat perkebunan jeruk dan pisang. Di sekitar sungai terdapat aktifitas pembuangan sisa hasil perkebunan yang dibuang secara langsung ke sungai sehingga menimbulkan bau yang tidak sedap. Pinggiran sungai sisi kiri dan kanan berupa tanah dan berbatu.



Gambar 4.4 Stasiun 4 (Sungai Sat)

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Daerah pengamatan sejauh 100 m pada sisi kiri sungai menghadap hulu terdapat naungan vegetasi pohon (< 10 m) yaitu 10 % dan sisanya berupa semak dan rumput, sedangkan sisi kanan sungai menghadap hulu terdapat naungan vegetasi pohon (< 10 m) yaitu 5 % dan sisanya berupa semak dan rumput. Lebar sungai sebesar 2,62 m dan kedalaman sungai tempat sampling 10 cm. Tipe aliran sungai *riffle* dan tipe substrat ditemukan lumpur, pasir, dan berbatu. Pengambilan sampel dilakukan saat cerah pukul 10.10 WIB.

4.2.5 Stasiun 5

Sungai Sat (Gambar 4.5) merupakan lokasi sampling yang terletak di Desa Selorejo, Kecamatan Dau. Sempadan kiri dan kanan sungai menghadap hulu berupa semak-semak dan pepohonan kecil. Selain itu, di sekitar stasiun ini terdapat aktifitas pekerja penambang batu dan pasir. Para pekerja biasanya melakukan penambangan di tengah-tengah sungai dengan mengeruk substrat dasar sungai dan kemudian dikumpulkan di pinggir sungai. Ini menyebabkan permukaan dasar sungai. Pinggiran sungai sisi kiri dan kanan berupa tanah.



Gambar 4.5 Stasiun 5 (Sungai Sat)

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Daerah pengamatan sejauh 100 m pada sisi kiri sungai menghadap hulu terdapat naungan vegetasi pohon (< 10 m) yaitu 20 % dan sisanya berupa semak dan rumput, sedangkan sisi kanan sungai menghadap hulu terdapat naungan vegetasi pohon (< 10 m) yaitu 15 % dan sisanya berupa semak dan rumput. Lebar sungai sebesar 2,55 m dan kedalaman sungai tempat sampling 10 cm. Tipe aliran sungai

riffle dan tipe substrat yang ditemukan adalah lumpur berpasir. Pengambilan sampel dilakukan saat cerah pukul 10.30 WIB.

4.2.6 Stasiun 6

Sungai Petungsewu (Gambar 4.6) merupakan lokasi sampling yang terletak di Desa Selorejo, Kecamatan Dau. Sempadan kiri dan kanan sungai menghadap hulu terdapat lahan pertanian jagung dan singkong. Pinggiran sungai sisi kiri berupa tanah dan sisi kanan terdapat plengsengan (pinggiran sungai alami yang mengalami pelurusan secara buatan berupa beton serta sering adanya aktifitas mencuci hewan ternak dan kendaraan yang dilakukan oleh peternak dan petani. Terkadang pada saat musim kemarau, lokasi ini sering terjadi penyusutan debit air yang dikarenakan pengambilan air yang dilakukan warga bagian atas (hulu) untuk penyiraman tanaman di lading perkebunan.



Gambar 4.6 Stasiun 6 (Sungai Petungsewu)

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Daerah pengamatan sejauh 100 m pada sisi kiri sungai menghadap hulu terdapat naungan vegetasi pohon (< 10 m) yaitu 5 % dan sisanya berupa semak dan rumput, sedangkan sisi kanan sungai menghadap hulu terdapat naungan vegetasi pohon (< 10 m) yaitu 5 % dan sisanya berupa semak dan rumput. Lebar sungai sebesar 3,45 m dan kedalaman sungai tempat sampling 10 cm. Tipe aliran sungai *riffle* dan tipe substrat yang ditemukan yaitu lumpur berpasir. Pengambilan sampel dilakukan saat cerah pukul 10.50 WIB.

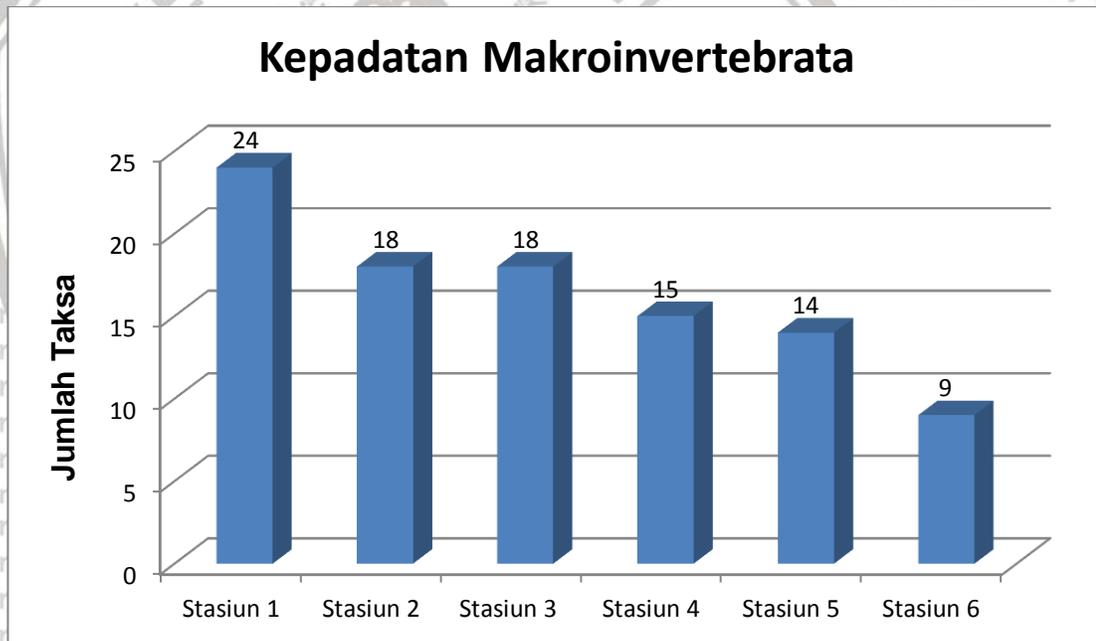


BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Indikator Biologi

5.1.1 Komunitas Makroinvertebrata

Pengamatan terhadap komunitas makroinvertebrata yang terdiri dari komposisi dan kepadatan relatif makroinvertebrata di Sungai Alista, Desa Selorejo dilaksanakan pada tanggal 31 Oktober 2017 terdiri dari stasiun 1 sampai dengan stasiun 6. Hasil pengamatan komposisi makroinvertebrata disajikan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Kepadatan Makroinvertebrata di Sungai Alista

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Pengamatan dan identifikasi yang dilakukan selama penelitian menunjukkan bahwa makroinvertebrata yang diperoleh di sepanjang Sungai Alista yaitu 28 famili, diantaranya 10 ordo (Trichoptera, Coleoptera, Diptera, Tricladida, Decapoda,

Odonata, Ephemeroptera, Amphipoda, Lepidoptera, Plecoptera) dan 5 kelas (Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Bivalvia, Crustacea).

Jumlah taksa terendah terdapat pada stasiun 6 yaitu sebanyak 9 taksa antara lain Richardsoniidae, Lymnaeidae, Physidae, Tubificidae, Lumbriculidae. Tata

guna lahan di sekitar stasiun 6 ini berupa lahan perkebunan yang terletak memasuki

Desa Petung Sewu Kecamatan Dau Malang (Gambar 5.1). Jenis substrat dasar perairan pada stasiun 6 yaitu lumpur dan pasir. Menurut Suwignyo *et al.*, (2005),

Oligochaeta umumnya terdapat pada daerah dangkal, beberapa membuat lubang dalam lumpur, ada pula yang membuat selubung dan sering banyak ditemukan pada substrat berlumpur.

Jumlah taksa tertinggi terdapat pada stasiun 1 yaitu sebanyak 24 taksa antara lain Glossosomatidae, Perlidae, Leptoceridae, Lepidostomatidae, dan Heptageniidae.

Tata guna lahan di sekitar stasiun 1 ini berupa hutan sekunder yang terdapat semak dan pepohonan, serta adanya perkebunan. Stasiun 1 ini terletak hampir memasuki

wilayah perkemahan Bedengan di Desa Selorejo (Gambar 5.1). Substrat dasar

perairan pada stasiun 1 yaitu berbatu besar, kerikil, dan pasir. Menurut Suwignyo *et al.*, (2005), habitat larva dari Trichoptera pada umumnya adalah sungai dangkal

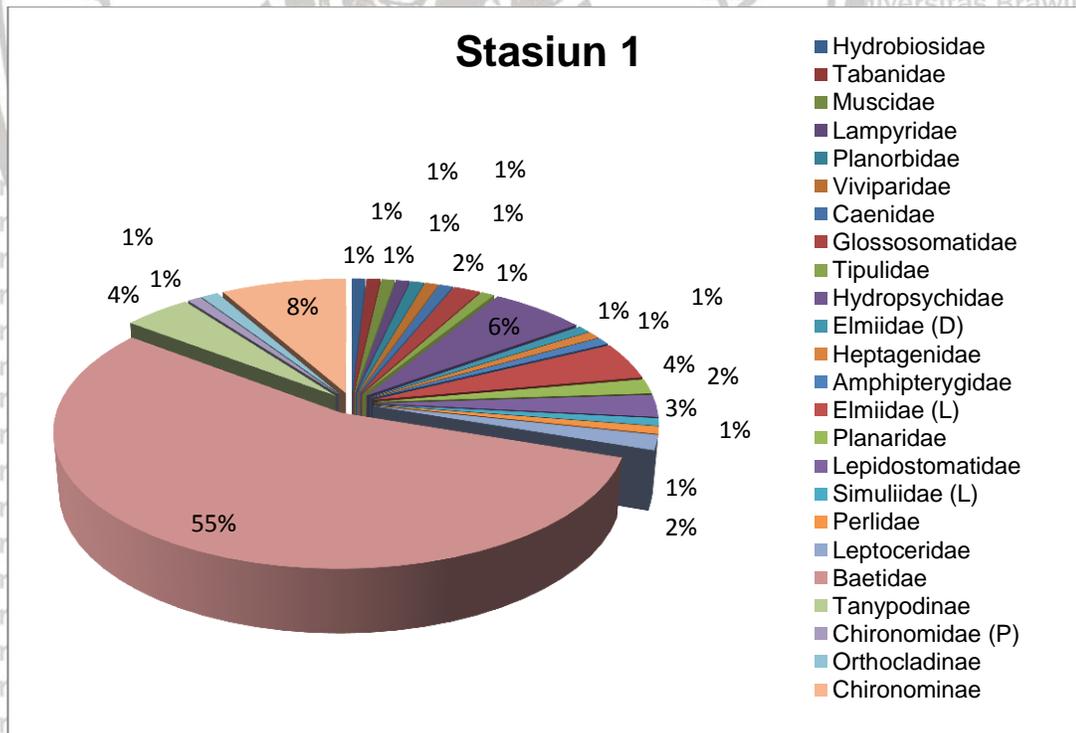
yang memiliki aliran lambat sampai deras, dan substrat batu, kerikil, pasir, lumpur, sampah atau tumbuhan air. Tinggi rendahnya jenis makroinvertebrata yang

ditemukan dilihat dari jenis substrat dan bahan organik yang ada di perairan tersebut, hal ini sesuai dengan pernyataan Qadri dan Yousuf (2004) dalam Rashid

dan Pandit (2014), bahwa banyaknya jenis makroinvertebrata yang ditemukan dipengaruhi oleh jenis substrat, bahan organik, kelimpahan makrofita, dan

konsentrasi Kalsium yang ada di perairan.

Kepadatan relatif terendah pada stasiun 1 adalah Tabanidae sebesar 0,05 % dan kepadatan relatif tertinggi adalah Baetidae sebesar 62,15 % (Gambar 5.2), hal ini dikarenakan pada stasiun 1 substrat dasar sungai berupa kerikil, pasir, dan berbatu besar. Menurut Hawking dan Smith (1997), Diptera adalah jenis makroinvertebrata yang suka hidup di substrat lumpur. Hal ini berarti dengan ditemukannya Tabanidae dalam jumlah sedikit berarti tidak cocok pada substrat berbatu besar, kerikil, dan pasir. Tingginya kepadatan relatif Baetidae dikarenakan pada stasiun ini terdapat kolam buatan yang terbuat dari tumpukan batu sehingga menyebabkan penyumbatan arus pada sungai. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wang *et al.*, (2014) bahwa keberadaan Baetidae akan semakin tinggi pada kolam buatan yang ada di sungai.

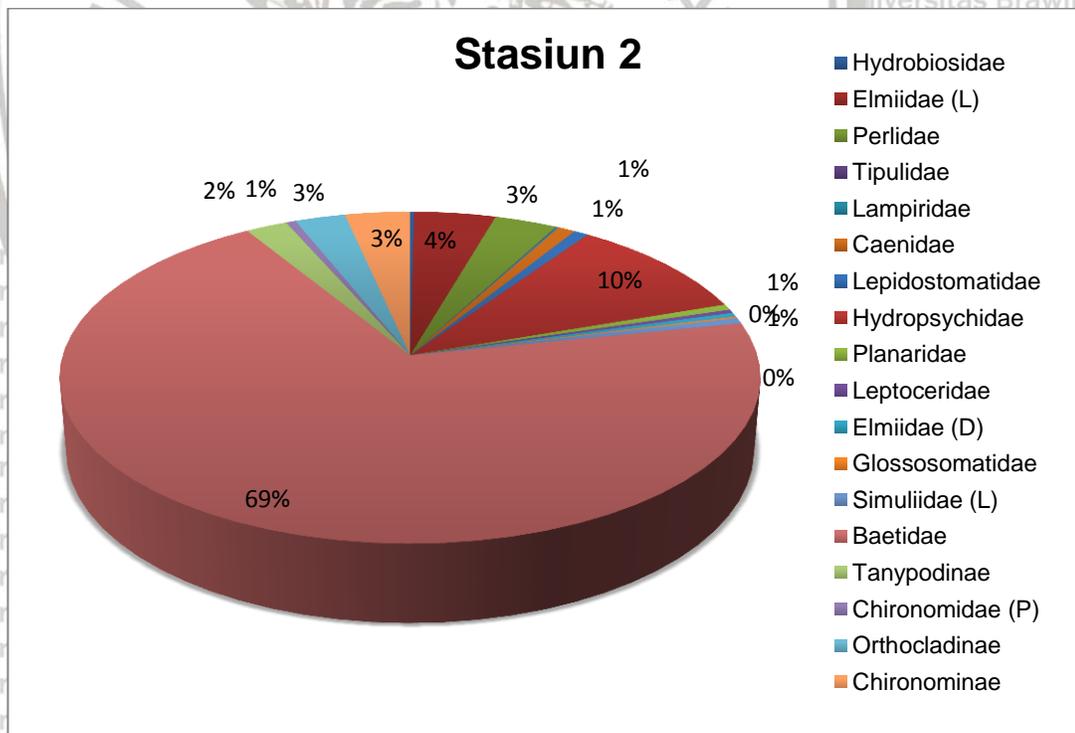


Gambar 5.2 Kepadatan Relatif Stasiun 1
 Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Kepadatan relatif terendah pada stasiun 2 adalah Tipulidae sebesar 0,05 % dan kepadatan relatif tertinggi adalah Baetidae sebesar 69,4 % (Gambar 5.3); hal ini dikarenakan pada stasiun 2 memiliki substrat dasar sungai kerikil dan pasir.

Menurut Hawking dan Smith (1997), Diptera adalah jenis makroinvertebrata yang suka hidup di substrat lumpur. Hal ini berarti dengan ditemukannya Tipulidae dalam jumlah sedikit berarti tidak cocok pada substrat berbatu besar, kerikil, dan pasir.

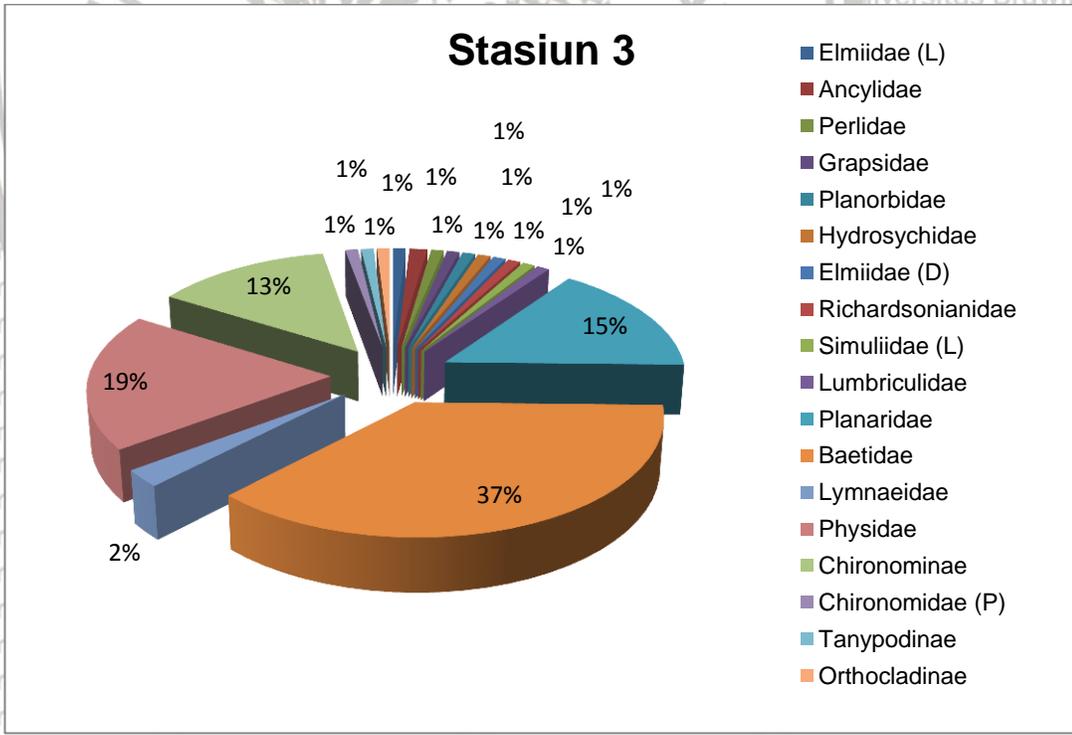
Tingginya kepadatan relatif Baetidae dikarenakan pada stasiun ini terdapat kolam buatan yang terbuat dari tumpukan batu sehingga menyebabkan penyumbatan arus pada sungai. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wang *et al.*, (2014) bahwa keberadaan Baetidae akan semakin tinggi pada kolam buatan yang ada di sungai.



Gambar 5.3 Kepadatan Relatif Stasiun 2
 Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Kepadatan relatif terendah pada stasiun 3 adalah Richardsonianidae sebesar 0,07 % dan kepadatan relatif tertinggi adalah Baetidae sebesar 67,68 % (Gambar

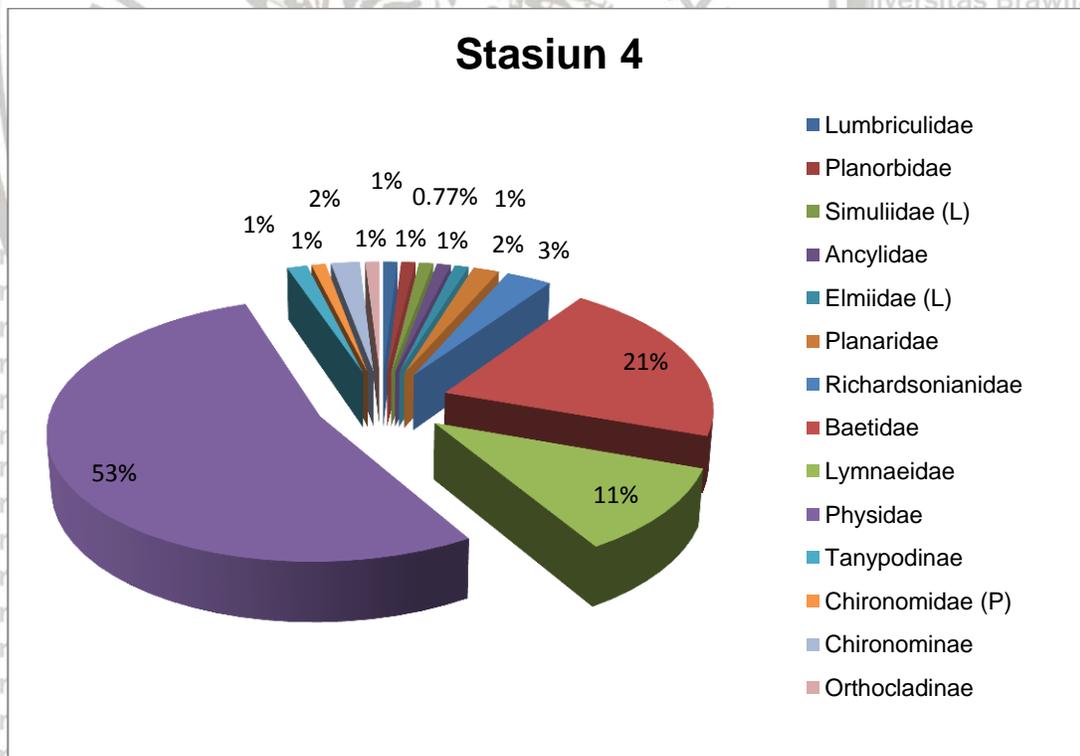
5.4), hal ini dikarenakan pada stasiun 3 memiliki substrat dasar kerikil, pasir, dan lumpur, serta memiliki kadar polutan COD sebesar 20,98 mg/l. Menurut Gooderham dan Tsyrlin (2002), kelompok Hirudinea dapat mentolerir tingkat oksigen yang rendah dan tingginya tingkat polutan air. Hal ini berarti telah ditemukannya Richardsonianidae menandakan sungai telah tercemar dengan tingginya bahan polutan. Tingginya kepadatan relatif Baetidae menunjukkan adanya perubahan kualitas air, hal ini sesuai dengan pernyataan Cardoso *et al.*, (2015) bahwa jenis Ephemeroptera (Baetidae) merupakan salah satu kelompok makroinvertebrata yang paling banyak digunakan sebagai bioindikator, karena fakta bahwa serangga ini sangat sensitif terhadap perubahan struktur fisik dan kualitas air sungai.



Gambar 5.4 Kepadatan Relatif Stasiun 3
 Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Kepadatan relatif terendah pada stasiun 4 yaitu Simuliidae sebesar 0,05 % dan kepadatan relatif tertinggi yaitu Physidae sebesar 55,46 % (Gambar 5.5), hal ini

dikarenakan pada stasiun 4 memiliki substrat dasar sungai berbatu besar, kerikil, dan pasir. Menurut Hawking dan Smith (1997), Diptera adalah jenis makroinvertebrata yang suka hidup di substrat lumpur. Hal ini berarti dengan ditemukannya Simuliidae dalam jumlah sedikit berarti tidak cocok pada substrat kerikil, pasir, dan berbatu besar. Menurut Thorp dan Rogers (2010), habitat dari kelompok Physidae sangat umum ditemukan di kolam, danau, dan sungai dengan aliran tenang, tapi sesekali ditemukan juga pada perairan cepat. Hal ini berarti dengan ditemukannya Physidae dalam jumlah besar berarti dalam perairan dengan kecepatan arus cepat masih dapat ditemukan dan cocok dengan habitat bagi Physidae.

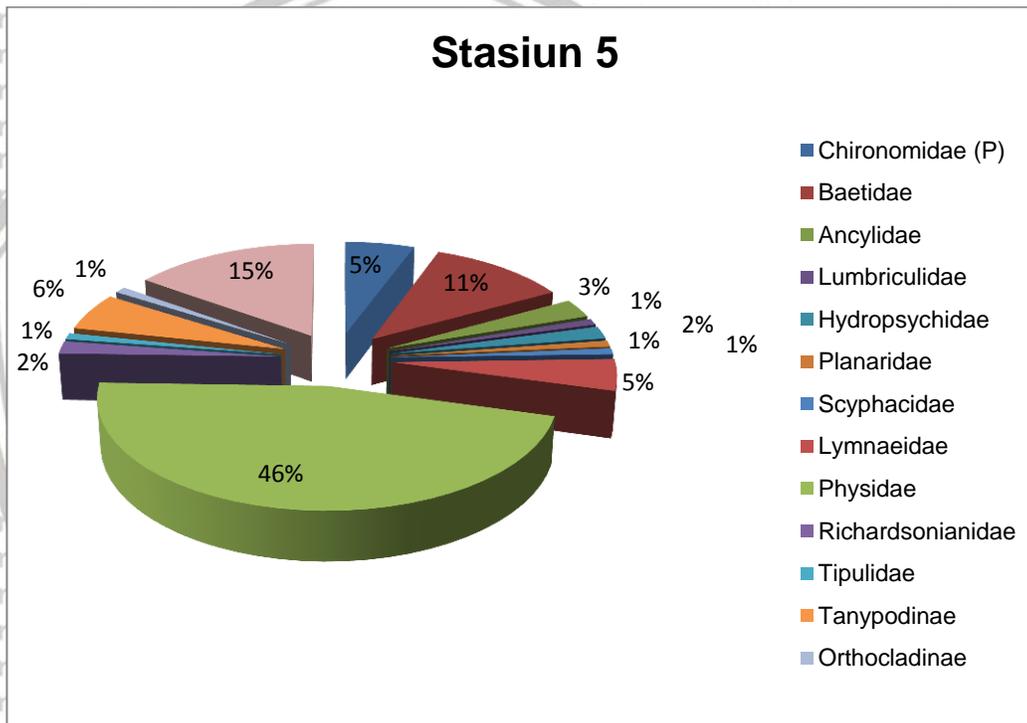


Gambar 5.5 Kepadatan Relatif Stasiun 4

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Kepadatan relatif terendah pada stasiun 5 yaitu Tipulidae sebesar 0,94 % dan kepadatan relatif tertinggi yaitu Physidae sebesar 46,22 % (Gambar 5.6), hal ini

dikarenakan pada stasiun 5 memiliki nilai kecepatan arus 0,67 m/detik yang masih tergolong cepat. Menurut Thorp dan Rogers (2010), habitat dari kelompok Physidae sangat umum ditemukan di kolam, danau, dan sungai dengan aliran tenang, tapi sesekali ditemukan juga pada perairan cepat. Hal ini berarti dengan ditemukannya Physidae dalam jumlah besar berarti dalam perairan dengan kecepatan arus cepat masih dapat ditemukan dan cocok dengan kehidupan bagi Physidae.

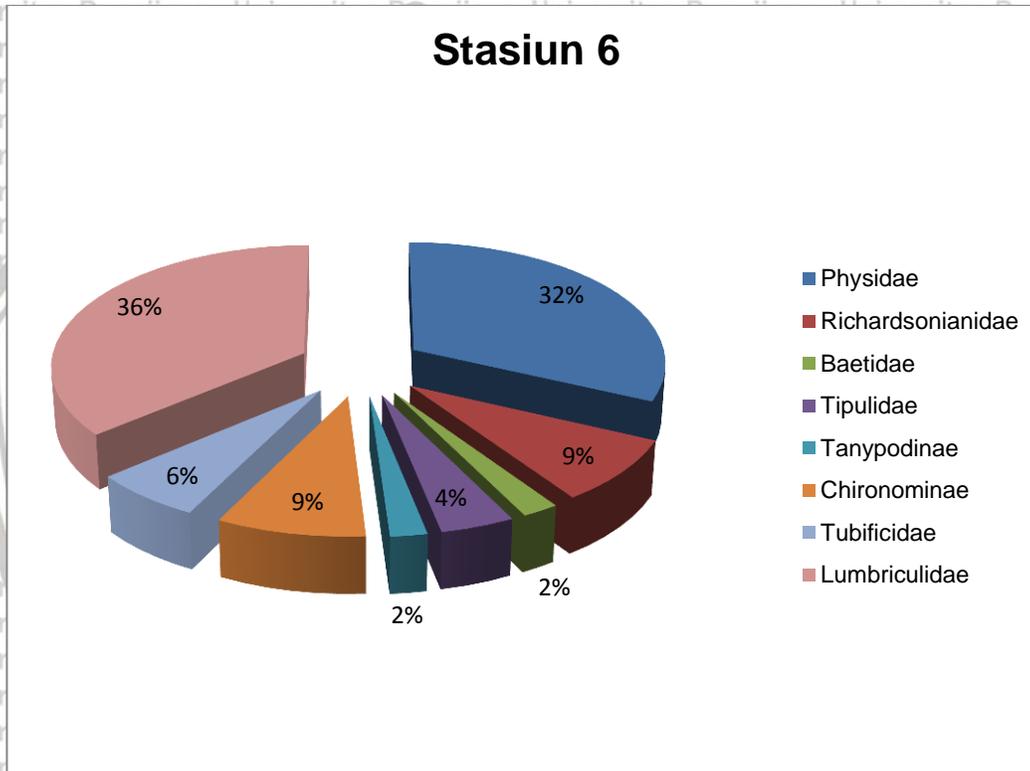


Gambar 5.6 Kepadatan Relatif Stasiun 5

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Kepadatan relatif terendah pada stasiun 6 yaitu Baetidae sebesar 2,12 % dan kepadatan relatif tertinggi yaitu Lumbriculidae sebesar 36,17 % (Gambar 5.7), hal ini dikarenakan pada stasiun 6 memiliki nilai kadar oksigen terendah sebesar 6,61 mg/l serta kadar BOD₅ sebesar 0,76 mg/l. Menurut Gooderham dan Tsyrlin (2002), beberapa cacing (Lumbriculidae) dapat hidup di perairan dengan konsentrasi oksigen yang rendah (mendekati nol) dan dikatakan sebagai hewan yang toleran

terhadap tingkat polutan yang tinggi. Rendahnya kepadatan relatif Baetidae dikarenakan substrat dasar pada stasiun ini memiliki jenis substrat kerikil dan pasir, hal ini sesuai dengan pernyataan Hawking dan Smith (1997), bahwa Baetidae hidup diantara bebatuan dan vegetasi air. Baetidae juga suka hidup pada perairan yang berarus tenang.



Gambar 5.7 Kepadatan Relatif Stasiun 6
 Sumber: Hasil Penelitian, 2018

5.1.2 Parameter Lingkungan

Pengukuran parameter lingkungan yang terdiri dari nir air (kecepatan arus dan substrat) dan kualitas air (suhu, pH, DO, amonia, kesadahan, BOD₅, dan COD) di Sungai Alista, Desa Selorejo dilakukan pada tanggal 23 September 2017 sampai dengan 31 Oktober 2017 dari stasiun 1 sampai dengan stasiun 6. Hasil pengukuran parameter lingkungan disajikan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil Pengukuran Nir Air dan Parameter Kualitas Air Sungai di Sungai Alista

St.	Parameter Lingkungan								
	Kec. Arus (m/detik)	Substrat	Suhu (°C)	pH	DO (mg/l)	Amonia (mg/l)	Kesadahan (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)
1	0,60	BB, K, P	20,1	7	8,02	0,12	54	0,45	6,99
2	0,53	BB, K, P	21,3	7	7,48	0,30	78	0,48	6,99
3	0,54	K, P, L	24	7	7,37	0,36	110	0,97	20,98
4	0,51	BB, K, P	25,7	7	7,24	0,36	110	0,86	18,62
5	0,67	K, P	27,1	7	6,62	0,30	136	0,71	18,98
6	0,32	P, L	27,6	7	6,61	0,45	146	0,76	19,72

Keterangan: K = Kerikil; P = Pasir; L = Lumpur; BB = Berbatu Besar
 Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Untuk perbandingan antara faktor abiotik yang diperoleh dengan klasifikasi baku mutu air yang sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Perbandingan Faktor Abiotik dengan Klasifikasi Baku Mutu Air

St	Faktor Abiotik					
	Suhu (°C)	pH	DO (mg/l)	Amonia (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)
1	20,1	7	8,02	0,12	0,45	6,99
2	21,3	7	7,48	0,30	0,48	6,99
3	24	7	7,37	0,36	0,97	20,98
4	25,7	7	7,24	0,36	0,86	18,62
5	27,1	7	6,62	0,30	0,71	18,98
6	27,6	7	6,61	0,45	0,76	19,72
Klasifikasi Baku Mutu Air	Kelas I, II, III = Deviasi 3 Kelas IV = Deviasi 5	Kelas I, II, III = 6 – 9 Kelas IV = 5 – 9	Kelas I = 6 Kelas II = 4 Kelas III = 3 Kelas IV = 0	Kelas I = 0,5 Kelas II = (+) Kelas III = (+) Kelas IV = (+)	Kelas I = 2 Kelas II = 3 Kelas III = 6 Kelas IV = 12	Kelas I = 10 Kelas II = 25 Kelas III = 30 Kelas IV = 100

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Catatan

Baku mutu kelas I = air yang peruntukkannya digunakan untuk air baku air minum

Baku mutu kelas II = air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air yang mengarungi pertanaman

Baku mutu kelas III = air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air yang mengairi pertanaman

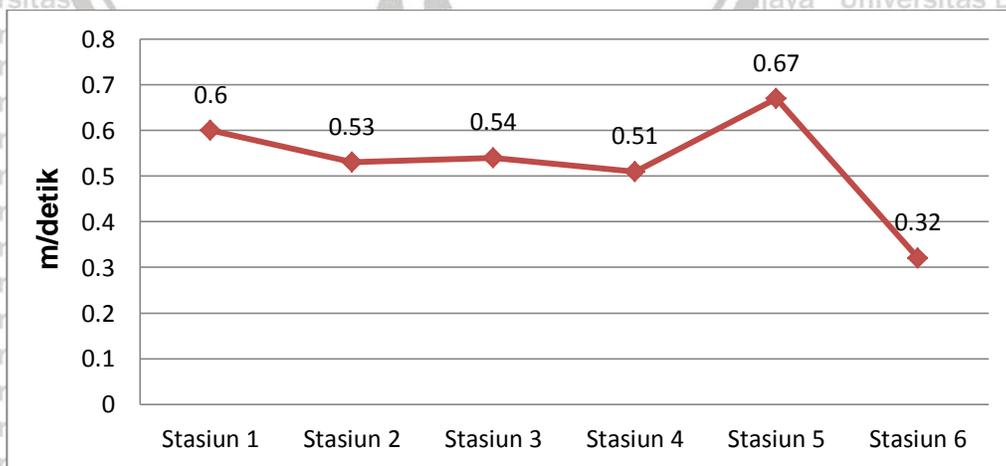
Baku mutu kelas IV = air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk mengairi tanaman.

5.1.2.1 Kecepatan Arus

Kecepatan arus di Sungai Alista didapatkan bahwa kecepatan arus berkisar antara 0,32 m/detik – 0,67 m/detik (Tabel 5.1). Kecepatan arus terendah sebesar

0,32 m/detik terdapat pada stasiun 6. Hal ini dikarenakan pada stasiun ini dasar sungainya cenderung landai sehingga arus air yang mengalir tidak terlalu cepat.

Kecepatan arus tercepat didapat pada stasiun 5 sebesar 0,67 m/detik. Hal ini dikarenakan stasiun 5 dasar sungai cenderung curam sehingga arus air yang dihasilkan lebih deras. Menurut Effendi (2003), kecepatan arus dan pergerakan air dipengaruhi oleh jenis bentang alam (*landscape*), jenis batuan dasar, dan curah hujan. Semakin rumit bentang alam, semakin besar ukuran batuan dasar maka pergerakan air semakin kuat, dan kecepatan arus semakin kuat. Grafik kecepatan arus disajikan pada Gambar 5.8.



Gambar 5.8 Kecepatan Arus di Sungai Alista

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Menurut Welch (1980), kecepatan arus dapat dibagi menjadi lima kategori yaitu: arus sangat cepat (> 1 m/detik), arus cepat ($0,5 - 1$ m/detik), arus sedang ($0,25 - 0,5$ m/detik), arus lemah ($0,1 - 0,25$ m/detik), arus sangat lemah (lebih kecil dari $0,1$ m/detik). Berdasarkan hasil pengamatan kecepatan arus di Sungai Alista dapat dikatakan bahwa kecepatan arusnya tergolong dalam arus sedang sampai arus cepat. Kisaran kecepatan arus di Sungai Alista tergolong optimal untuk pertumbuhan makroinvertebrata.

5.1.2.2 Substrat

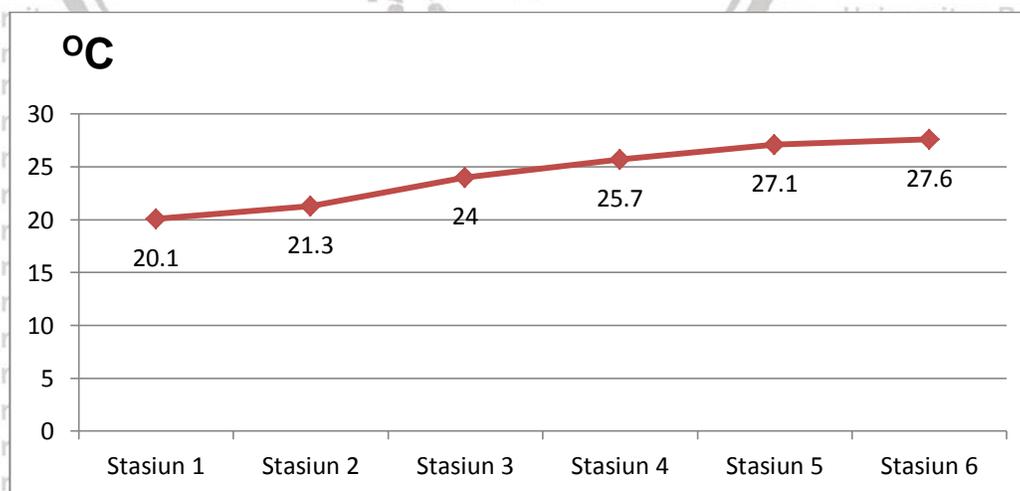
Hasil pengamatan di lapang, pada stasiun 6 yang terletak di depan perkemahan Bedengan substrat yang ditemukan yaitu terdiri dari kerikil dan lumpur (Tabel 5.1). Hal ini dikarenakan pada stasiun 6 memiliki kecepatan arus yang paling lambat yaitu $0,32$ m/detik. Selain itu, terdapat kegiatan pencucian yang digunakan untuk memandikan hewan ternak yang mempengaruhi keadaan substrat. Substrat yang memiliki variasi terletak pada stasiun 5 yaitu kerikil yang sebagian besar pasir. Hal ini dikarenakan stasiun 5 memiliki kecepatan arus yang paling cepat yaitu $0,67$ m/detik. Menurut Barus (2002), substrat dasar merupakan jenis batu-batuan yang berdiameter besar dan akan semakin kecil diameternya pada daerah hilir. Daerah hilir/muara substrat dasar umumnya berupa partikel halus berupa lumpur.

Substrat dasar Sungai Alista di Desa Selorejo ditemukan beragam dari substrat lumpur, kerikil, pasir, sampai bebatuan besar dengan menunjukkan kondisi kecepatan arus di seluruh stasiun tergolong sedang sampai cepat, tetapi juga harus diwaspadai bahwa sudah ada berbagai aktivitas manusia yang dapat merubah substrat dasar sungai.

5.1.2.3 Suhu

Hasil pengamatan suhu di Sungai Alista adalah memiliki nilai berkisar antara $20,1^{\circ}\text{C}$ – $27,6^{\circ}\text{C}$. Suhu terendah terdapat di stasiun 1 yaitu $20,1^{\circ}\text{C}$ karena pada saat pengambilan sampel di stasiun tersebut dilakukan saat pagi hari sehingga cahaya matahari masih tergolong rendah dan suhu masih dingin dan masih terletak pada daerah hulu. Menurut Hynes (1972) menyatakan bahwa kisaran suhu di daerah hulu sungai lebih rendah dibandingkan dengan kisaran suhu di daerah hilir sungai.

Suhu tertinggi didapat pada stasiun 6 sebesar $27,6^{\circ}\text{C}$. Suhu tertinggi diperoleh di stasiun 6 dikarenakan saat pengukuran suhu di lapang dilakukan pada siang hari, selain itu disebabkan karena stasiun ini hanya sedikit terdapat naungan sehingga sinar matahari dapat langsung masuk ke badan air. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hartoto dan Endang (1996) bahwa meningkatnya suhu pada kolom air juga dipengaruhi karena tingginya intensitas penyinaran, sedangkan lindungan vegetasi akan mampu menurunkan suhu kolom air di ruas sungai tersebut. Grafik suhu disajikan pada Gambar 5.9.



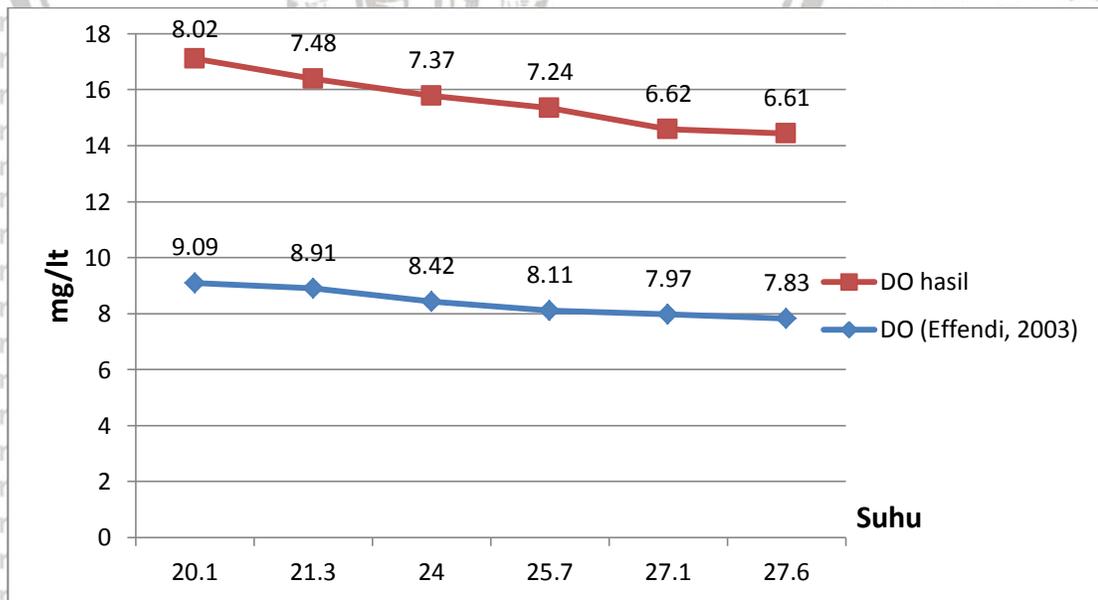
Gambar 5.9 Suhu di Sungai Alista

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Menurut Effendi (2003), suhu dalam badan air dipengaruhi oleh musim, lintang (*latitude*), ketinggian dari permukaan laut (*altitude*), waktu dalam hari, sirkulasi udara, dan aliran serta kedalaman badan air. Perubahan suhu mempengaruhi proses fisika, kimia, dan biologi di dalam badan air. Suhu juga sangat berperan penting dalam mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Berdasarkan nilai kisaran suhu yang diukur dapat di Sungai Alista tergolong normal bagi kehidupan makroinvertebrata karena sebagian besar masih berkisar antara 20,1 °C – 27,6 °C.

Menurut Effendi (2003) kisaran suhu optimum bagi organisme perairan berkisar antara 20 °C – 30 °C.

Menurut Brown (1987) dalam Effendi (2003), tinggi rendahnya suhu dapat mempengaruhi tinggi rendahnya DO di perairan. Semakin tinggi suhu maka DO akan semakin rendah. Peningkatan suhu sebesar 1 °C akan meningkatkan konsumsi oksigen sebesar 10 %. Hasil pengukuran parameter suhu dan DO disajikan pada Gambar 5.10.



Gambar 5.10 Hubungan Suhu dan DO

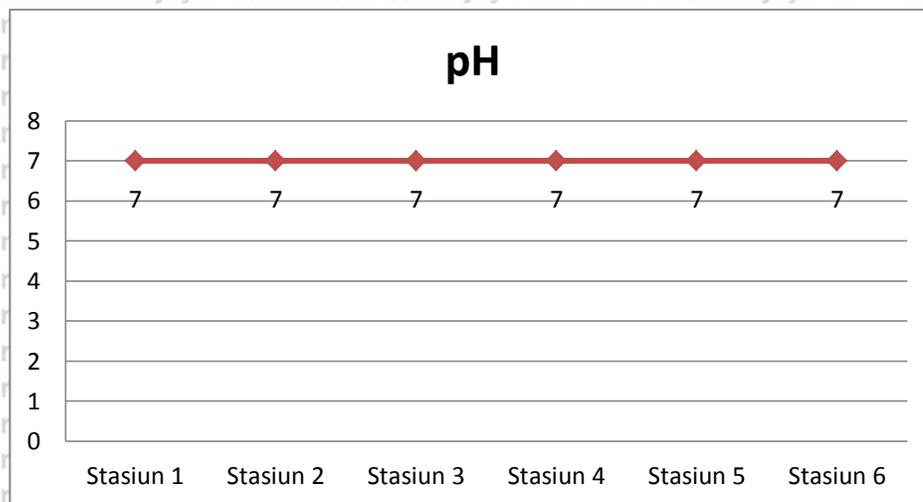
Sumber: Telaah Kualitas Air. Effendi, 2003

Grafik hubungan suhu dan DO di atas menunjukkan menunjukkan hampir seluruh stasiun mengalami penurunan kandungan oksigen terlarut yang didapat dengan peningkatan suhu. Hal ini dikarenakan proses perombakan bahan organik yang membutuhkan oksigen lebih banyak dalam suhu yang tinggi.

5.1.2.4 pH

Hasil pengukuran pH pada semua stasiun bernilai 7 (Gambar 5.11). Fluktuasi antara pH terendah dan pH tertinggi disebabkan karena pada semua stasiun pengambilan sampel ditemukan aktifitas manusia yang hampir sama di sepanjang aliran Sungai Alista, yaitu didominasi aktifitas pertanian menggunakan pupuk buatan yang termasuk dalam bahan sintesis. Menurut Effendi (2003), bahan organik adalah bahan-bahan yang dapat diperbaharui, dirombak oleh bakteri-bakteri menjadi unsur yang dapat digunakan oleh tanaman tanpa mencemari badan air. Berbagai jenis bahan organik dirombak (dekomposisi) melalui proses oksidasi, dalam suasana aerob maupun anaerob. Menurut Rheinamer (1985) dalam Sudaryanti (1991), dekomposisi aerobik dilakukan oleh mikroba selulose dengan hasil akhir karbondioksida, juga dilakukan oleh bakteri nitrifikasi dengan hasil akhir nitrit dan nitrat, dan dilakukan oleh bakteri besi dengan hasil akhir fosfat.





Gambar 5.11 pH di Sungai Alista

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Menurut Barus (2002), kondisi perairan yang bersifat sangat asam maupun sangat basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme air karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi (pernafasan). Kenaikan pH di atas netral akan meningkatkan konsentrasi amonia yang juga bersifat sangat toksik bagi perairan.

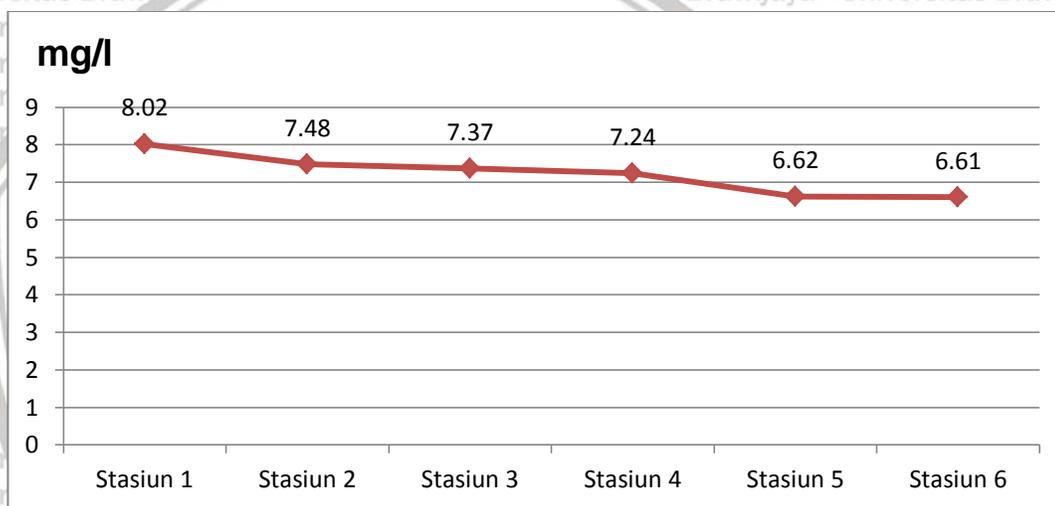
Data pH di atas menunjukkan bahwa nilai kisaran pH yang diukur adalah pH di Sungai Alista ini masih termasuk kisaran yang normal untuk organisme di perairan yang memiliki nilai pH 7. Menurut Effendi (2003), sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7 – 8,5.

5.1.2.5 Oksigen Terlarut

Hasil pengukuran oksigen terlarut (Gambar 5.12), nilai oksigen terlarut berkisar antara 6,61 mg/l – 8,02 mg/l. Kadar oksigen terlarut terendah terdapat pada stasiun 6 yaitu 6,61 mg/l dengan suhu 27,6 °C, hal ini disebabkan karena pada stasiun tersebut memiliki nilai suhu yang paling tinggi diantara seluruh stasiun. Menurut Effendi (2003), peningkatan suhu perairan sebesar 10 °C menyebabkan terjadinya

peningkatan konsumsi oksigen di dalam perairan oleh organisme akuatik sekitar 2 – 3 kali lipat.

Kadar oksigen terlarut tertinggi terdapat pada stasiun 1 yaitu 8,02 mg/l. Tingginya nilai DO pada stasiun ini disebabkan oleh karena pada stasiun ini memiliki kecepatan arus tergolong cepat. Menurut Affan (2011), arus sangat berperan penting dalam sirkulasi air, selain pembawa bahan terlarut dan tersuspensi, arus juga mempengaruhi jumlah kelarutan oksigen dalam air.



Gambar 5.12 Oksigen Terlarut di Sungai Alista

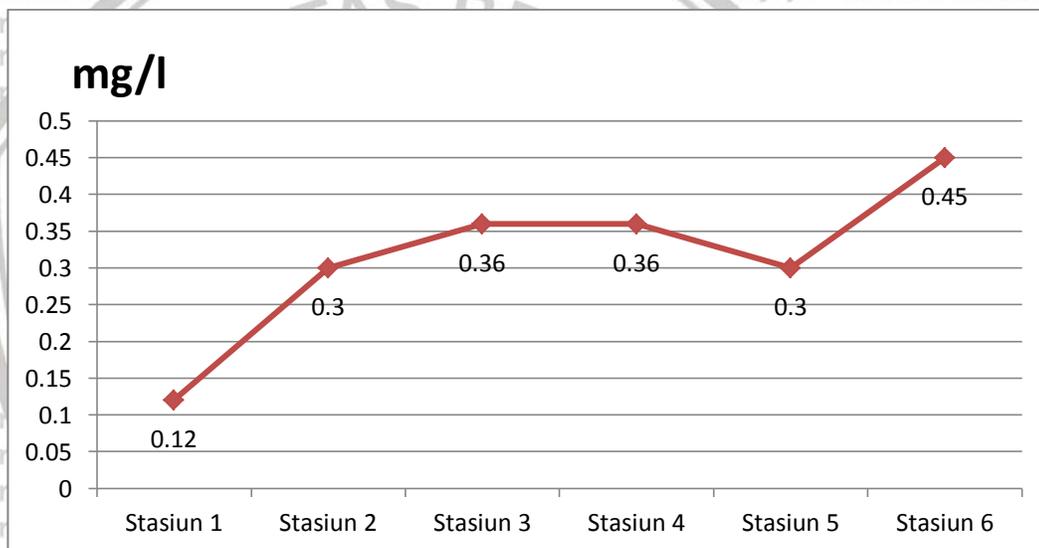
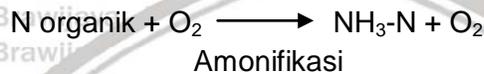
Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Menurut Mulyanto (1995), berdasarkan kandungan oksigen terlarut, kualitas perairan dapat digolongkan menjadi sangat baik dengan memiliki kandungan oksigen terlarut 8 mg/l, baik 6 mg/l, kritis 4 mg/l, buruk 2 mg/l dan sangat buruk < 2 mg/l. Data di atas menunjukkan bahwa DO pada Sungai Alista tergolong baik untuk kehidupan makroinvertebrata.

5.1.2.6 Amonia

Hasil pengukuran amonia (Gambar 5.13) diperoleh nilai kisaran antara 0,12 mg/l – 0,45 mg/l. Nilai amonia terendah terdapat pada stasiun 1 dengan nilai 0,12 mg/l.

Nilai amonia tertinggi terdapat pada stasiun 6 yaitu 0,45 mg/l. Menurut Effendi (2003), sumber amonia di perairan adalah pemecahan nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik yang terdapat di dalam tanah dan air, yang berasal dari dekomposisi bahan organik (tumbuhan dan biota akuatik yang telah mati) oleh mikroba dan jamur. Proses ini dikenal dengan istilah amonifikasi, ditunjukkan dalam proses:



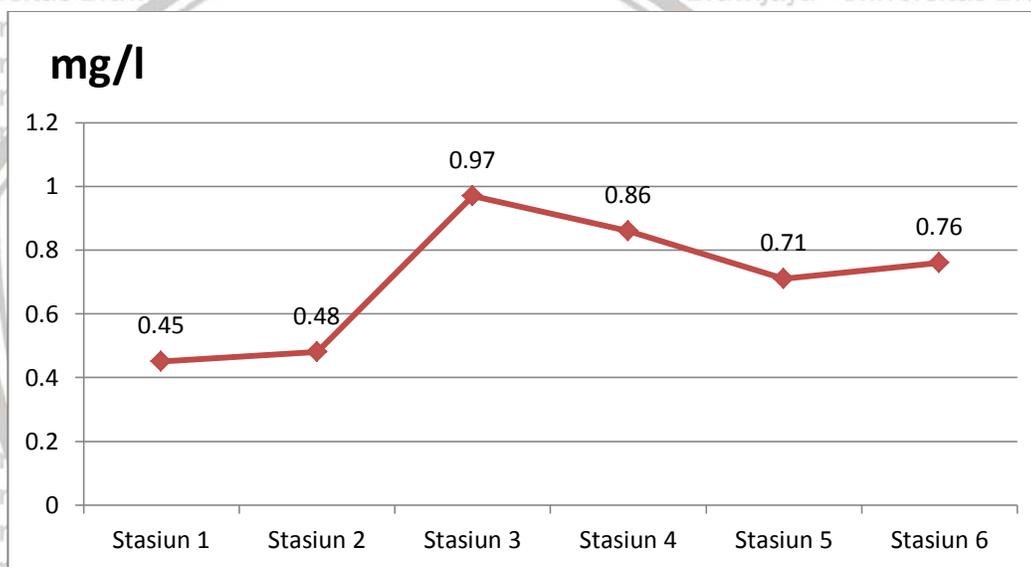
Gambar 5.13 Amonia di Sungai Alista
Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Kandungan amonia yang terdapat di Sungai Alista tergolong masih rendah untuk perairan alami. Menurut Michael (1984) dalam Mulyanto (1995), konsentrasi normal amonia di sungai adalah < 0,5 mg/l, di perairan tidak tercemar < 1 mg/l, sedangkan untuk perairan tercemar meningkat sampai > 10 mg/l.

5.1.2.7 Kesadahan

Hasil pengukuran kesadahan pada seluruh stasiun berkisar antara 54 mg/l – 146 mg/l (Gambar 5.14). Kesadahan terendah didapat pada stasiun 1 yaitu sebesar 54

dengan bantaran sungai, sehingga adanya kandungan bahan organik yang tinggi akibat dari pertanian, serta adanya pembuangan sampah yang dilakukan oleh masyarakat sekitar. Nilai BOD₅ yang ditemukan tertinggi pada stasiun pengamatan ada indikasi bahwa adanya kadar bahan organik yang tinggi. Menurut Effendi (2003), nilai BOD₅ adalah nilai yang menunjukkan kebutuhan oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri aerob untuk mendekomposisi bahan organik di dalam badan air.



Gambar 5.15 BOD₅ di Sungai Alista

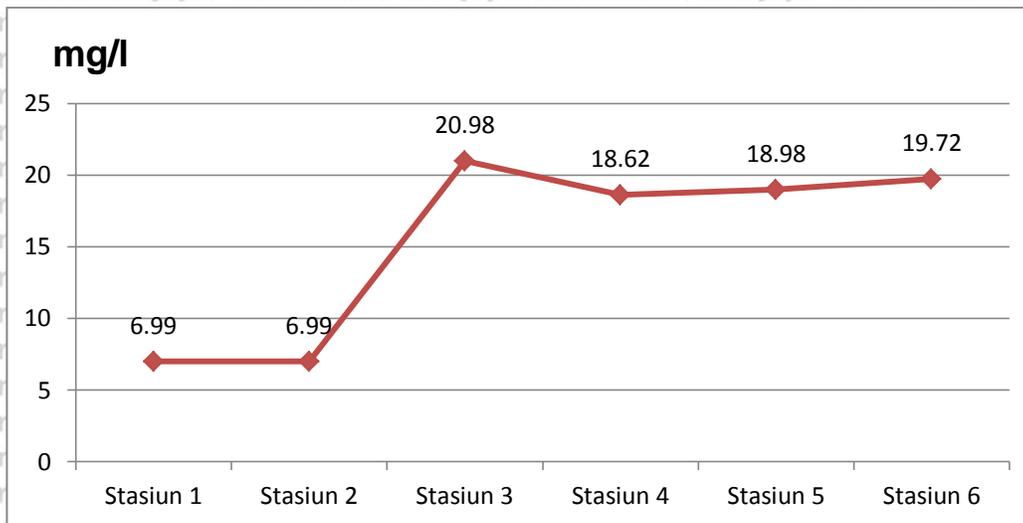
Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Berdasarkan PP Nomor 82 Tahun 2001, nilai BOD yang diperoleh di Sungai Alista masih tergolong kriteria air kelas 1, hal ini menunjukkan kualitas air Sungai Alista tergolong tidak tercemar, sedangkan menurut Lee *et. al* (1978) dalam Silalahi (2009), nilai kadar BOD lebih kecil atau sama dengan 2,9 masih tergolong air tidak tercemar, serta menurut Fardiaz (1992), air murni mempunyai nilai BOD₅ sebesar 1 mg/l dan air yang mempunyai nilai BOD₅ 3 mg/l masih dianggap bersih.

Berdasarkan hasil pengamatan BOD₅ di atas, maka Sungai Alista masih pada ambang yang cukup dalam mendukung kehidupan organisme air.

5.1.2.9 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Hasil pengukuran kadar COD pada seluruh stasiun berkisar antara 6,99 mg/l – 20,98 mg/l. Kadar COD terendah terdapat pada stasiun 1 dan 2 yang memiliki nilai COD sebesar 6,99 mg/l, sedangkan kadar COD tertinggi terdapat pada stasiun 3 yang memiliki nilai sebesar 20,98 mg/l. Tingginya kadar COD pada stasiun 3 diakibatkan karena sungai sudah menjadi tempat pembuangan sampah oleh masyarakat sekitar yang dapat mengindikasikan tingginya kandungan bahan organik dengan ditunjukkan nilai BOD₅. Menurut Yang *et. al.*, (2009), *Chemical Oxygen Demand* (COD) adalah jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh senyawa organik dan anorganik yang teroksidasi di dalam badan air. *Biological Oxygen Demand* (BOD₅) adalah jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh senyawa organik dan anorganik yang teroksidasi oleh kegiatan biologis dalam kondisi tertentu. Keduanya mencerminkan tingkat pencemaran air, dan merupakan indeks komprehensif yang memiliki kandungan organik. COD dan BOD₅ sangat berperan penting dalam pengendalian kandungan total polusi yang terdapat di dalam badan air dan sebagai tolak ukur dalam pengelolaan lingkungan air.



Gambar 5.16 COD di Sungai Alista
Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Berdasarkan PP Nomor 82 Tahun 2001, bahwa nilai konsentrasi COD di Sungai Alista tergolong kriteria kelas 2 dalam klasifikasi mutu air, dengan menunjukkan nilai konsentrasi COD di atas 20 mg/l. Hal ini mengindikasikan bahwa Sungai Alista masih diperuntukkan untuk rekreasi/pariwisata, kegiatan budidaya ikan air tawar, peternakan, dan pertanian. Jika dibandingkan dengan kriteria baku mutu air pada Perda Provinsi Jawa Timur Nomor 2 Tahun 2008, maka Sungai Alista masih sesuai dengan peruntukannya.

5.1.3 Indeks BMWP (*Biological Monitoring Working Party*)

Berdasarkan analisis dengan menggunakan modifikasi indeks BMWP didapatkan hasil klasifikasi makroinvertebrata di Sungai Alista Desa Selorejo Kecamatan Dau yang diperoleh dari pengelompokan 6 stasiun pengamatan yaitu seperti pada Tabel

5.3.

Tabel 5.3 Pengelompokkan Sungai Berdasarkan Indeks BMWP

NO	STASIUN PENGAMATAN	ASPT	KETERANGAN
1	Stasiun 1	6,38	Sangat baik sekali
2	Stasiun 2	6,66	Sangat baik sekali
3	Stasiun 3	4,31	Cukup buruk
4	Stasiun 4	3,58	Buruk
5	Stasiun 5	3,63	Buruk
6	Stasiun 6	2,85	Buruk

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Hasil analisis modifikasi BMWP menunjukkan bahwa status kesehatan Sungai Alista tergolong sangat baik sampai buruk, yang didasari oleh penilaian makroinvertebrata yang ditemukan di sepanjang Sungai Alista. Rincian penilaian kesehatan setiap stasiun disajikan sebagai berikut:

Stasiun 1

Hasil analisis modifikasi BMWP yang tergolong perairan sangat baik sekali yaitu stasiun 1 yang memiliki nilai ASPT 6,38. Tingginya nilai ASPT pada stasiun tersebut dikarenakan terdapat Lepidostomatidae, Leptoceridae, Perlidae, dan Glossosomatidae. Rincian hasil perhitungan BMWP-ASPT pada stasiun 1 disajikan dalam Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Hasil Perhitungan BMWP-ASPT pada Stasiun 1

No	Taksa	Skor
1	Hydrobiosidae	10
2	Tabanidae	5
3	Muscidae	4
4	Lampiridae	10
5	Planorbidae	3
6	Viviparidae	6
7	Caenidae	7
8	Glossosomatidae	10
9	Tipulidae	5
10	Hydropsychidae	5
11	Elmiidae (D)	5
12	Heptagenidae	10
13	Planaridae	5
14	Lepidostomatidae	10
15	Simuliidae (L)	5
16	Perlidae	10
17	Leptoceridae	10
18	Baetidae	4
19	Chironomidae	2
20	Chironomidae (P)	2
21	Amphipterygidae	6
TOTAL		134
Nilai ASPT		6,38 (perairan sangat baik sekali)

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Kualitas air pada stasiun 1 adalah kecepatan arus sebesar 0,60 m/detik tergolong cepat, oksigen terlarut sebesar 8,02 mg/l tergolong tinggi, tipe substrat kerikil, pasir, dan berbatu besar. Menurut Suwignyo *et al.*, (2005), nimfa Plecoptera terdapat di antara serasah, ganggang atau di bawah batu pada perairan yang mengalir, biasanya hanya dijumpai pada perairan dengan kandungan oksigen yang tinggi, tidak pernah terdapat di perairan tercemar, hingga dapat dipakai sebagai indikator biologi. Oleh karena itu keberadaan larva Trichoptera digunakan sebagai indikator bahwa lingkungan akuatik baik (Buczynska *et al.*, 2017). Meskipun pada stasiun ini masih tergolong perairan sangat baik sekali, namun sudah didapat jenis

makroinvertebrata yang memiliki skor rendah, yaitu Planorbidae, Chironomidae, dan Planaridae, mengingat bahwa pada stasiun ini telah dibuat suatu pembendungan sungai untuk tujuan rekreasi (mandi) yang dapat menyumbang kadar kesadahan yang berasal dari penggunaan sabun.

Stasiun 2

Hasil analisis modifikasi BMWP yang tergolong perairan sangat baik sekali yaitu pada stasiun 2 yang memiliki nilai ASPT 6,66. Tingginya nilai ASPT pada stasiun tersebut dikarenakan terdapat Lepidostomatidae, Leptoceridae, Perlidae, Glossosomatidae, dan Heptageniidae. Rincian hasil perhitungan BMWP-ASPT pada stasiun 2 disajikan dalam Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Hasil Perhitungan BMWP-ASPT pada Stasiun 2

No	Taksa	Skor
1	Hydrobiosidae	10
2	Elmiidae (L)	5
3	Perlidae	10
4	Tipulidae	5
5	Lampiridae	10
6	Caenidae	7
7	Lepidostomatidae	10
8	Hydropsychidae	5
9	Planaridae	5
10	Leptoceridae	10
11	Glossosomatidae	10
12	Simuliidae (L)	5
13	Baetidae	4
14	Chironomidae	2
15	Chironomidae (P)	2
TOTAL		100
Nilai ASPT		6,66 (perairan sangat baik sekali)

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Makroinvertebrata dengan skor tinggi masih ditemukan karena pada stasiun ini memiliki tipe substrat batu besar, kerikil, dan pasir, serta kecepatan arus 0,53 m/detik tergolong berarus cepat, oksigen terlarut 7,48 mg/l tergolong baik. Menurut

Suwignyo *et al.*, (2005), habitat larva Trichoptera pada umumnya adalah sungai dangkal dengan aliran lambat sampai deras dan kandungan oksigen terlarut tinggi; substrat batu, kerikil, pasir, lumpur, sampah atau tumbuhan air. Oleh sebab itu keberadaan larva Trichoptera dipakai sebagai indikator bahwa lingkungan perairannya bagus. Meskipun pada stasiun masih tergolong perairan sangat baik sekali, namun telah ditemukan jenis Baetidae sangat melimpah dan bisa menunjukkan bahwa perairan ini akan mengalami pencemaran.

Stasiun 3

Hasil analisis modifikasi BMWP yang tergolong perairan cukup buruk yaitu pada stasiun 3 yang memiliki nilai ASPT 4,31. Rendahnya nilai ASPT pada stasiun ini dikarenakan terdapat Richardsoniidae dan Chironomidae. Rincian hasil perhitungan BMWP-ASPT disajikan dalam Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Hasil Perhitungan BMWP-ASPT pada Stasiun 3

No	Taksa	Skor
1	Elmiidae (L)	5
2	Ancylidae	6
3	Perlidae	10
4	Grapsidae	5
5	Planorbidae	3
6	Hydrosychidae	5
7	Richardsonianidae	4
8	Simuliidae	5
9	Lumbriculidae	1
10	Planaridae	5
11	Baetidae	4
12	Lymnaeidae	3
13	Physidae	3
14	Chironomidae	2
15	Chironomidae (P)	2
16	Scyphacidae	6
TOTAL		69
Nilai ASPT		4,31 (perairan cukup buruk)

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Makroinvertebrata dengan skor terendah sudah ditemukan karena stasiun ini memiliki tata guna lahan perkebunan jeruk, dimana petani sering menggunakan pestisida. Jika terjadi musim hujan, maka tanah pada lahan perkebunan akan jatuh ke sungai sehingga akan menyebabkan perubahan substrat dasar sungai menjadi lumpur, dan lumpur adalah habitat yang baik bagi golongan Diptera. Menurut Hawking dan Smith (1997), Diptera adalah jenis makroinvertebrata yang lebih suka hidup di substrat lumpur, serta menurut Suwignyo *et al.*, (2005), kebanyakan larva Chironomidae terdapat pada tempat kolam dangkal, danau, sungai beraliran tenang.

Stasiun 4

Hasil analisis modifikasi BMWP yang tergolong perairan buruk yaitu pada stasiun 4 yang memiliki nilai ASPT 3,58. Rendahnya nilai ASPT pada stasiun tersebut dikarenakan terdapat Lumbriculidae, hal ini dikarenakan pada stasiun tersebut memiliki substrat yang berlumpur. Rincian perhitungan BMWP-ASPT pada stasiun 4 disajikan dalam Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Hasil Perhitungan BMWP-ASPT pada Stasiun 4

No	Taksa	Skor
1	Lumbriculidae	1
2	Planorbidae	3
3	Simuliidae	5
4	Elmiidae	5
5	Planaridae	5
6	Richardsonianidae	4
7	Baetidae	4
8	Lymnaeidae	3
9	Physidae	3
10	Chironomidae	2
11	Chironomidae (P)	2
12	Ancylidae	6
TOTAL		43
Nilai ASPT		3,58 (perairan buruk)

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Makroinvertebrata yang memiliki skor rendah sudah banyak ditemukan pada stasiun 4 karena stasiun ini memiliki tata guna lahan perkebunan jeruk di samping kanan dan kiri sempadan sungai. Banyaknya tumpukan sampah (anorganik dan organik) turut memberikan dampak dalam perubahan substrat, sehingga pada stasiun 4 memiliki jenis substrat yang hampir lumpur. Menurut Quigley (1977), Lumbriculidae membuat sebuah terowongan pada daerah lumpur di tepian sungai di hulu dan hilir.

Stasiun 5

Hasil analisis modifikasi BMWP yang tergolong perairan buruk yaitu pada stasiun 5 yang memiliki nilai ASPT 3,63. Rincian perhitungan BMWP-ASPT pada stasiun 4 disajikan dalam Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Hasil Perhitungan BMWP-ASPT pada Stasiun 5

No	Taksa	Skor
1	Chironomidae (P)	2
2	Baetidae	4
3	Ancylidae	6
4	Lumbriculidae	1
5	Hydropsychidae	5
6	Planaridae	5
7	Lymnaeidae	3
8	Physidae	3
9	Richardsonianidae	4
10	Tipulidae	5
11	Chironomidae	2
TOTAL		40
Skor ASPT		3,63 (perairan buruk)

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Makroinvertebrata yang memiliki skor terendah telah banyak ditemukan pada stasiun ini. Hal ini dikarenakan pada stasiun 5 memiliki tata guna lahan perumahan dan terdapat pekerja penambang batu dan pasir sehingga dapat menyebabkan perubahan substrat dasar perairan, sehingga banyaknya makroinvertebrata yang

ditemukan adalah jenis Diptera. Menurut Hawking dan Smith (1997), Diptera merupakan jenis makroinvertebrata yang suka hidup di substrat berlumpur.

Stasiun 6

Hasil analisis modifikasi BMWP yang tergolong perairan buruk yaitu pada stasiun 6 yang memiliki nilai ASPT 2,85. Rincian perhitungan BMWP-ASPT pada stasiun 6 disajikan dalam Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Hasil Perhitungan BMWP-ASPT pada Stasiun 6

No	Taksa	Skor
1	Physidae	3
2	Richardsonianidae	4
3	Baetidae	4
4	Tipulidae	5
5	Chironomidae	2
6	Tubificidae	1
7	Lumbriculidae	1
TOTAL		20
Skor ASPT		2,85

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Makroinvertebrata dengan skor terendah sudah banyak ditemukan pada stasiun ini. Hal ini dikarenakan telah ditemukannya makroinvertebrata jenis Tubificidae dan Lumbriculidae. Stasiun 6 memiliki tata guna lahan pertanian yang terdapat di samping kanan dan kiri sungai, serta banyak warga menggunakan sungai pada tempat ini untuk mencuci hewan ternak, hal ini dapat menyebabkan perubahan pada substrat dasar perairan. Menurut Suwignyo *et al.*, (2005), Tubificidae terdapat di laut dan air tawar, banyak spesies yang hidup di perairan tergenang dan tercemar.

5.2 Persepsi Masyarakat

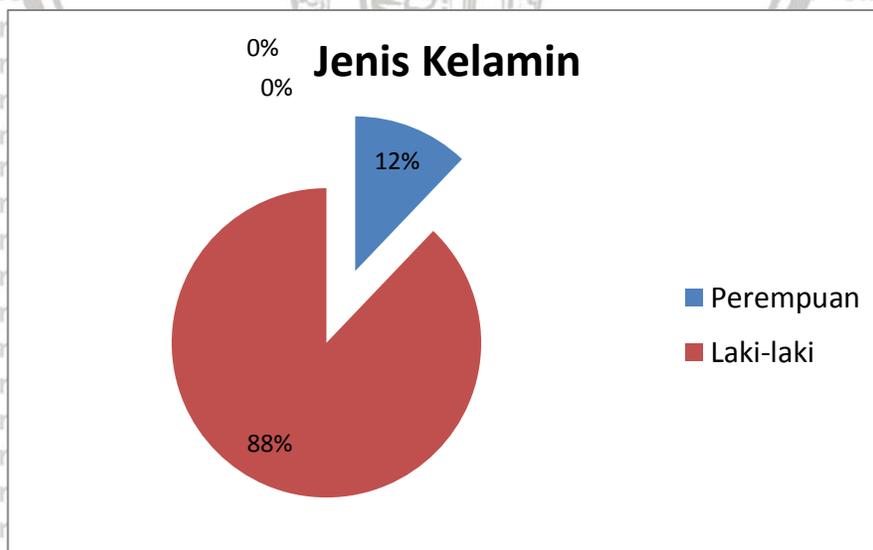
Perhitungan persepsi masyarakat digunakan untuk mengetahui seberapa besar tingkat pengetahuan, sikap, dan tindakan masyarakat dalam menjaga kelestarian Sungai Alista, yang sebagian besar telah dicemari oleh masyarakat petani berupa

beberapa aktifitas manusia di sepanjang sungai, yaitu perkebunan, pariwisata (Bumi Perkemahan Bedengan), dan pekerja penambang pasir dan batu.

5.2.1 Karakteristik Responden

1) Jenis Kelamin

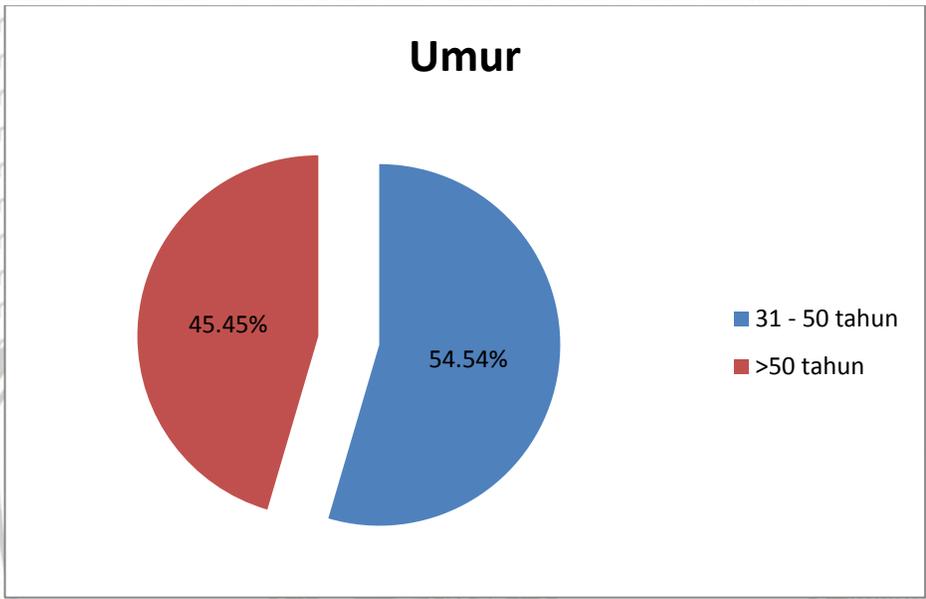
Karakteristik responden digunakan untuk identitas masyarakat yang berperan dalam menyumbang bahan pencemar di sekitar Sungai Alista, dalam hal ini responden yang dipilih adalah petani. Identitas petani meliputi nama, jenis kelamin, usia, pendidikan terakhir, dan pekerjaan. Responden yang diambil sebesar 33 orang yang dilakukan wawancara oleh masyarakat petani di Desa Selorejo. Dalam pengambilan sampel responden didapat petani perempuan sebanyak 4 orang (12,12%) dan petani laki-laki sebanyak 29 orang (87,87%). Menurut Setiawan (2010), bahwa banyaknya jumlah pekerja petani laki-laki berkaitan dengan tanggung jawab untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, sehingga jumlah pekerja paling banyak adalah laki-laki. Persentase jenis kelamin responden dapat dilihat pada Gambar 5.17.



Gambar 5.17 Jenis Kelamin Responden
 Sumber: Hasil Penelitian, 2018

2) **Umur**

Dari semua responden yang telah diwawancarai (33 orang) didapatkan variasi umur dari responden yaitu 31 – 50 tahun dan >50 tahun. Data umur responden berdasarkan penggolongan umur dapat dilihat pada Gambar 5.18.



Gambar 5.18 **Umur Responden**
 Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Dari gambar di atas, sebagian besar jumlah responden (33 orang) termasuk dalam kategori usia produktif (15 - >50 tahun), dengan golongan umur terbanyak adalah golongan umur 31 – 50 tahun (54,54%). Pada golongan umur seperti ini, manusia telah mencapai kematangan dalam pengembangan pola pikir di suatu bidang tertentu. Menurut Mappiere (1993) dalam Kurniasih *et al.*, (2017), bahwa ada kecenderungan bagi seseorang yang telah berusia di atas 35 tahun akan dapat memantapkan dirinya dalam bekerja.

3) **Pendidikan Terakhir**

Berdasarkan hasil wawancara, seluruh responden (33 orang) didapatkan petani memiliki tingkat pendidikan terakhir SD. Dalam tingkatan pendidikan SD dapat

mempengaruhi seseorang memiliki tingkat pengetahuan yang cukup rendah dan kurangnya dalam memiliki sebuah pengalaman. Menurut Cahyono (2011), tingkat pendidikan dan pengalaman seseorang dapat mempengaruhi pola pikir. Semakin tinggi pendidikan yang ditempuh, maka akan semakin luas dalam berpikir. Tingkat pendidikan yang rendah pun dapat mempengaruhi perilaku seseorang.

5.2.2 Persepsi Responden terhadap Pengetahuan, Sikap, dan Tindakan

Berdasarkan hasil perhitungan persepsi masyarakat terhadap pengetahuan, sikap, dan tindakan dalam melestarikan Sungai Alista di Desa Selorejo dengan menggunakan perhitungan skala Likert, didapatkan hasil yang berbeda-beda dan disajikan dalam Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Skor Likert Terhadap Persepsi Masyarakat

No	Persepsi Masyarakat	Skor Likert
1	Pengetahuan	41,81 %
2	Sikap	73,21 %
3	Tindakan	43,78 %

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Hasil perhitungan pada persepsi masyarakat terhadap pengetahuan didapat skor Likert sebesar 41,81 % dengan kategori cukup. Dari hasil pengamatan secara visual, masyarakat tidak sepenuhnya mengetahui tentang fungsi dari makroinvertebrata untuk kelestarian perairan di Sungai Alista dan akibat dari penggunaan bahan kimia dapat merusak ekologi di sungai, sehingga dengan mudah para petani menggunakan pestisida kimia secara berlebihan dalam mengembangkan hasil perkebunan, hanya saja petani sudah melakukan penggunaan pupuk organik dalam area perkebunan mereka. Menurut masyarakat, penggunaan pestisida sangat berguna bagi pertumbuhan tanaman mereka yang

dapat mengusir hama yang akan merusak tanaman, sehingga masyarakat masih sering menggunakan pestisida untuk mempertahankan kualitas hasil kebun. Akan tetapi, bagi ekosistem sungai akan menyebabkan pencemaran air dan mempengaruhi komunitas dari makroinvertebrata karena perubahan substrat dasar sungai sebagai habitat makroinvertebrata.

Hasil perhitungan skala Likert terhadap sikap didapat skor sebesar 73,21 % yang artinya baik. Dalam hal ini, masyarakat masih ada komitmen untuk menjaga kelestarian Sungai Alista, dengan cara mengurangi pembuangan sampah langsung ke sungai, dan beralih menggunakan pupuk organik. Permasalahan merubah sikap masyarakat untuk mengurangi penggunaan pestisida masih sulit karena akan menyangkut dalam kualitas tanaman yang mereka tanami serta biaya yang akan dikeluarkan besar. Bagi keberadaan makroinvertebrata, rendahnya penggunaan bahan pestisida akan dapat mempertahankan substrat dan kandungan bahan organik yang ada sebagai habitat dari makroinvertebrata sendiri.

Hasil perhitungan skala Likert terhadap tindakan masyarakat didapat skor sebesar 43,78 % yang artinya cukup. Dalam hal tindakan, masyarakat (petani) masih sering membuang hasil perkebunan mereka langsung ke sungai, sebagian kecil juga ada yang membuang sisa-sisa pestisida ke sungai. Hal ini akan menyebabkan perubahan jenis substrat pada sungai, karena substrat sangat berpengaruh pada keberadaan dari makroinvertebrata. Adanya perubahan substrat maka adanya perubahan pula dalam kecepatan arus, sehingga ini juga akan menyebabkan perubahan komunitas dari makroinvertebrata.

Sungai memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan, terutama dalam ketersediaan air. Petani sangat membutuhkan air untuk kelangsungan perkebunan mereka pada saat musim kemarau, dengan cara menyedot air menggunakan mesin

diesel untuk disiramkan ke tanaman yang ada di ladang. Upaya pelestarian sungai menurut responden dipandang sangat penting karena menyangkut dalam ketersediaan airnya, tetapi kesadaran dan partisipasi masyarakat masih tergolong rendah dalam upaya melestarikan sungai. Upaya pelestarian sungai masih terasa kurang berjalan, dimana Sungai Alista dimanfaatkan oleh seluruh warga Desa Selorejo mulai dari masyarakat yang tinggal dekat dengan hulu (sumber) sampai masyarakat yang tinggal dekat bagian hilir sungai, tetapi sebagian masyarakat bagian hilir sungai selalu mengeluh karena airnya menyusut. Hal ini juga bisa menyebabkan beberapa kalangan masyarakat untuk enggan melakukan kegiatan pelestarian sungai, sehingga dampaknya kondisi sungai akan menjadi kotor. Pak Bambang (Kepala Desa Selorejo) mengatakan:

“Kami selalu memberikan penyuluhan kepada masyarakat akan pentingnya dalam melestarikan sungai untuk keberlangsungan perkebunan jeruk. Saya sudah memberikan jatah hari apa saja kepada beberapa petani untuk sekiranya dapat mengambil air di sungai. Hanya saja terkadang orang-orang mengambil airnya dalam jumlah yang besar, sehingga warga selalu mengeluh mengapa air sungai selalu kering di saat mereka juga membutuhkan air. Kendala kedua adalah masyarakat masih sering membuang sampah sembarangan di sungai, terutama petani membuang pestisida, bungkus kemasan pupuk, dan hasil perkebunan mereka yang tidak layak ke sungai. Kami sampai selalu membau aroma tidak sedap di sepanjang perjalanan. Alhamdulillah saya membuat sebuah proyek Tempat Penampungan Sampah (TPS), yang dikhususkan untuk seluruh warga Desa Selorejo agar dapat membuang sampahnya langsung ke lokasi. Saya mengharapkan ini bisa terus berjalan dan pengurangan jumlah sampah di sungai bisa berkurang, walaupun sedikit demi sedikit. Ya ini tergantung dari warganya mau apa tidak mereka diajak melakukan program tersebut”

5.3 Rumusan Strategi Pelestarian Sungai Alista di Desa Selorejo

Analisis kesehatan Sungai Alista di Desa Selorejo, Kecamatan Dau dilakukan pemantauan di sepanjang sungai yang melewati Desa Selorejo dan dilakukan pemauntauhan pada 6 stasiun pengamatan yang dibedakan berdasarkan tata guna lahan di sempadan sungai. Dari hasil penelitian ini diperoleh hasil bahwa kondisi

Sungai Alista di Desa Selorejo memiliki status kesehatan sungai mulai dari perairan sangat baik sekali sampai perairan buruk (tercemar). Pada pengamatan 6 stasiun yang diamati, hanya 2 stasiun yang masih memiliki status kesehatan sungai sangat baik sekali karena masih adanya hutan yang dapat mendukung kehidupan dari makroinvertebrata meskipun sudah ada aktifitas manusia berupa tempat rekreasi (Bumi Perkemahan Bedengan), sedangkan 4 stasiun yang berada di wilayah pertanian dan permukiman warga mempunyai status perairan tercemar berat.

Sedangkan untuk analisis persepsi masyarakat Desa Selorejo tentang indikator biologi serta upaya pelestarian Sungai Alista dilakukan wawancara terhadap 33 responden dengan teknik sampling secara random. Responden merupakan petani di sepanjang Sungai Alista. Dari hasil analisis pada persepsi diperoleh hasil bahwa kesadaran masyarakat masih sangat kurang dalam upaya pelestarian sungai, di samping itu masyarakat juga belum mengetahui adanya organisme biologis yang hidup di sungai yaitu makroinvertebrata dalam mengetahui kesehatan sungai, meskipun sudah dijelaskan dengan menggunakan kata-kata yang mudah dimengerti. Di samping itu, masyarakat juga sangat mendukung dan berpartisipasi dalam upaya pelestarian sungai.

Hasil analisis *Bioassessment* menggambarkan kondisi perairan sungai di Desa Selorejo yang hampir mengalami pencemaran, hal ini dapat dilihat dari hasil persepsi masyarakat yaitu masyarakat petani Desa Selorejo umumnya mengetahui pentingnya dalam menjaga lingkungan, akan tetapi kurangnya kesadaran dalam menjaga dan melestarikan lingkungan. Agar dapat mendukung dan meningkatkan kesadaran dan partisipasi masyarakat Desa Selorejo dalam menjaga kelestarian lingkungan di wilayahnya yang akan berdampak pada kondisi sungai terjaga kualitas dan kuantitas airnya, maka dapat dilakukan beberapa strategi dalam memberikan

rekomenadasi. Dari hasil pengamatan dapat diidentifikasi faktor-faktor internal dan eksternal disajikan dalam Tabel 5.11 dan Tabel 5.12.

Tabel 5.11 Matriks Evaluasi Faktor Internal

	Faktor Strategis	Bobot	Rating	Bobot X Rating
Kekuatan				
1	Kualitas sumber daya manusia (petani/masyarakat)	0,105	3	0,317
2	Keanekaragaman jenis makroinvertebrata masih melimpah	0,096	2	0,192
3	Meningkatnya potensi wisata di Desa Selorejo	0,086	3	0,259
4	Kondisi bentang alam yang masih luas di daerah Bedengan	0,115	3,33	0,384
5	Kualitas air di Sungai Alista masih tergolong baik	0,105	3	0,316
Kelemahan				
1	Kualitas tingkat pendidikan sebagian masyarakat masih tergolong rendah	0,096	2,66	0,256
2	Kesadaran masyarakat masih rendah dalam membuang sampah	0,105	3,66	0,387
3	Kualitas air Sungai Alista semakin memburuk disebabkan karena banyaknya aktifitas manusia di sepanjang Sungai Alista	0,086	2,33	0,202
4	Kurangnya penampungan sampah (bak sampah) di sekitar rumah warga	0,105	3,66	0,388
5	Kurangnya penelitian dalam memantau kondisi kualitas lingkungan di sekitar Sungai Alista	0,096	2,66	0,256
Total		1		2,961

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Tabel 5.12 Matriks Evaluasi Faktor Eksternal

Faktor Strategis		Bobot	Rating	Bobot X Rating
Peluang				
1	Komitmen dan dukungan masyarakat Desa Selorejo untuk menjaga kelestarian Sungai Alista	0,153	3,33	0,511
2	Komitmen Kepala Desa Selorejo dalam membuat program TPS (Tempat Pembuangan Sampah)	0,168	3,33	0,556
3	Menjadikan Bumi Perkemahan Bedengan Selorejo sebagai tempat edukasi bagi wisatawan	0,11	3,33	0,368
Ancaman				
1	Banyaknya jumlah wisatawan di daerah Bedengan yang dapat mengindikasikan pencemaran air dan merusak ekosistem makroinvertebrata di Sungai Alista	0,166	3,33	0,556
2	Banyaknya jumlah petani yang menggunakan pestisida	0,138	3	0,415
3	Ketersediaan sumber daya alam akan semakin menurun seiring bertambahnya jumlah penduduk	0,123	3	0,371
4	Pembukaan lahan di daerah terbuka akan meningkat untuk pertanian	0,139	2,66	0,372
Total		1		3,152

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Rekomendasi ini menggunakan analisis SWOT, yaitu analisis dengan merumuskan berdasarkan hasil analisis indikator biologi (makroinvertebrata) dan persepsi masyarakat sehingga dapat diidentifikasi faktor internal dan eksternal di sekitar wilayah Desa Selorejo, yang selanjutnya akan digunakan sebagai dasar untuk merancang strategi pelestarian Sungai Alista. Hal ini mengacu pada faktor kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman yang telah didapat. Dari hasil survei dan penelitian. Untuk mengetahui yang harus dilakukan, dapat dilihat pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Matriks SWOT

Internal	Kekuatan (<i>Strength – S</i>)	Kelemahan (<i>Weakness-W</i>)		
<p>1. Ketersediaan sumber daya manusia (petani atau masyarakat)</p> <p>2. Keanekaragaman jenis makroinvertebrata masih melimpah</p> <p>3. Meningkatnya potensi wisata di Desa Selorejo</p> <p>4. Kondisi bentang alam yang masih luas di daerah Bedengan</p> <p>5. Kualitas air di Sungai Alista masih tergolong baik</p>	<p>1. Kepala Desa bekerja sama dengan masyarakat melakukan penghijauan di sekitar pinggiran Sungai Alista di Desa Selorejo</p> <p>2. Selain sebagai tempat wisata, pengelola Bumi Perkemahan Bedengan bisa melakukan inovasi dengan menambahkan Bedengan sebagai tempat</p>	<p>1. Tingkat pendidikan sebagian masyarakat masih tergolong rendah</p> <p>2. Kesadaran masyarakat masih rendah dalam membuang sampah</p> <p>3. Kualitas air Sungai Alista semakin memburuk seiring dengan berkembangnya daerah wisata di Desa Selorejo</p> <p>4. Kurangnya penampungan sampah (bak sampah) di sekitar rumah warga</p> <p>5. Kurangnya penelitian dalam memantau kondisi kualitas lingkungan di sekitar Sungai Alista</p>		
		Eksternal	Strategi (SO)	Strategi (WO)
		<p>1. Komitmen dan dukungan masyarakat Desa Selorejo untuk menjaga kelestarian Sungai Alista</p> <p>2. Komitmen Kepala Desa Selorejo dalam membuat program TPS (Tempat Pembuangan Sampah)</p> <p>3. Menjadikan Bumi Perkemahan Bedengan Selorejo sebagai tempat</p>	<p>1. Melakukan pelatihan terhadap petani tentang pemantauan kondisi sungai menggunakan indikator biologis, serta mengenalkan jenis-jenis indikator biologis di perairan sungai</p> <p>2. Pembuatan Proyek Tempat Pembuangan Sampah oleh Kepala Desa Selorejo bertujuan agar</p>	<p>1. Melakukan pelatihan terhadap petani tentang pemantauan kondisi sungai menggunakan indikator biologis, serta mengenalkan jenis-jenis indikator biologis di perairan sungai</p> <p>2. Pembuatan Proyek Tempat Pembuangan Sampah oleh Kepala Desa Selorejo bertujuan agar</p>

<p>edukasi bagi wisatawan</p>	<p>edukasi, khususnya anak-anak untuk mengenal tentang ekologi sungai</p> <p>3. Membuat program pengelolaan DAS yang mengikutsertakan peran lembaga, pemerintah, dan masyarakat di sekitar wilayah Sungai Alista</p>	<p>masyarakat berpartisipasi secara langsung untuk menjaga lingkungan</p> <p>3. Membuat tempat pengelolaan limbah komunal yang akan menampung semua limbah pestisida dari setiap ladang perkebunan di Desa Selorejo dan kemudian akan dilakukan pengolahan</p> <p>4. Melakukan rehabilitasi di kawasan yang telah dibuka untuk pertanian untuk mengurangi laju erosi di sungai</p> <p>5. Pemerintah Desa bekerja sama dengan peneliti dari berbagai lembaga untuk turut membantu dalam pemantauan kualitas air sungai</p>
<p>Ancaman (<i>Threats – T</i>)</p> <p>1. Banyaknya jumlah wisatawan di daerah Bedengan yang dapat mengindikasikan pencemaran air di Sungai Alista</p> <p>2. Banyaknya jumlah petani yang menggunakan pestisida</p> <p>3. Ketersediaan sumber daya alam akan semakin menurun</p>	<p>Strategi (ST)</p> <p>1. Mengenalkan indikator biologi (makroinvertebrata) kepada anak-anak sejak dini</p> <p>2. Memaksimalkan fungsi suatu bentang alam di Bedengan untuk peruntukannya agar</p>	<p>Strategi (WT)</p> <p>1. Membentuk sebuah kelompok pengawas di kawasan wisata Bedengan untuk mencegah wisatawan membuang sampah di sungai</p> <p>2. Memfasilitasi masyarakat untuk aktif dalam berbagai kegiatan lingkungan</p>

<p>seiring bertambahnya jumlah penduduk</p>	<p>tidak terlalu membuka daerah terbuka yang akan digunakan untuk</p>	<p>3. Penggunaan dana desa untuk pembangunan</p>
<p>4. Pembukaan lahan di daerah terbuka akan meningkat untuk pertanian</p>	<p>pertanian seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk</p>	<p>fasilitas kebersihan</p>
	<p>3. Mengajak para petani untuk mengurangi pemakaian bahan kimia dengan menggunakan pestisida yang ramah untuk lingkungan</p>	

Dari hasil matriks SWOT di atas, maka dapat diperoleh hasil strategi berdasarkan strategi SO, WO, ST, dan WT dari pengamatan terhadap indikator biologi (makroinvertebrata) dan persepsi masyarakat adalah sebagai berikut:

- 1) Strategi *Strength – Opportunities* (SO) adalah strategi yang digunakan untuk memaksimalkan peluang untuk memperoleh kekuatan yang sebesar-besarnya yaitu dengan cara sebagai berikut:
 - a) Kepala Desa bekerja sama dengan masyarakat melakukan penghijauan dengan cara menanam tanaman yang dapat mendukung daya serap bagi tanah dan air di sekitar sempadan Sungai Alista di Desa Selorejo.
 - b) Selain sebagai tempat wisata, pengelola Bumi Perkemahan Bedengan bisa melakukan inovasi dengan menambahkan Bedengan sebagai tempat edukasi, khususnya anak-anak untuk mengenal tentang ekologi sungai berupa pengenalan hewan dan tumbuhan di sekitar sungai, yaitu dengan cara memberikan gambar hasil penelitian.

c) Membuat kegiatan pengelolaan DAS dengan memperbaiki keseimbangan ekologi seperti kualitas air dan keanekaragaman hayati, yang mengikutsertakan peran lembaga, pemerintah, dan masyarakat di sekitar wilayah Sungai Alista.

2) Strategi *Strength – Threats* (ST) adalah strategi yang menggunakan kekuatan yang dimiliki untuk mengantisipasi ancaman yang akan timbul yaitu dengan cara sebagai berikut:

- a) Mengenalkan indikator biologi (makroinvertebrata) kepada anak-anak sejak dini dengan cara memberikan petunjuk secara nyata hewan apa saja yang ada di dalam badan sungai.
- b) Memaksimalkan fungsi suatu bentang alam di Bedengan untuk peruntukannya dengan tidak terlalu membuka daerah terbuka yang akan digunakan untuk pertanian seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk.
- c) Mengajak para petani untuk mengurangi pemakaian bahan kimia dengan menggunakan pestisida yang ramah untuk lingkungan.

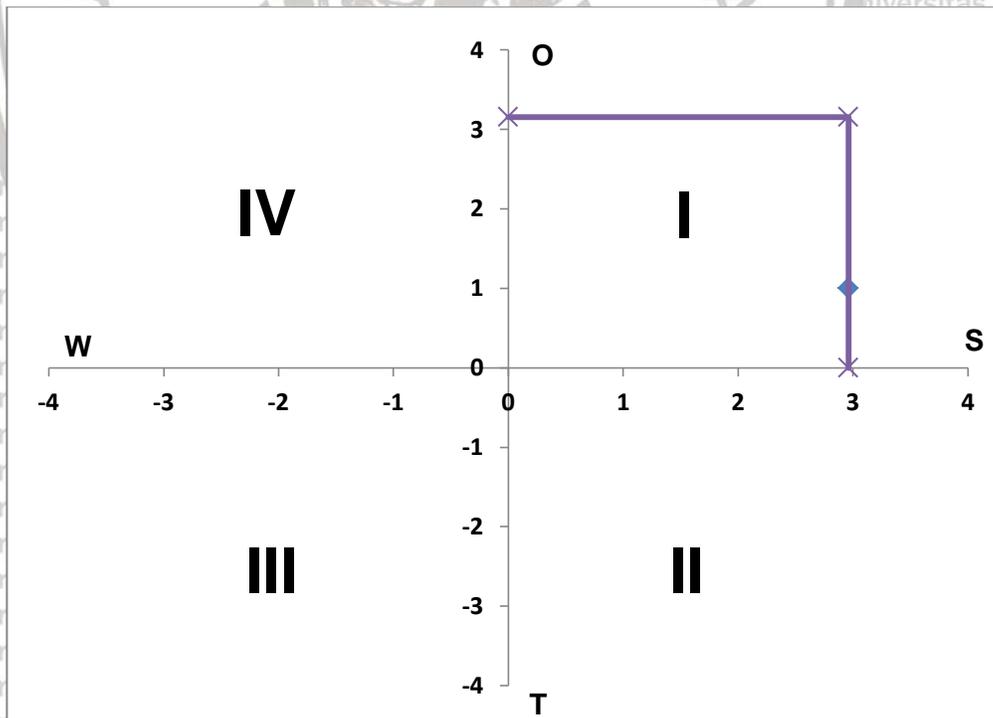
3) Strategi *Weakness – Opportunities* (WO) adalah strategi dengan memanfaatkan setiap peluang yang ada untuk meminimalkan kelemahan yaitu dengan cara:

- a) Memberikan penyuluhan terhadap petani tentang pemantauan kondisi sungai menggunakan indikator biologis, serta mengenalkan jenis-jenis indikator biologis di perairan sungai.
- b) Membuat bank sampah agar masyarakat berpartisipasi secara langsung untuk menjaga lingkungan dengan cara memilah sampah basah dan kering.
- c) Pemerintah Desa bekerja sama dengan peneliti dari berbagai lembaga untuk turut membantu dengan cara pemantauan kualitas air sungai.

4) Strategi *Weakness – Threats* (WT) adalah strategi dengan meminimalkan kelemahan yang ada serta menghindari ancaman yang akan dihadapi nantinya yaitu dengan cara sebagai berikut:

- a) Membentuk sebuah kelompok pengawas di kawasan wisata Bedengan untuk mencegah wisatawan membuang sampah di sungai.
- b) Memfasilitasi masyarakat untuk aktif dalam berbagai kegiatan lingkungan.
- c) Penggunaan dana desa untuk pembangunan fasilitas kebersihan, seperti pemberian tong sampah di setiap rumah dan alat-alat kebersihan bagi warga.

Dari hasil strategis yang telah dibuat, dapat disimpulkan dengan menggunakan kuadran SWOT untuk melihat potensi seberapa besar perkembangan yang ada di Desa Selorejo. Kuadran analisis SWOT dapat dilihat pada Gambar 5.19.



Gambar 5.19 Kuadran Analisis SWOT

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Dari kuadran analisis SWOT di atas, kuadran yang dihasilkan terletak pada Kuadran I, dimana Kuadran I adalah menandakan bahwa Desa Selorejo masih memiliki peluang besar dalam mengembangkan kawasan wisatanya yang akan menjadikan Desa Selorejo menjadi desa wisata, yaitu adanya kawasan wisata petik jeruk dan kawasan perkemahan di Bedengan. Akan tetapi, seiring berkembangnya daerah wisata di Desa Selorejo, dapat mengindikasikan adanya pencemaran dengan bertambahnya jumlah wisatawan yang berkunjung, serta berkembangnya desa wisata petik jeruk, maka banyak petani akan menanam jeruk dan menggunakan pestisida dalam jumlah besar.

5.4 Pembahasan Umum Hasil Penelitian

Hasil analisa terhadap indikator biologi (makroinvertebrata) didapat bahwa di sepanjang Sungai Alista memiliki status kesehatan sungai dari sangat baik sekali hingga buruk. Dilihat dari hasil persepsi masyarakat petani di sepanjang Sungai Alista, didapat bahwa petani tidak mengetahui tentang kondisi sungai dan keberadaan makroinvertebrata, sehingga petani dengan bebas membuang sisa-sisa hasil perkebunan secara langsung ke sungai dan pembuangan sisa pestisida ke sungai. Pengaruh ini dapat mengakibatkan perubahan komunitas makroinvertebrata karena adanya perubahan substrat dasar sungai yang bermanfaat sebagai sumber makanan bagi makroinvertebrata. Adanya perubahan substrat nantinya akan memunculkan jenis makroinvertebrata yang buruk dan menghilangnya jenis makroinvertebrata yang baik. petani menggunakan pestisida kimia secara berlebihan dalam mengembangkan hasil perkebunan. Penyusunan strategi pelestarian Sungai Alista didasari oleh pengamatan indikator biologi dan pengamatan persepsi masyarakat.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan, yaitu persepsi masyarakat, indikator biologi (makroinvertebrata) terhadap upaya pelestarian Sungai Alista di Desa Selorejo Kecamatan Dau, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1) Hasil analisis kesehatan sungai dengan menggunakan Indeks BMWP, diperoleh hasil ASPT pada stasiun 1 sebesar 6,38 dan stasiun 2 sebesar 6,66 yang mengindikasikan bahwa stasiun 1 dan 2 masih tergolong sangat baik, hasil ASPT pada stasiun 3 sebesar 4,31 yang mengindikasikan perairan cukup buruk, serta hasil ASPT pada stasiun 4 sebesar 3,58, stasiun 5 sebesar 3,63, dan stasiun 6 sebesar 2,85 mengindikasikan perairan buruk. Dengan hasil pengukuran kualitas air di Sungai Alista diperoleh hasil kecepatan arus berkisar 0,32 – 0,67 m/detik, suhu berkisar antara 20,1 – 27,6 °C, pH air bernilai 7, DO berkisar antara 6,61 – 8,02 mg/l, ammonia berkisar antara 0,12 – 0,45 mg/l, kesadahan berkisar antara 54 – 146 mg/l, BOD₅ berkisar antara 0,45 – 0,97 mg/l, dan COD berkisar antara 6,99 – 20,98 mg/l.

2) Hasil perhitungan persepsi masyarakat didapatkan berupa pengetahuan sebesar 41,81%, sikap sebesar 73,21%, dan tindakan sebesar 43,78%. Hasil ini menunjukkan dalam pengetahuan masyarakat serta tindakan terhadap kelestarian sungai masih kurang, namun sikap untuk melestarikan sungai kembali tergolong baik.

3) Dari hasil penelitian di lapang maka direkomendasikan perlu adanya langkah-langkah yang tepat untuk menumbuhkan kesadaran serta partisipasi masyarakat dalam upaya pelestarian Sungai Alista, yaitu membuat bank sampah, tempat

pengelolaan limbah pestisida, dan membentuk sebuah kelompok kecil untuk pengawasan dan pelaksanaan penghijauan di sekitar sungai.

6.2 Saran

Untuk mengatasi kondisi sungai yang telah mengalami pencemaran dan kurangnya kesadaran masyarakat dalam menjaga kelestarian lingkungan di Desa Selorejo maka disarankan beberapa program sebagai berikut:

- 1) Pembuatan proyek Tempat Penampungan Sampah oleh Kepala Desa Selorejo, bertujuan supaya masyarakat tidak lagi membuang sampah di sungai, terutama para petani yang selalu membuang hasil perkebunannya langsung di sungai.
- 2) Pembuatan instalansi pengelohan limbah, bertujuan untuk mengurangi jumlah limbah yang dibuang secara langsung di sungai sehingga sungai menjadi bersih dan terhindar dari pencemaran, serta diharapkan setelah mengolah limbah bisa digunakan kembali oleh warga desa.
- 3) Dibentuknya kelompok pengawas yang terdiri dari warga desa diharapkan mampu mengawasi masyarakat untuk tidak membuang sampah kembali ke sungai.

Perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait dengan partisipasi masyarakat terhadap kelestarian sungai, sehingga hasilnya dapat digunakan secara akurat.

DAFTAR PUSTAKA

Abdalla, F. A, dan T. Scheytt. 2012. Hydrochemistry of Surface Water and Groundwater from a Fractured Carbonate Aquifer in the Helwan, Egypt. *J.Earth. Syst* pp. 109-124.

Abel, P. D. 2002. Water Pollution Biology. Second Edition. Taylor & Francis e-Library. The Northumbrian Water Ecology Centre, University of Sunderland. London.

Amalia, R. 2010. Pengelompokan Stasiun Pengamatan di Sungai Gebyak Desa Tawangsari Kecamatan Pujon Kabupaten Malang Berdasarkan Makrozoobentos. (Skripsi). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang. Tidak Diterbitkan.

Arikunto, Suharsimi. 2006. Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek. Jakarta: PT Rineka Cipta.

Alemu, T.; Weyuma, T.; E. Alemayehu; dan A. Ambelu. 2017. Identifying Riparian Vegetation as Indicator of Stream Water Quality in The Gilbel Catchment, Southwestern Ethiopia. DOI: 10.1002/eco.1915.

Barus, T. A. 2002. Pengantar Limnologi. Jurusan Biologi Fakultas MIPA. USU. Medan.

Bartol, K. M., dan D. C. Martin. 1991. Management, New York: McGraw Hill, Inc.

Buczyńska, E., S. Czachorowski, P. Buczyński, J. Pakulnicka, E. Stępień, A. Szlauer-Lukaszewska, R. Stryjecki and A. Zawal. 2017. Environmental Heterogeneity at Different Scales: Key Factors Affecting Caddisfly Larvae Assemblages in Standing Waters within a Lowland River Catchment. *J. Limnol.*, 76(2): 305-325.

Cahyono, Andy S. 2011. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Petani Menyadap Pinus di Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Gombang. Balai Penelitian Kehutanan Solo.

Calow, Peter P. 1998. The Encyclopedia of Ecology and Environmental Management. Blackwell Science. Oxford. USA.

Cardoso, Mylena S., dan Shimano, Y., dan Nabout, J. C., dan Juen, L. 2015. An Estimate of The Potential Number of Mayfly Species (Ephemeroptera, Insecta) still to be Described in Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 59 (2015) 147-153.

Catur, N. 2005. Studi Persepsi Masyarakat Terhadap Taman Suropati dalam Upaya Melestarikannya Sebagai Taman Kota Bersejarah di Jakarta [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Cota, L.; M. Goulart; P. Moreno; dan M. Callisto. 2002. Rapid Assessment of River Water Quality using an Adapted BMWP Index: a Practical Tool to Evaluate Ecosystem Health. *Verh Internat. 28 Verein Limnol* 1 – 4.

Creswell, John W. 2009. *Research Design Pendekatan Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, dan Mixed*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

de Zwart, D. dan R. C. Trivedi. 1995. *Manual on Intergrated Water Quality Evaluation Appendix 6 Taxonomical Key for Biological Water Quality Determination*. The Murray Darling Freshwater Research Centre. Albury.

Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Edisi V*. Kanisius. Yogyakarta.

Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius. Yogyakarta.

Frid, Chris dan Mike Dobson. 2013. *Ecology of Aquatic Management*. Second Edition. University Press Oxford. United Kingdom.

Galbrand, C.; I. G. Lemieux; A. E. Ghaly; R. Cote; dan M. Verma. 2007. Assessment of Constructed Wetland Biological Integrity Using Aquatic Macroinvertebrate. *Online Journal of Biological Sciences* 7 (2): 52-65. ISSN 1608-4217. Science Publications. Dalhousie University. Canada.

Gianina, P. 2013. "Bioassesment" Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji Kota Batu Jawa Timur Menggunakan Makroinvertebrata. (Skripsi). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang. Tidak Diterbitkan.

Gooderham, John dan Tsyrlin Edward. 2002. *The Waterbug Book, A Guide to The Freshwater Macroinvertebrates of Temperate Australia*. CSIRO Publishing. Australia.

Gomi, T.; S. Kobayashi; J. N. Negishi.; and F. Imaizumi. 2010. Short-term Responses of Macroinvertebrate Drift Following Experimental Sediment Flushing in a Japanese Headwater Channel. *Landscape Ecol Eng* (2010) 6:257-270.

Gordon, Nancy D.; Thomas A. McMahon; Brian L. Finlayson; Christopher J. Gippel; dan Rory J. Nathan. 2004. Stream Hydrology, An Introduction for Ecologist. Edisi Kedua. John Wiley & Sons, Ltd. England.

Gupta, Sunit. 2005. Environment Crisis and Management (Indian Case). Institute of Environmental Development Studies, Lucknow. Sarup & Sons. New Delhi.

Harihanto. 2001. Persepsi, Sikap dan Perilaku Masyarakat Terhadap Air Sungai [Disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Hariyadi, S.; I. N. N. Suryadiputra; dan B. Widigdo 1992. Limnologi: Penuntun Praktikum dan Metoda Analisa Kualitas Air. Faperik. IPB.

Hawkes, H. A. 1998. Origin and Development of The Biological Monitoring Working Party Score System. Water Research 32: 964-968.

Hawking dan Smith, F. J. 1997. Colour Guide to Invertebrates of Australian Inland Water. Identification Guide Freshwater Ecology. Murray Darling Freshwater Research Centre. PO BOX 921 Albury NSW 2640.

Hynes, H.B.N. 1972. The Ecology of Running Waters Secondary Printing. Liverpool University Press. New Jersey. USA.

Johan, T. I, dan Edimarwan. 2011. Dampak Penambangan Emas Terhadap Kualitas Air Sungai Singingi di Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau. Jurnal Lingkungan Hidup. ISSN 1978-5283.

Kasiri, M.; M. Sudagar; dan S. A. Hosseini. 2011. Effect of Water Hardness on Egg Hatchability and Larval Viability of Angelfish (*Pterophyllum scalare* (Schultze, 1823). International Journal of Research in Fisheries and Aquaculture.

Kordi, K. dan A. B. Tancung. 2005. Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan. Cetakan Kedua. Rineka Cipta. Jakarta.

Kurniasih, Dian; Sudarta, Wayan; dan Nyoman Parining. 2017. Hubungan Antara Karakteristik Petani dengan Motivasinya dalam Membudidayakan Tanaman Tebu. Program Studi Agribisnis FP. Universitas Udayana. E-Jurnal Agribisnis dan Agrowisata. ISSN: 2301 – 6523.

Lawson-Wood, Kathryn dan Ian Robertson. 2016. Water Analysis Using LAMBDA UV-Visible Spectrophotometers: Chemical Oxygen Demand Determination, (ed). Application Note. Perkin Elmer.Inc.

Leavitt. H J, 1978. Psikologi Manajemen. Jakarta (ID): Penerbit Erlangga.

LeCompte, Margaret D. dan Jean J. Schensul. 2010. Designing and Conducting Ethnographic Research. Second Edition. Alta Mira Press. United Kingdom, USA.

Makmur, M.; H. Kusnopranto; S. S. Moersidik; dan D. S. Wisnubroto. 2012. Pengaruh Limbah Organik dan Rasio N/P Terhadap Kelimpahan Fitoplankton di Kawasan Budidaya Kerang Hijau Cilincing. Volume 15 Nomor 2. ISSN 1410-9565. UI Jakarta.

Martinez, F. B. and I. C. Galera. 2011. Monitoring and Evaluation of the Water Quality of Taal Lake, Talisay, Batangas, Philippines. Academic Research International, vol. 1, ISSN 2223-9553. <http://www.savap.org.pk/journals/pdf>.

Michael, P. 1984. Ecological Methods For Field And Laboratory Investigation Fourth Printing. USA: Tata Mc Graw Hill Publishing Company. New York.

Mulyanto. 1995. Makrobentos Sebagai Indikator Biologi Perubahan Kualitas Air di Sungai Amprong Malang. Fakultas Perikanan-UB. Malang.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Baku Mutu Kualitas Air.

Quigley, M. 1977. Invertebrates of Streams and Rivers: A Key to Identification. Edward Arnold. Nene Collage Northampton. Springer. Netherland.

Rashid, Rafia dan Pandit, Ashok K. 2014. Macroinvertebrates (Oligochaetes) as Indicators of Pollution: A Review. Journal of Ecology and The Natural Environment. ISSN 2006-9847.

Segers, Hendrik dan Koen Martens. 2005. Aquatic Biodiversity II: The Diversity of Aquatic Ecosystem.

Setiawan, Satrio Adi. 2010. Pengaruh Umur, Pendidikan, Pengalaman Kerja dan Jenis Kelamin terhadap Lama Mencari Kerja Bagi Tenaga Kerja Terdidik di Kota Magelang. Universitas Diponegoro Semarang. Skripsi.

Shimba, M.J. and F.E. Jonah. 2016. Macroinvertebrates as Bioindicators of Water Quality in The Mkondoa River, Tanzania, in an Agricultural Area. African Journal of Aquatic Science, 41(4): 453-461.

Singarimbun, M., dan S. Effendi. 1995. Metode Penelitian Survei, Edisi Revisi. Jakarta: PT. Pustaka LP3ES.

- Sudrajat A. 2003. Persepsi Birokrat Tentang Otonomi Bidang Kehutanan [Disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Subarijanti, H. U. 1990. Diktat Kuliah Limnologi. LUW-UNIBRAW_FISH. Fisheries Project. Malang.
- Sugiyono. 2009. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Sudaryanti. 1997. Prosiding Pelatihan Pemantauan Kualitas Air Sungai Secara Biologis. Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. Bekerjasama dengan Department of Water Quality Management Aquatic Ecology Wageningen Agricultural University, the Netherlands.
- _____. 1998. Studi Pendahuluan Mengenai Penggunaan Teknis Analisis Multivariete untuk Menduga Kondisi Ekologis Sungai Brantas. Disampaikan pada Symposium on Environmental Chemistry and Toxicology. UGM. Yogyakarta.
- _____. 2002. Keanekaragaman Hayati Ekosistem Perairan Untuk Pemantauan Kondisi Lingkungan Menuju Pertanian Berkesinambungan (Bahan Bacaan Pelatihan Pengelolaan dan Konservasi Lahan). Laboratorium Perairan Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya Malang.
- _____. 2003. Petunjuk Teknis Bioassessment Pengambilan Contoh Makroinvertebrata Dengan Jala Tani.
- Thorp, James H dan Rogers D. Christopher. 2010. Field Guide to Freshwater Invertebrates of North America. Academic Press is an imprint of Elsevier. British Library USA.
- Wang, Z.Y., J.H.W. Lee, D. Cheng dan X. Duan. 2008. Benthic Invertebrates Investigation in The East River and Habitat Restoration Strategies. Journal of Hydro-environment Research, 2(1): 19-27.
- Welch, E. B. 1980. Ecological Effect of Waste Water. Cambridge Press. Cambridge.
- Yang, Qiong; Liu Zhenyao; dan Jidong Yang. 2009. Simultaneous Determination of Chemical Oxygen Demand (COD) and Biological Oxygen Demand (BOD5) in Wastewater by Near-Infrared Spectrometry. Scientific Research. J. Water Resource and Protection, 2009, 4, 286-289.

Zulkifli, H. dan D. Setiawan. 2011. Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Sungai Musi Kawasan Pulokerto Sebagai Instrumen Bionitoring. FMIPA, Universitas Sriwijaya. Sumatera Selatan.



Lampiran 1. Instrumen Kuisisioner untuk Responden

**JUDUL PENELITIAN : STRATEGI PELESTARIAN SUNGAI MENGGUNAKAN
INDIKATOR BIOLOGI (MAKROINVERTEBRATA) DI DESA
SELOREJO KECAMATAN DAU KABUPATEN MALANG**

DAFTAR PERTANYAAN

1. Biodata Responden

- 1.1 Nama :
- 1.2 Jenis Kelamin :
 - a. Laki-laki
 - b. Perempuan
- 1.3 Usia Anda :
 - a. 15 – 20 tahun
 - b. 21 – 26 tahun
 - c. 27 – 30 tahun
 - d. 31 – 50 tahun
 - e. > 50 tahun
- 1.4 Pendidikan terakhir :
 - a. SD
 - b. SMP
 - c. SMA
 - d. Perguruan Tinggi
 - e. Lain-lain
- 1.5 Pekerjaan :
 - a. Petani
 - b. Mahasiswa
 - c. Wiraswasta
 - d. PNS
 - e. Lain-lain

A. Pertanyaan untuk Skala Pengukuran Pengetahuan Responden

- A1. Apakah Bapak/Ibu mengetahui apa yang dimaksud dengan sungai ?
 - a. Sangat Mengetahui
 - b. Mengetahui
 - c. Netral
 - d. Kurang Mengetahui
 - e. Tidak Mengetahui
- A2. Apakah Bapak/Ibu mengetahui apa peran dan manfaat dari sungai ?
 - a. Sangat Mengetahui
 - b. Mengetahui
 - c. Netral
 - d. Kurang Mengetahui
 - e. Tidak Mengetahui
- A3. Apakah Bapak/Ibu mengetahui apa yang dimaksud dengan serangga air ?
 - a. Sangat Mengetahui
 - b. Mengetahui
 - c. Netral
 - d. Kurang Mengetahui
 - e. Tidak Mengetahui



A4. Apakah Bapak/Ibu mengetahui adanya peristiwa makan memakan (rantai makanan) yang terjadi di dalam sungai ?

- a. Sangat Mengetahui
- b. Mengetahui
- c. Netral
- d. Kurang Mengetahui
- e. Tidak Mengetahui

A5. Apakah Bapak/Ibu mengetahui dampak yang diakibatkan dari pemakaian pestisida kimia terhadap hewan-hewan yang berada di dalam sungai ?

- a. Sangat Mengetahui
- b. Mengetahui
- c. Netral
- d. Kurang Mengetahui
- e. Tidak Mengetahui

A6. Apakah Bapak/Ibu mengetahui adanya serangga air di dalam sungai ?

- a. Sangat Mengetahui
- b. Mengetahui
- c. Netral
- d. Kurang Mengetahui
- e. Tidak Mengetahui

A7. Apakah Bapak/Ibu mengetahui adanya serangga air yang berperan sebagai pelestarian sungai ?

- a. Sangat Mengetahui
- b. Mengetahui
- c. Netral
- d. Kurang Mengetahui
- e. Tidak Mengetahui

A8. Apakah Bapak/Ibu mengetahui pentingnya peran Bapak/Ibu untuk selalu menjaga kelestarian sungai ?

- a. Sangat Mengetahui
- b. Mengetahui
- c. Netral
- d. Kurang Mengetahui
- e. Tidak Mengetahui

B. Pertanyaan Untuk Sikap Masyarakat

B1. Bagaimana sikap Bapak/Ibu jika pembuangan sampah di sungai dikurangi ?

- a. Sangat Setuju
- b. Setuju
- c. Netral
- d. Kurang Setuju
- e. Tidak Setuju

B2. Apakah Bapak/Ibu setuju untuk beralih menggunakan pupuk organik daripada penggunaan pestisida ?

- a. Sangat Setuju
- b. Setuju
- c. Netral
- d. Kurang Setuju
- e. Tidak Setuju

B3. Apakah Bapak/Ibu setuju untuk selalu menjaga kelestarian sungai ?

- a. Sangat Setuju
- b. Setuju
- c. Netral
- d. Kurang Setuju
- e. Tidak Setuju

B4. Apakah Bapak/Ibu setuju jika serangga air yang berperan sebagai pendeteksi lingkungan dijaga kelestariannya karena memberikan manfaat ekologis ?

- a. Sangat Setuju
- b. Setuju
- c. Netral
- d. Kurang Setuju
- e. Tidak Setuju



- b. Setuju
c. Netral
e. Tidak Setuju

B5. Apakah Bapak/Ibu setuju dengan adanya upaya pelestarian sungai dapat meningkatkan manfaat ekologi dan ekonomi ?

- a. Sangat Setuju
b. Setuju
c. Netral
d. Kurang Setuju
e. Tidak Setuju

C. Pertanyaan untuk Tindakan Masyarakat

C1. Apakah Bapak/Ibu pernah menggunakan pestisida kimia dalam pengolahan pertanian ?

- a. >6 kali/tahun
b. 5 - 6 kali/tahun
c. 3 - 4 kali/tahun
d. 1 - 2 kali/tahun
e. 0

C2. Apakah Bapak/Ibu pernah menggunakan pupuk organik untuk bertani ?

- a. Sangat Pernah
b. Pernah
c. Netral
d. Jarang Sekali
e. Tidak Pernah

C3. Apakah Bapak/Ibu pernah berpikir membuang sampah di sungai dapat menyebabkan pencemaran air sungai ?

- a. Sangat Pernah
b. Pernah
c. Netral
d. Jarang Sekali
e. Tidak Pernah

C4. Apakah Bapak/Ibu pernah membuang sisa pestisida ke sungai yang dapat menyebabkan pencemaran air sungai ?

- a. Sangat Pernah
b. Pernah
c. Netral
d. Jarang Sekali
e. Tidak Pernah

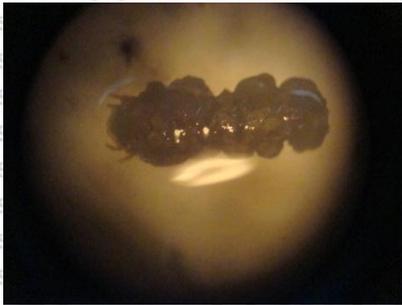
C5. Apakah Bapak/Ibu pernah untuk membersihkan sungai jika ada sampah di sekitar sungai ?

- a. > 6 kali/tahun
b. 5 - 6 kali/tahun
c. 3 - 4 kali/tahun
d. 1 - 2 kali/tahun
e. 0

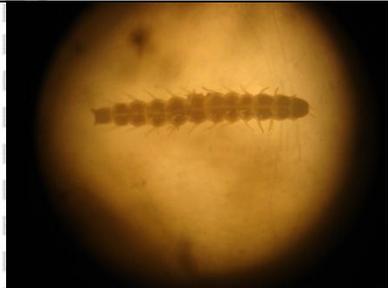
C6. Apakah Bapak/Ibu pernah untuk menjaga kelestarian sungai dalam menjaga kualitas lingkungan ?

- a. > 6 kali/tahun
b. 5 - 6 kali/tahun
c. 3 - 4 kali/tahun
d. 1 - 2 kali/tahun
e. 0

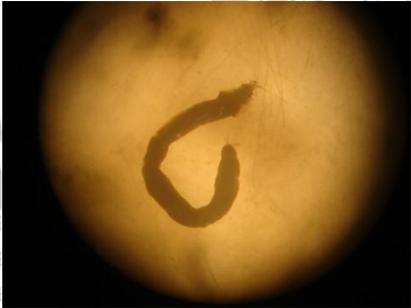
Lampiran 2. Makroinvertebrata yang Ditemukan

NO	Makroinvertebrata		Klasifikasi
	Hasil Pengamatan	Gambar literatur	
1		 Doc. google ^a	Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Trichoptera Famili: Glossosomatidae
2		 Doc. google ^c	Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Trichoptera Famili: Hydrobiosidae
3		 Doc. google ^d	Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Trichoptera Famili: Leptoceridae
4		 Doc. google ^e	Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Trichoptera Famili: Hydropsychidae

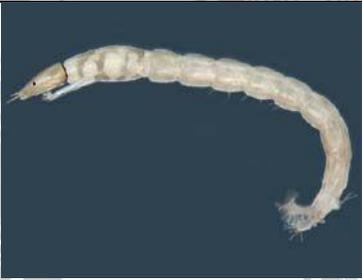
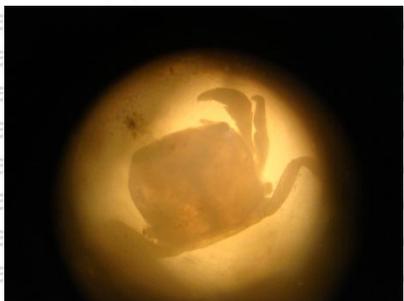
Lanjutan Lampiran 2

NO	Makroinvertebrata		Klasifikasi
	Hasil Pengamatan	Gambar literatur	
5		 Doc. google ^g	Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Trichoptera Famili: Lepidostomatidae
6		 Doc. mdfr ^b	Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Coleoptera Famili: Elmidae (L)
7		 Doc. google ^h	Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Coleoptera Famili: Elmidae (D)
8		 Doc. google ⁱ	Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Coleoptera Famili: Lampiridae

Lanjutan Lampiran 2

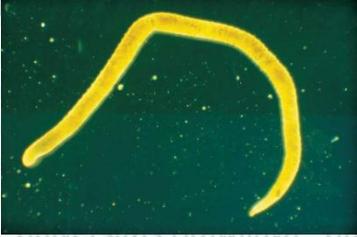
NO	Makroinvertebrata		Klasifikasi
	Hasil Pengamatan	Gambar literatur	
9		 Doc. mdfrc ^d	Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Diptera Famili: Tabanidae
10		 Doc. google ^m	Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Diptera Famili: Simuliidae (L)
11		 Doc. mdfrc ^e	Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Diptera Famili: Tipulidae
12		 Doc. google ^o	Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Diptera Famili: Muscidae

Lanjutan Lampiran 2

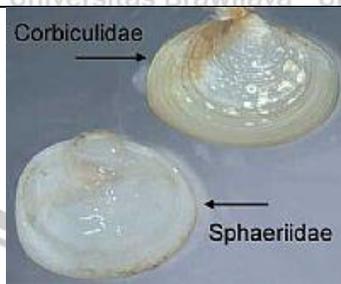
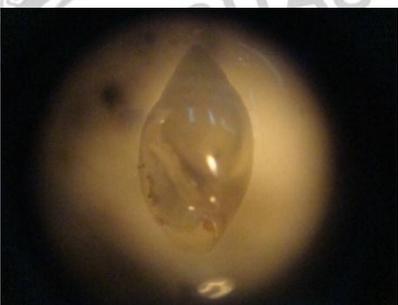
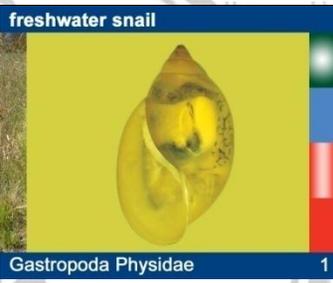
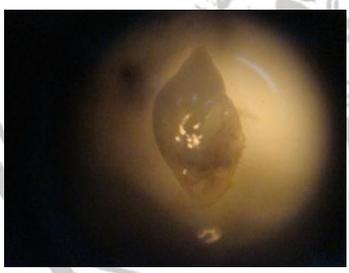
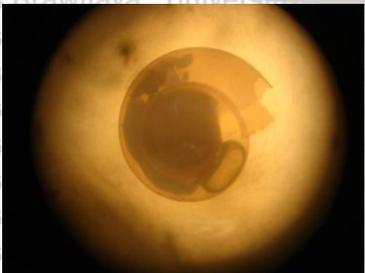
NO	Makroinvertebrata		Klasifikasi
	Hasil Pengamatan	Gambar literatur	
13		 Doc. mdfr ^f	Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Diptera Famili: Chironomidae (P)
14		 Doc. mdfr ^h	Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Diptera Famili: Chironomidae
15		 Doc. google ^r	Filum: Platyhelminthes Kelas: Turbellaria Ordo: Tricladida Famili: Planariidae
16		 Doc. google ^s	Filum: Arthropoda Kelas: Crustacea Ordo: Decapoda Famili: Grapsidae

NO	Makroinvertebrata		Klasifikasi
	Hasil Pengamatan	Gambar literatur	
17		 Doc. google ^t	Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Odonata Famili: Amphipterygidae
18		 Doc. mdfr ^j	Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Ephemeroptera Famili: Caenidae
19		 Doc. mdfr ^j	Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Odonata Famili: Heptageniidae
20		 Doc. mdfr ^k	Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Ephemeroptera Famili: Baetidae

Lanjutan Lampiran 2

NO	Makroinvertebrata		Klasifikasi
	Hasil Pengamatan	Gambar literatur	
21		 Doc. google ^w	Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Plecoptera Subordo: Setipalpia Famili: Perlidae
22		 Doc. google ^x	Filum: Annelida Kelas: Hirudinea Ordo: - Famili: Richardsonianidae
23		 Doc. google ^y	Filum: Annelida Kelas: Oligochaeta Ordo: - Famili: Tubificidae
24		 Doc. mdfr ^m	Filum: Annelida Kelas: Oligochaeta Ordo: - Famili: Lumbriculidae

Lanjutan Lampiran 2

NO	Makroinvertebrata		Klasifikasi
	Hasil Pengamatan	Gambar literatur	
25		 <p>Doc. mdfrcⁿ</p>	<p>Filum: Mollusca Kelas: Bivalvia Ordo: - Famili: Ancyliidae</p>
26		 <p>Doc. Mdfrc^o</p>	<p>Filum: Mollusca Kelas: Gastropoda Ordo: - Famili: Physidae</p>
27		 <p>Doc. mdfrc^p</p>	<p>Filum: Mollusca Kelas: Gastropoda Ordo: - Famili: Lymnaeidae</p>
28		 <p>Doc. google^z</p>	<p>Filum: Mollusca Kelas: Gastropoda Ordo: - Famili: Planorbidae</p>

Lampiran 3. Data Lengkap Hasil Wawancara

No	Nama	Usia	Pend. Akhir	Pekerjaan	L/P	PENGETAHUAN (A)						
						1	2	3	4	5	6	7
1	Bu Aya	47	SD	Petani	P	1	1	1	1	1	1	1
2	Pak Kasri	>50	SD	Petani	L	1	1	1	1	1	1	1
3	Pak Yasmono	>50	SD	Petani	L	3	1	1	1	1	2	1
4	Bu Warsinih	>50	Lain-lain	Petani	P	3	1	1	1	1	1	1
5	Pak Shaleman	>50	SD	Petani	L	3	3	1	1	1	1	1
6	Pak Sugi	>50	SD	Petani	L	2	1	1	1	1	2	1
7	Pak Kusno	>50	SD	Petani	L	3	2	1	1	2	2	1
8	Pak Kartomo	>50	SD	Petani	L	4	2	1	1	1	2	1
9	Pak Dudi	33	SD	Petani	L	2	1	1	1	1	4	1
10	Pak Madi	>50	SD	Petani	L	1	1	1	1	2	2	1
11	Pak Didik	43	SD	Petani	L	2	1	1	1	1	2	1
12	Pak Wisnu	45	SD	Petani	L	1	1	1	1	1	1	1
13	Pak Diki	40	SD	Petani	L	2	1	1	1	1	2	1
14	Pak Ihsan	47	SD	Petani	L	2	1	1	1	1	2	1
15	Pak Andi	47	SD	Petani	L	2	2	1	1	1	1	1
16	Bu Yana	>50	SD	Petani	P	1	1	1	1	1	1	1
17	Pak Sutadi	46	SD	Petani	L	2	2	1	1	1	1	1
18	Pak Joko	46	SD	Petani	L	1	2	1	1	1	1	1
19	Pak Widodo	48	SD	Petani	L	2	2	1	1	1	2	1
20	Pak Hartono	47	SD	Petani	L	2	1	1	1	1	2	2
21	Pak Sunato	50	SD	Petani	L	2	1	1	1	1	2	1
22	Pak Purwoto	>50	SD	Petani	L	1	2	1	1	2	2	1
23	Pak Sukamto	>50	SD	Petani	L	2	1	1	1	2	2	1
24	Pak Sumadi	>50	SD	Petani	L	1	1	1	1	1	1	1
25	Bu Sulis	47	SD	Petani	P	1	1	1	1	1	1	1
26	Pak Bejo	>50	SD	Petani	L	1	1	1	1	2	1	1
27	Pak Hari	47	SD	Petani	L	2	2	1	1	2	2	1
28	Pak Muri	>50	SD	Petani	L	2	1	1	1	1	2	1
29	Pak Jumadi	48	SD	Petani	L	2	1	1	1	2	2	1
30	Pak Rianto	48	SD	Petani	L	2	2	1	1	2	2	1
31	Pak Rudi	49	SD	Petani	L	2	2	1	1	2	1	1
32	Pak Danu	50	SD	Petani	L	2	1	1	1	2	1	1
33	Pak Ngatuwi	>50	SD	Petani	L	2	1	1	1	2	1	1

Lanjutan Lampiran 3

No	Nama	Usia	Pend. Akhir	Pekerjaan	L/P	SIKAP (B)				
						1	2	3	4	5
1	Bu Aya	47	SD	Petani	P	4	4	4	3	4
2	Pak Kasri	>50	SD	Petani	L	4	4	4	3	4
3	Pak Yasmono	>50	SD	Petani	L	5	4	4	3	5
4	Bu Warsinih	>50	Lain-lain	Petani	P	4	4	4	3	5
5	Pak Shaleman	>50	SD	Petani	L	5	4	4	3	4
6	Pak Sugi	>50	SD	Petani	L	4	4	3	3	4
7	Pak Kusno	>50	SD	Petani	L	5	3	4	3	4
8	Pak Kartomo	>50	SD	Petani	L	5	5	3	3	4
9	Pak Dudi	33	SD	Petani	L	5	3	4	3	4
10	Pak Madi	>50	SD	Petani	L	5	3	4	3	4
11	Pak Didik	43	SD	Petani	L	4	3	4	3	4
12	Pak Wisnu	45	SD	Petani	L	4	4	4	3	4
13	Pak Diki	40	SD	Petani	L	5	3	3	3	4
14	Pak Ihsan	47	SD	Petani	L	5	4	3	3	4
15	Pak Andi	47	SD	Petani	L	5	3	4	3	4
16	Bu Yana	>50	SD	Petani	P	4	3	4	3	4
17	Pak Sutadi	46	SD	Petani	L	4	3	4	3	4
18	Pak Joko	46	SD	Petani	L	5	3	4	3	4
19	Pak Widodo	48	SD	Petani	L	5	3	4	3	4
20	Pak Hartono	47	SD	Petani	L	5	3	4	3	4
21	Pak Sunato	50	SD	Petani	L	5	3	4	3	4
22	Pak Purwoto	>50	SD	Petani	L	4	4	4	3	4
23	Pak Sukamto	>50	SD	Petani	L	5	3	4	3	4
24	Pak Sumadi	>50	SD	Petani	L	5	3	4	3	3
25	Bu Sulis	47	SD	Petani	P	4	4	4	3	4
26	Pak Bejo	>50	SD	Petani	L	4	4	3	3	1
27	Pak Hari	47	SD	Petani	L	5	3	4	3	3
28	Pak Muri	>50	SD	Petani	L	5	3	4	3	3
29	Pak Jumadi	48	SD	Petani	L	5	4	3	3	4
30	Pak Rianto	48	SD	Petani	L	5	3	3	3	4
31	Pak Rudi	49	SD	Petani	L	4	4	4	3	3
32	Pak Danu	50	SD	Petani	L	3	3	4	3	3
33	Pak Ngatuwi	>50	SD	Petani	L	4	3	3	3	3



Lanjutan Lampiran 3

No	Nama	Usia	Pend. Akhir	Pekerjaan	L/P	TINDAKAN (C)					
						1	2	3	4	5	6
1	Bu Aya	47	SD	Petani	P	5	2	2	1	1	1
2	Pak Kasri	>50	SD	Petani	L	5	4	1	1	2	2
3	Pak Yasmono	>50	SD	Petani	L	1	4	1	1	2	2
4	Bu Warsinih	>50	Lain-lain	Petani	P	5	3	3	3	1	1
5	Pak Shaleman	>50	SD	Petani	L	5	4	4	2	2	2
6	Pak Sugi	>50	SD	Petani	L	5	4	4	1	2	2
7	Pak Kusno	>50	SD	Petani	L	5	5	4	1	2	2
8	Pak Kartomo	>50	SD	Petani	L	5	5	1	1	2	2
9	Pak Dudi	33	SD	Petani	L	5	4	4	1	2	2
10	Pak Madi	>50	SD	Petani	L	5	5	4	3	2	2
11	Pak Didik	43	SD	Petani	L	5	5	4	1	2	2
12	Pak Wisnu	45	SD	Petani	L	5	4	3	3	1	1
13	Pak Diki	40	SD	Petani	L	5	4	3	2	2	2
14	Pak Ihsan	47	SD	Petani	L	5	4	3	3	2	2
15	Pak Andi	47	SD	Petani	L	5	5	4	1	2	2
16	Bu Yana	>50	SD	Petani	P	5	5	4	2	1	1
17	Pak Sutadi	46	SD	Petani	L	5	4	4	3	1	1
18	Pak Joko	46	SD	Petani	L	5	4	3	2	1	1
19	Pak Widodo	48	SD	Petani	L	5	4	4	1	2	2
20	Pak Hartono	47	SD	Petani	L	5	5	4	3	2	2
21	Pak Sunato	50	SD	Petani	L	5	4	4	3	2	2
22	Pak Purwoto	>50	SD	Petani	L	5	4	3	3	2	1
23	Pak Sukamto	>50	SD	Petani	L	5	5	4	3	2	1
24	Pak Sumadi	>50	SD	Petani	L	5	4	3	3	2	2
25	Bu Sulis	47	SD	Petani	P	1	2	3	3	1	1
26	Pak Bejo	>50	SD	Petani	L	1	3	1	1	1	1
27	Pak Hari	47	SD	Petani	L	5	5	4	3	1	1
28	Pak Muri	>50	SD	Petani	L	5	3	4	3	2	1
29	Pak Jumadi	48	SD	Petani	L	1	5	5	1	2	2
30	Pak Rianto	48	SD	Petani	L	5	3	3	3	1	1
31	Pak Rudi	49	SD	Petani	L	5	3	4	3	1	1
32	Pak Danu	50	SD	Petani	L	5	3	3	3	1	1
33	Pak Ngatuwi	>50	SD	Petani	L	5	3	3	3	1	1



Lampiran 4. Tabel Revisi Ujian Tesis

KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
PASACASARJANA

RUT-1

TABEL PERBAIKAN (REVISI)
UJIAN TESIS

Nama : Maya Pertiwi
NIM : 166150101111005
Program Studi : Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan dan Pembangunan
Judul : Strategi Pelestarian Sungai Alista Menggunakan Indikator Biologi (Makroinvertebrata) di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang

Bab	Hal	Isi/Teknik Penulisan yang Dikritisi Saran-saran Perbaikan	Setelah Direvisi (Hal.)	Check List		PARAF
				Sudah	Belum	
Nama Dosen Pembimbing 2: Dr. Ir. Mulyanto, M.Si						
1	1	Penyusunan kalimat pada latar belakang	Perbaikan penyusunan kalimat pada latar belakang (halaman 1 – 4)	/		<i>[Signature]</i>
1	4	Penyusunan kalimat pada rumusan masalah	Perbaikan penyusunan kalimat pada rumusan masalah penelitian (halaman 4)	/		<i>[Signature]</i>
1	4	Penyusunan kalimat pada tujuan penelitian	Perbaikan penyusunan kalimat pada tujuan penelitian (halaman 4)	/		<i>[Signature]</i>
2	7	Perbaikan kalimat pada sub bab makroinvertebrata (keuntungan makroinvertebrata halaman 7)	3. Mempunyai keanekaragaman yang tinggi, dan mempunyai respon terhadap perubahan kualitas air. 4. Hidup di dasar perairan. (halaman 7)	/		<i>[Signature]</i>
2	7	Perubahan kalimat pada sub bab kecepatan arus	Menurut Baru (2002), arus air adalah faktor yang mempunyai peranan sangat penting baik pada perairan mengalir maupun menggenangi (halaman 7).	/		<i>[Signature]</i>
2	8	Perbaikan kalimat pada sub bab substrat dasar	Menurut Michael (1984), substrat dasar	/		<i>[Signature]</i>

1

Lanjutan Lampiran 4

Bab	Hal	Isi/Teknik Penulisan yang Dikritisi Saran-saran Perbaikan	Setelah Direvisi (Hal.)	Check List		PARAF
				Sudah	Belum	
2	12	Menghilangkan kalimat pada sub bab BOD ₅ paragraf pertama	merupakan faktor utama yang sangat mempengaruhi kehidupan, perkembangan dan keanekaragaman zoobenthos (halaman 8).	✓		<i>[Signature]</i>
2	12	Perbaikan penulisan referensi pada sub bab BOD ₅ pada paragraf kedua (Menurut Jeffries dan Mills (1996) dalam Effendi (2003))	Menurut Jeffries dan Mills (1996 dalam Effendi 2003) (halaman 12)	✓		<i>[Signature]</i>
3	20	Penyusunan kalimat pada sub bab jenis penelitian	Perbaikan kalimat pada sub bab jenis penelitian (halaman 20, paragraf 1 dan 2).	✓		<i>[Signature]</i>
3	23	Perubahan kalimat pada sub bab konsep penelitian, paragraf definisi operasional	Perbaikan kalimat pada sub bab konsep penelitian, paragraf definisi operasional (halaman 23).	✓		<i>[Signature]</i>
3	28	Perbaikan kalimat pada sub bab lokasi penelitian (tanda titik setelah penulisan nomor)	Penelitian ini dilaksanakan di Sungai Alista Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang, dengan dasar pertimbangan adanya kegiatan manusia di sekitar bantaran sungai; (2) pembuangan sampah di sungai; (3) adanya pariwisata di bantaran sungai; (4) adanya pekerja penambang pasir; dan (5) digunakan warga sekitar untuk pemandian hewan ternak (halaman 28).	✓		<i>[Signature]</i>
3	29	Perbaikan peta lokasi penelitian		✓		<i>[Signature]</i>
3	30	Perubahan kalimat pada Tabel 2 tentang deskripsi stasiun pengambilan sampel	Perbaikan kalimat pada Tabel 2 tentang deskripsi stasiun pengambilan sampel (halaman 30).	✓		<i>[Signature]</i>
4	36	Perbaikan kalimat pada sub bab deskripsi lokasi penelitian	Penelitian ini dilakukan di Sungai Alista yang terletak di Desa Selorejo, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang. Secara geografis Desa Selorejo terletak pada 7°56'19.45" -	✓		<i>[Signature]</i>

Lanjutan Lampiran 4

Bab	Hal	Isi/Teknik Penulisan yang Dikritisi Saran-saran Perbaikan	Setelah Direvisi (Hal.)		Check List		PARAF
			Sudah	Belum	Sudah	Belum	
5	80 - 82	Nama Dosen Pembimbing 1: Prof. Dr. Ir. Soemarmo, MS					
		Penambahan kalimat pada sub bab analisa SWOT			✓		
5	76 dan 77	Perbaikan kalimat pada table faktor internal dan eksternal SWOT			✓		
		Perbaikan kalimat pada kesimpulan dan saran			✓		
6	83 85	Perbaikan penulisan daftar pustaka			✓		
		Penambahan referensi jurnal internasional			✓		
5		Penambahan sub bab untuk penjelasan umum hasil penelitian			✓		

Lanjutan Lampiran 4

Bab	Hal	Isi/Teknik Penulisan yang Dikritisi Saran-saran Perbaikan	Setelah Direvisi (Hal.)		Check List		PARAF
			Sudah	Belum	Sudah	Belum	
Nama Dosen		Penguji 1: Dr. Catur Retnaningdyah, M. Si					
5		Perbaikan kalimat pada grafik makroinvertebrata	✓				
5		Perbaikan kalimat pembahasan makroinvertebrata	✓				
5		Perbaikan kalimat pada grafik kepadatan relatif makroinvertebrata	✓				
		Penambahan referensi jurnal internasional	✓				
1		Perbaikan kalimat pada latar belakang	✓				

5

Lanjutan Lampiran 4

Bab	Hal	Isi/Teknik Penulisan yang Dikritisi Saran-saran Perbaikan	Setelah Direvisi (Hal.)	Check List		PARAF
				Sudah	Belum	
Nama Dosen		Defri Yona, S.Pi, M.Sc.stud., D.Sc				
5		Perbaikan kalimat pada grafik makroinvertebrata		✓		
5		Perbaikan kalimat pembahasan makroinvertebrata		✓		
5		Perbaikan kalimat pada grafik kepadatan relatif makroinvertebrata		✓		
		Penambahan referensi jurnal internasional		✓		
1		Perbaikan kalimat pada latar belakang		✓		

Lampiran 5. Karya Ilmiah Tesis

RIVER ALISTA BIOASSESSMENT USING BIOLOGICAL INDICATORS (MACROINVERTEBRATE) IN THE SELOREJO VILLAGE, DAU, MALANG, EAST JAVA

Maya Pertiwi¹, Soemarno², Mulyanto³

¹Graduate Program, Brawijaya University

²Postgraduate Program, Faculty of Agriculture, Brawijaya University

³Aquatic Resources Management Program, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Brawijaya University

Abstract

Various human activities, such as settlements, agriculture, and the mining of rocks and sand, around the river are thought to cause habitat destruction or alteration of macroinvertebrate composition on the Alista River. The purpose of this research is to know the macroinvertebrate composition and health status of Alista River. This research was conducted from September to October 2017. The method used was qualitative descriptive method with primary data source. Determination of stations based on differences in land use with 6 stations. The sampling of macroinvertebrates by kicking technique using a 500 μm mesh hand netting on hard and shallow substrate. Data analysis used the modification of the Biological Monitoring Working Party (BMWP) index and interpreted by Average Score Per Taxon (ASPT) calculation. The results obtained by macroinvertebrata are 28 taxa. In general, the lowest taxa is at station 6 which is 9 taxa whereas the highest taxa is at station 1 which is 24 taxa. The lowest density macroinvertebrates are Tabanidae, Hydrobiosidae, Elmiidae and Heptagenidae at station 1 with secondary forest land use of 1 / 5m² with a relative density of 0.05% each, the highest density of Baetidae with the number of 1,359 ind / 5m² at station 2 with tourism land use that is 69.04% relative density. The results of BMWP-ASPT index modification analysis obtained value of 6.66 - 2.85 that is Alista River condition is very good to bad.

Keywords: Macroinvertebrate, River, BMWP-ASPT

INTRODUCTION

River is a flow of water that flows one direction from upstream to downstream. River ecosystems are open means it is easy to get influence from the surrounding area that can cause changes to the river ecosystem [1; 2; 3; 4].

River ecosystems have unidirectional flow properties that flow one direction from upstream to downstream. Based on the trophic nature of the dominant biota living in the river ecosystem is a heterotrophic organism meaning can not make its own food, namely macroinvertebrata. The fauna generally live in the bottom of the waters [5; 6; 7].

Macroinvertebrates are communities of organisms that live in the bottom substrate of river waters, estuary or marine lakes, can form tubes or boxes of nets, living attached to the substrate or inside the substrate [8; 9; 10; 11; 12; 13].

Bioassessment is a technique of pollution monitoring by conducting an analysis of the natural community for indicators of water quality. This approach is based on the assumption that healthy waters will be inhabited by biota from various trophic levels [14; 5; 15; 16; 17; 18].

Based on the above sequence it is necessary to do research to determine the condition of Alista River water quality based on the macroinvertebrata community that is Bioassessment so that there is monitoring of the water quality caused by the daily activities of the people around the river banks.

Correspondence address:

Maya Pertiwi

Email : maya13pertiwi@gmail.com

Address : jl. Gadjah Mada No. 11 Batu

MATERIAL AND METHOD

The method used is qualitative descriptive method and data source are primary data such as macroinvertebrate, water quality (current velocity and substrate), water physics factor (temperature), and water chemical factor is pH, Dissolved Oxygen (DO), Ammonia, Hardness, Biological Oxygen Demand (BOD₅), and Chemical Oxygen Demand (COD).

Sampling Technique

Determination of stations based on differences in land use and obtained by 6 stations. Macroinvertebrate sampling using a 500 µm mesh-sized mesh net with kicking technique along 10 m of each station in shallow, hard-edged rivers. Samples that have been taken are accommodated in a container and alcohol 96%. Macroinvertebrates are identified to the family level using identification books.



Figure 1. Location of Sampling Stations

Data Analysis

The obtained macroinvertebrate samples were then calculated composition and relative density (KR) using the formula:

$$KR = \frac{\text{The number of individual each taxa}}{\text{The total number of individuals all taxa}} \times 100\%$$

According to [19], the data were analyzed using Biological Monitoring Working Party (BMWP) index modification and interpreted from the Average Score Per Taxon (ASPT) calculation to determine the health of the river. The following formula of ASPT and the category of water quality conditions based on ASPT values can be seen in Table 1.

$$ASPT = \frac{\text{Total score of BMWP index}}{\text{The number of family found}}$$

Table 1. ASPT Score Category

ASPT Score	Water Quality
> 6	Excellent
5,5 – 6,0	Very good
5,0 – 5,5	Good
4,5 – 5,0	Moderate
4,0 – 3,5	Moderate - Poor
> 4,0	Poor

Source: Galbrand et al. (2007).

RESULT AND DISCUSSION

Environmental Parameters

The condition of water quality in the Alista River is as follows the current velocity ranging from 0.32 to 0.67 m / sec is moderate to fast [20]. Substrates of aquatic base vary from large rocks, gravel, sand, and mud. Temperatures range from 20.1 - 27.6 °C which is normal (optimum 20° - 37.7°C [21]. The optimal pH of 7 is still ideal for aquatic organisms [22]. DO ranged from 6.61 to 8.02 mg/l including both [8]. Ammonia ranges from 0.12 to 0.45 mg/l is low for natural waters [8]. Hardness ranged from 54 - 146 mg/l classified as [21]. BOD₅ ranged from 0.45 to 0.97 mg/l classified as uncontaminated for natural waters [23]. COD ranged from 6.99 to 20.98 mg/l is still classified according to its designation for tourism, agriculture and livestock activities [24].

Macroinvertebrate Composition

Macroinvertebrate observation and identification found 28 taxa consisting of 10 orders (Trichoptera, Coleoptera, Diptera, Tricladida, Decapoda, Odonata, Ephemeroptera, Amphipoda, Lepidoptera, Plecoptera) and 5 classes (Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Bivalvia, Crustacea).

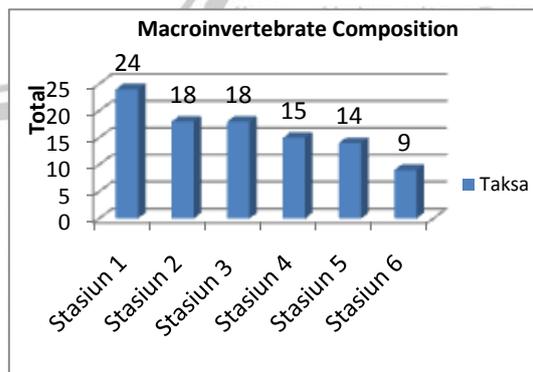


Figure 2. The Number of Taxa of Macroinvertebrate

The lowest number of taxa found in station 6 is as many as 9 taxa, among others Richardsoniidae, Lymnaeidae, Physidae, Tubificidae, and Lumbriculidae. Land use around

station 6 is in the form of agricultural land. The basic substrate types of waters at this station are mud and sand. Oligochaeta is commonly found in shallow areas, some make holes in mud, others make veils [25; 26; 27; 28; 29].

The highest number of taxa found at station 1 is as much as 24 taxa, among others, Glossosomatidae, Perlidae, Leptoceridae, Lepidostomatidae, Limnephilidae. Land use around station 1 is a secondary forest filled with shrubs and trees. Station 1 is located almost enter the Bedside camp area in Selorejo Village. The variety of substrate base on station 1 consists of gravel, sand, to large rocky. According to [26], Trichoptera larvae habitat is generally a shallow river with slow to heavy flow, and rock substrate, gravel, sand, mud, garbage or aquatic plants.

River Health Analysis of The BMWP Index

Macroinvertebrate analysis uses modified scoring of the BMWP index and ASPT calculations. Research location in Alista River at 10 stations got ASPT value 6,3 - 2,1 that condition of waters excellent until bad can be seen in Table 2.

Table 2. Result of BMWP Index

Stations	ASPT score	Interpretation
1	6,38	Excellent
2	6,66	Excellent
3	4,31	Moderate – Poor
4	3,58	Poor
5	3,63	Poor
6	2,85	Poor

The result of BMWP analysis which is classified as excellent waters is at station 1 and station 2 which has ASPT value 6,38 and 6,66. The high value of ASPT at the station is due to Lepidostomatidae, Leptoceridae, Perlidae, Glossosomatidae, and Heptageniidae. Current velocity of 0.53 m/sec is fast-flowing, dissolved oxygen 7.48 mg/l is good, gravel, sandy, and rocky substrate types. The habitat of Trichoptera larvae is generally a shallow river with slow to heavy flow and high dissolved oxygen content; stone substrate, gravel, sand, mud, garbage or aquatic plants (Arscott et al., 2003; Suwignyo et al., 2005; Hering et al., 2009) [30; 31]. Therefore the presence of Trichoptera larvae is used as an

indicator that the aquatic environment is good [32; 33].

The results of BMWP modification analysis that is quite bad waters that is at station 3 which has an ASPT value of 4.31. The low value of ASPT at this station is due to Richardsonianidae and Chironomidae. Station 3 has a type of gravel substrate, sand, and mud, and the current velocity is classified as moderate. Diptera is a type of macroinvertebrata that prefers life in mud substrate [34], and most Chironomidae larvae are found in shallow ponds, lakes, streams [26].

The result of BMWP analysis which is classified as bad water is at station 4-6 which has ASPT value 3,58, 3,63, and 2,85. The low ASPT value at the station is due to Tubificidae, this is because the station has a muddy substrate. Tubificidae have been founded in the sea and fresh water, many species living in stagnant and polluted waters (Aston, 1973; Pfannkuche, 1980; Barnett, 1983; Coler, Coler and Kostecki, 1988; Suwignyo et al., 2005; Mosleh et al., 2006; Guo et al., 2007; Lou et al., 2013) [35; 36; 37; 38; 26; 39; 40; 41].

CONCLUSION

Water quality on Alista River described by these parameters: current velocity ranging from 0.32 to 0.67 m/sec, substrates of aquatic base vary from large rocks, gravel, sand, and mud, temperatures range from 20.1 - 27.6 °C, pH of 7 is still ideal for aquatic organisms, DO ranged from 6.61 to 8.02 mg/l, ammonia ranges from 0.12 to 0.45 mg/l, Hardness ranged from 54 - 146 mg/l, BOD₅ ranged from 0.45 to 0.97 mg/l, and COD ranged from 6.99 to 20.98 mg/l.

Macroinvertebrate observation and identification found 28 taxa consisting of 10 orders (Trichoptera, Coleoptera, Diptera, Tricladida, Decapoda, Odonata, Ephemeroptera, Amphipoda, Lepidoptera, Plecoptera) and 5 classes (Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Bivalvia, Crustacea).

The lowest density of macroinvertebrates with the amount of 1 ind/5m² are Tabanidae, Hydrobiosidae, Elmiidae, and Heptagenidae at station 1 with a relative density of 0.05% each.

The highest macroinvertebrate density is Baetidae at station 2 with the number of 1,359 ind/5 m² and the relative abundance of 69,04%.

The result of BMWP-ASPT analysis shows that Alista River water quality condition is very good until bad with ASPT value between 6,05 - 2,75. River health status at station 2 is very good, station 1 is very good, station 3 is quite bad, station 4, 5, and 6 quite bad.

ACKNOWLEDGEMENT

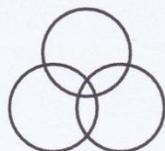
This section describes gratitude to those who have helped in substance as well as financially.

REFERENCES

- [1]. Sudaryanti, S. 2001. Proses Degradasi Lingkungan Ekosistem Lahan Basah. Disampaikan pada Kursus Amdal yang diselenggarakan oleh Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Brawijaya pada tanggal 16 – 26 Oktober 2001
- [2]. Rosso, J. J., and A. F. Cirelli. 2013. Effects of Land Use on Environmental Conditions and Macrophytes in Prairie Lotic Ecosystem *Limnologia – Ecology and Management of Inland Waters*, 43(1): 18-26
- [3]. Alemu, T. S., Bahrndorff, K., Hundera, E. Alemayehu., and A. Ambelu. 2017. Effect of Riparian Land Use on Environmental Conditions and Riparian Vegetation in The East African Highland Streams. *Limnological*, 66: 1-11
- [4]. Fierro, P., Bertran, C., J. Tapia, E. Hauenstein, F. Pena-Cortes, C. Vergara, C. Cerna, L. Vargas-Chacoff. 2017. Effects of Local Land-use on Riparian Vegetation, Water Quality, and The Functional Organization of Macroinvertebrate Assemblages. *Science of The Total Environment*, 609: 724-734
- [5]. Sudaryanti, S. 2002. Keanekaragaman Hayati Ekosistem Perairan untuk Pemantauan Kondisi Lingkungan Menuju Pertanian Berkesinambungan. Laboratorium Perairan Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya Malang
- [6]. Gore, J. A., and J. Banning. 2017. Chapter 3 – Discharge Measurements and Streamflow Analysis. *Methods in Stream Ecology. Volume 1 (Third Edition). Ecosystem Structure. Pages 49-70*
- [7]. Stanford, J. A., Alexander, L. C., and Whited, D. C. 2017. Chapter 1 – Riverscapes Methods in Stream Ecology. Volume 1 (Third Edition). *Ecosystem Structure. Pages 3-19*
- [8]. Mulyanto. 1995. Makrobentos Sebagai Indikator Biologi Perubahan Kualitas Air di Sungai Amprong Malang. Fakultas Perikanan-UB. Malang
- [9]. Wang, Z. Y., Lee, J. H. W., Cheng, D., and Duan, X. 2008. Benthic Invertebrates Investigation in The East River and Habitat Restoration Strategies. *Journal of Hydro-environment Research*, 2(1): 19-27
- [10]. Dlamini, V., Hoko, Z., Murwira, A., and Magagula, C. 2010. Response of Aquatic Macro-invertebrate Diversity to Environmental Factors Along The Lower Komati River in Swaziland. *Physics and Chemistry of The Earth, Parts A/B/C*, 35(13-14): 665-671
- [11]. Paisley, M. F., Walley, W. J., and Trigg, D. J. 2011. Identification of Macro-invertebrate Taxa as Indicators of Nutrient Enrichment in Rivers. *Ecological Informatics*, 6(6): 399-406
- [12]. McConigley, C., Lally, H., Little, D., O’Dea, P., and Kelly-Quinn, M. 2017. The Influence of Aquatic Buffer Zone Vegetation on River Macroinvertebrate Communities. *Forrest Ecology and Management*, 400: 621-630
- [13]. Mykra, H., and Heino, J. 2017. Decreased Habitat Specialization in Macroinvertebrate Assemblages in Anthropogenically Disturbed Streams. *Ecological Complexity*, 31: 181-188
- [14]. An, K. G., Yeom, D. H., and Lee, S. K. 2001. Rapid Assessment of Kap Stream Using The Index of Biological Integrity. *Korean Journal Environment Biology*, 19: 261-269
- [15]. Dallas, H. F. 2004. Seasonal Variability of Macroinvertebrate Assemblages in Two Regions of South Africa: Implications for Aquatic Bioassessment. *African Journal of Aquatic Science*, 29(2): 173-184
- [16]. Ollis, D. J., Dallas, K. J., Esler and C. Boucher. 2006. Bioassessment of The Ecological Integrity of River Ecosystem Using Aquatic Macroinvertebrates: An Overview with a Focus on South Africa. *African Journal of Aquatic Science*, 31(2): 205-227
- [17]. Kim, J. Y., and An, K. G. 2015. Integrated Ecological River Health Assessments. Based on Water Chemistry, Physical Habitat Quality and Biological Integrity Water, 7: 6378-6403
- [18]. Shimba, M. J., and Jonah, F. E. 2016. Macroinvertebrates as Bioindicators of Water Quality in The Mkondoa River, Tanzania, in an Agricultural Area. *African Journal of Aquatic Science*, 41(4): 453-461

- [19]. Galbrand, C., I. G. Lemieux, A. E. Ghaly, R. Cote, and M. Verma. 2007. Assessment of Constructed Wetland Biological Integrity Using Aquatic Macroinvertebrate. *Online Journal of Biological Science* 7(2): 52-65. ISSN 1608-4217. Science Publications Dalhousie University. Canada
- [20]. Welch, E. B. 1980. *Ecological Effect of Waste Water*. Cambridge Press. Cambridge
- [21]. Effendi, H. *Telaah Kualitas Air*. Kanisius. Yogyakarta
- [22]. Barus, T. A. 2002. *Pengantar Limnologi*. Jurusan Biologi Fakultas MIPA. USU Medan
- [23]. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Baku Mutu Kualitas Air
- [24]. Peraturan Daerah Kota Malang Nomor 8 Tahun 2006 Tentang Pengelolaan Air Tanah
- [25]. Singh, J. 1997. Habitat Preferences of Selected Indian Earthworm Species and Their Efficiency in Reduction of Organic Materials. *Soil Biology and Biochemistry*, 29(3-4): 585-588
- [26]. Suwignyo, S., B. Widigdo, dan Y. Wardiatno. 2005. *Avertebrata Air Jilid 2*. Penebar Swadaya. Jakarta
- [27]. Lin, K. J., and S. P. Yo. 2008. The Effect of Organic Pollution on The Abundance and Distribution of Aquatic Oligochaetes in an Urban Water Basin, Taiwan. *Hydrobiologia*, 596: 213-223
- [28]. Krodkiewska, M., and A. Michalik-Kurcharz. 2009. The Bottom Oligochaeta Communities in Sand Pits of Different Trophic Status in Upper Silesia (Southern Poland). *Aquat Ecol*, 43: 437-444
- [29]. Armendariz, L. C., A. R. Capitulo, and E. S. Ambrosio. 2011. Relationships Between The Spatial Distribution of Oligochaetes (Annelida, Clitellata) and Environmental Variables in a Temperate Estuary System of South America (Rio de la Plata, Argentina). *N. Z. J. Mar. Freshwater Res.*, 45:263-279
- [30]. Arscott, D.B., B. Keller, K. Tockner, and J. V. Ward. 2003. Habitat Structure and Trichoptera Diversity in Two Headwater Flood Plains. NE Italy. *Int. Rev. Hydrobiol.*, 88: 255-273
- [31]. Hering, D., A. Schmidt-Kloiber, J. Murphy, S. Lucke, C. Zamora-Munoz, M. J. Lopez-Rodriguez, T. Huber and W. Graf. 2009. Potential Impact of Climate Change on Aquatic Insects: A Sensitivity Analysis for European Caddisflies (Trichoptera) Based on Distribution Patterns and Ecological Preferences. *Aquatic Science*, 71: 3-14
- [32]. Van de Brink, F. W. B., G. Van der Velde, and S. Wijnhoven. 2013. Diversity, Occurrence and Feeding Traits of Caddisfly Larvae as Indicators for Ecological Integrity of River Floodplain Habitats Along a Connectivity Gradient. *Ecological Indicators*, 25: 92-98
- [33]. Buczynska, E., S. Czachorowski, P. Buczynki, J. Pakulnicka, R. Strvjecki and A. Zawal. 2017. Environmental Heterogeneity at Different Scales: Key Factors Affecting Caddisfly Larvae Assemblages in Standing Waters within a Lowland River Catchment. *J. Limnol.* 76(2): 305-325
- [34]. Hawking and Smith, F. J. 1997. *Colour Guide to Invertebrates of Australian Inland Water. Identification Guide Freshwater Ecology*. Murray Darling Freshwater Research Centre. PO BOX 921 Albury NSW 2640
- [35]. Aston, R. J. 1973. Tubificids and Water Quality: A Review. *Environmental Pollution*, 5(1): 1-10
- [36]. Pfannkuche, O. 1980. Distribution and Abundance of Tubificidae and Naididae (Oligochaeta) in a Brackish-Water Fjord with Special Reference to The α -mesohaline Zone. *Netherlands Journal of Sea Research*, 14(1): 78-93
- [37]. Barnett, B. E. 1983. Oligochaetes as Indicators of Pollution in The Humber Estuary, with Special Reference to Tubificoides Benedeni. *Environmental Pollution. Series A, Ecological and Biological*, 30(4): 277-291
- [38]. Coler, R. A., M. S. Coler, and P. T. Kosteci. 1988. Tubificid Behavior as a Stress Indicator. *Water Research*, 22(2): 173-184
- [39]. Mosleh, Y. Y., S. Paris-Palacios, and S. Biagianti-Risbourg. 2006. Metallo-thioneins Induction and Antioxidative Response in Aquatic Worms *Tubifex tubifex* (Oligochaeta, Tubificidae) Exposed to Copper. *Chemosphere*, 64: 121-128
- [40]. Lou, J., Y. Cao, P. Sun and P. Zheng. 2013. The Effects of Operational Conditions on The Respiration Rate of Tubificidae. *PLoS One*. 2013; 8(12): e81219

Lampiran 6. LOA Jurnal



Jurnal Ilmiah Berkala Program Pascasarjana Universitas Brawijaya
bekerjasama dengan
Masyarakat Biodiversitas Indonesia Cabang Jawa Timur
Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari (J-PAL)
Sekretariat:
Gedung E PPSUB Lt.2, Jl. Mt Haryono 169, Malang, 65145
TELP: (0341) 571260 ; FAX: (0341) 580801
EMAIL: j-pal@ub.ac.id

SURAT KETERANGAN

No. 721/J-PAL/II/2018

Saya yang bertanda tangan di bawah ini Ketua Editor Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari (J-PAL) yang diterbitkan oleh Pascasarjana Universitas Brawijaya (PsUB) bekerjasama dengan Masyarakat Biodiversitas Indonesia Cabang Jawa Timur, menerangkan bahwa artikel:

Judul : River Alista Bioassessment Using Biological Indicators (Macroinvertebrate) In
The Selorejo Village, Dau, Malang, East Java)

Penulis : Maya Pertiwi, Soemarno, Mulyanto

Link OJS : <http://jpal.ub.ac.id/>

telah diterima untuk diterbitkan dalam Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari (J-PAL) Vol
10 No 1 2019.

Demikian surat keterangan ini dibuat, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, 3 Juli 2018

Ketua Editor J-PAL



Mufidah Afyanti, Ph.D

