

**KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI UMBULREJO
KECAMATAN DAMPIT KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

**OLEH
ARI SULAIMAN
NIM. 220602110028**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2026**

**KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI UMBULREJO
KECAMATAN DAMPIT KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

**OLEH
ARI SULAIMAN
NIM. 220602110028**

**Diajukan kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam
memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.)**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2026**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Ari Sulaiman
NIM : 220602110028
Program Studi : Biologi
Judul Skripsi : KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI
SUNGAI UMBULREJO KECAMATAN DAMPIT
KABUPATEN MALANG

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 11 Juni 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dr. Dwi Suheriyanto, M.P.
NIP. 19740325 202312 1 001

(.....)

Pembimbing II : Kivah Aha Putra, M.Pd.I.
NIPPPK. 19900425 202321 1 024

(.....)

Tim Penguji : Kholifah Holil, M.Si.
NIP. 19751106 200912 2 002

(Ketua) (.....)

Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si.
NIPPPK. 19870522 202321 1 016

(Anggota) (.....)



Prof. Dr. Retno Susilowati, M.Si.
NIP. 19671113 199402 2 001

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah Swt. karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Penulisan skripsi ini tentu tidak terlepas dari doa, dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis persembahkan skripsi ini untuk semua orang-orang baik yang telah hadir di kehidupan penulis, khususnya:

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak Muntalis dan Almarhumah Ibu Riya Harmunis yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dukungan, serta pengorbanan yang tiada henti. Terima kasih atas segala kesabaran, kepercayaan dan doa yang selalu mengiringi setiap langkah penulis.
2. Bapak Dr. Dwi Suheriyanto, M.P. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak memberikan waktu, tenaga, serta pikiran untuk membimbing sejak awal penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Kivah Aha Putra, M.Pd.I selaku dosen pembimbing agama yang telah memberikan bimbingan dan arahan tentang integrasi islam dan sains kepada penulis.
4. Teman-teman Ekologi, yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu, terima kasih telah membantu dalam pengambilan data di Sungai Umbulrejo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang.
5. Teman seperjuangan angkatan 2022 yang senantiasa memberikan semangat kepada penulis.

Semoga Allah Swt. memberikan balasan atas kebaikan yang berlimpah dan mengabulkan segala doa yang dipanjatkan. Aamiin.

MOTTO

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya"
(QS. Al-Baqarah [2]: 286)

"Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan"
(QS. Al-Insyirah [94]: 5)

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ari Sulaiman
NIM : 220602110028
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Umbulrejo
Kecamatan Dampit Kabupaten Malang

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi akademik maupun hukum atas perbuatan tersebut.

Malang, 11 Juni 2026
Yang membuat pernyataan



Ari Sulaiman

NIM. 220602110028

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.

KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI UMBULREJO KECAMATAN DAMPIT KABUPATEN MALANG

Ari Sulaiman, Dwi Suheriyanto, Kivah Aha Putra

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri
Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRAK

Sungai Umbulrejo merupakan anak sungai Brantas, yang terletak di Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang. Sungai Umbulrejo banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk wisata, pertanian, perkebunan, dan aktivitas MCK (mandi, cuci, kakus), sehingga kualitas airnya perlu dijaga dan dipantau. Salah satu biota akuatik yang dapat dijadikan bioindikator untuk mengetahui kualitas perairan adalah makrozoobentos. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keanekaragaman makrozoobentos di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang berdasarkan jumlah genus yang ditemukan, nilai indeks keanekaragaman dan nilai indeks dominansi, nilai parameter fisika-kimia air, serta korelasi antara parameter fisika-kimia air dengan individu makrozoobentos. Penelitian ini termasuk penelitian eksplorasi dan menggunakan metode *purposive sampling*. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi indeks keanekaragaman, indeks dominansi, dan analisis korelasi menggunakan PAST versi 4.17. Hasil penelitian ini menemukan 10 genus makrozoobentos yang terdiri dari dari Melanoides, Hydropsyche, Thraulodes, Tarebia, Sulcospira, Stenelmis, Parathelphusa, Caridina, Euphaea, dan Aquatica. Nilai indeks keanekaragaman yang ditemukan di Sungai Umbulrejo tergolong sedang berkisar 1,508 hingga 1,810 dan nilai indeks dominansi berkisar 0,194 hingga 0,261 tergolong tidak ada genus yang mendominasi secara signifikan. Nilai parameter fisika-kimia air yang ditemukan di Sungai Umbulrejo secara umum masih sesuai baku mutu berdasarkan peruntukannya yang memenuhi baku mutu kelas I untuk parameter suhu, pH, TSS, TDS, dan DO, tetapi untuk BOD dan COD sedikit melebihi baku mutu kelas I. Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa suhu memiliki korelasi negatif dengan genus Euphaea dan Aquatica. Parameter pH memiliki korelasi negatif dengan genus Caridina. TSS memiliki korelasi negatif dengan genus Hydropsyche. TDS memiliki korelasi positif dengan genus Melanoides. DO memiliki korelasi positif dengan genus Thraulodes. BOD memiliki korelasi positif dengan genus Hydropsyche. COD memiliki korelasi negatif dengan genus Melanoides. Kecepatan arus memiliki korelasi negatif dengan genus Melanoides.

Kata kunci: Keanekaragaman, makrozoobentos, Sungai Umbulrejo

DIVERSITY OF MACROZOOBENTHOS IN UMBULREJO RIVER, DAMPIT SUB-DISTRICT, MALANG REGENCY

Ari Sulaiman, Dwi Suheriyanto, Kivah Aha Putra

Biology Study Program, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik
Ibrahim State Islamic University Malang

ABSTRACT

The Umbulrejo River is widely used by the local community for tourism, agriculture, plantations, and domestic water use (bathing, washing, and sanitation). Located in Dampit District, Malang Regency, the Umbulrejo River is a tributary of the Brantas River; therefore, its water quality must be consistently maintained and monitored. Macrozoobenthos is one of the biotic components that can indicate water quality. The objective of this study is to determine the diversity index and dominance index of macrozoobenthos, the values of water physicochemical parameters, and the correlation between water physicochemical parameters and macrozoobenthos individuals in the Umbulrejo River, Dampit Subdistrict, Malang Regency. This study is an exploratory and employs the *purposive sampling* method. Data analysis in this study included diversity indices, dominance indices, and correlation analysis using PAST 4.17. The results identified 10 macrozoobenthos genera. The lowest macrozoobenthos diversity index was recorded at Station I (1,508), while the highest diversity index was recorded at Station V (1,810). The highest macrozoobenthos dominance index was recorded at Station I, and the lowest dominance index was recorded at Station V. Water physicochemical parameters indicated that temperature, pH, TDS, and TSS were still within Class I quality standards. DO values at Stations II through V fell within Class I, while Station I fell within Class II. BOD values at all stations met Class IV quality standards. COD values at all stations met Class II water quality standards. The current velocity at all stations ranged from 0.5 to 0.8 m/s, falling into the high category. Correlation analysis results showed that temperature had a negative correlation with the genera Euphaea and Aquatica. pH has a negative correlation with the genus Caridina. TSS has a negative correlation with the genus Hydropsyche. TDS has a positive correlation with the genus Melanoides. DO has a positive correlation with the genus Thraulodes. BOD has a positive correlation with the genus Hydropsyche. COD has a negative correlation with the genus Melanoides. Current velocity has a negative correlation with the genus Melanoides.

Keywords: Diversity, macrozoobenthos, Umbulrejo River

تنوع الكائنات الحية القاعية الكبيرة في نهر أومبولريجو، منطقة دامبيت، مقاطعة مالانج

أري سليمان، دوي سوهريانتو، كفاح آحا فوترا

برنامج دراسة الأحياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج

ملخص

يستخدم نهر أومبولريجو على نطاق واسع من قبل السكان المحليين في أغراض السياحة والزراعة والمزارع وأنشطة الاستحمام والغسيل والتخلص من الفضلات. يقع نهر أومبولريجو في منطقة دامبيت، بمقاطعة مالانج، وهو أحد روافد نهر برانتاس، لذا فإن جودة مياهه تحتاج إلى الحماية والمراقبة المستمرة. وتعد الكائنات القاعية الكبيرة أحد المكونات يهدف هذا البحث إلى تحديد مؤشر التنوع ومؤشر هيمنة الكائنات الحية. الحيوية التي يمكن أن تشير إلى جودة المياه القاعية الكبيرة، وقيم المعلمات الفيزيائية والكيميائية للمياه، بالإضافة إلى العلاقة بين المعلمات الفيزيائية والكيميائية للمياه وتنوع الكائنات الحية القاعية الكبيرة في نهر أومبولريجو، ببلدة دامبيت، في مقاطعة مالانج. وتعتبر هذه الدراسة، بحثاً استكشافياً وتستخدم طريقة أخذ العينات الهادفة. تشمل تحليلات البيانات المستخدمة في هذا البحث مؤشر التنوع وأسفرت نتائج البحث عن اكتشاف 10 أجناس من PAST 4.17 ومؤشر الهيمنة، وتحليل الارتباط باستخدام برنامج الكائنات القاعية الكبيرة. سجل مؤشر تنوع الكائنات القاعية الكبيرة في المحطة الأولى أدنى مستوى للتنوع (1,508) بينما سجلت المحطة الخامسة أعلى مستوى للتنوع (1,810). سجل أعلى مؤشر هيمنة للماكروزوبنتوس في المحطة الأولى، بينما سجل أدنى مؤشر هيمنة في المحطة الخامسة. أظهرت المعلمات الفيزيائية والكيميائية للمياه أن درجة الحرارة ودرجة الحموضة ومجموع المواد الصلبة الذائبة ومجموع المواد العالقة لا تزال ضمن معايير الجودة من الفئة المحطة الأولى. تدرج قيم الأكسجين المذاب في المحطات من الثانية إلى الخامسة ضمن الفئة الأولى، بينما تدرج COD في جميع المحطات معايير الجودة من الفئة الرابعة. وتستوفي قيم BOD الأولى ضمن الفئة الثانية تستوفي قيم، في جميع المحطات معايير الجودة من الفئة الثانية. وتتراوح سرعة التيار في جميع المحطات بين 0,5 و 0,8 م/ث Euphaea وهي تدرج ضمن الفئة العالية. وتشير نتائج تحليل الارتباط إلى أن درجة الحرارة لها ارتباط سلبي مع جنس يوجد ارتباط سلبي للمواد Caridina مع جنس (pH) يوجد ارتباط سلبي لمعامل الأس الهيدروجيني Aquatica و مع جنس (TDS) إيجابي للمواد يوجد ارتباط الصلبة الذائبة الكلية. Hydropsyche مع جنس (TSS) العالقة الكلية يوجد ارتباط إيجابي لمعدل Thraulodes مع جنس (DO) يوجد ارتباط إيجابي للأكسجين المذاب. Melanoides يوجد ارتباط سلبي لمعدل الاستهلاك الكيميائي. Hydropsyche مع جنس (BOD) الاستهلاك البيولوجي للأكسجين Melanoides توجد علاقة سلبية لسرعة التيار مع جنس Melanoides. مع جنس (COD) للأكسجين

الكلمات المفتاحية: التنوع، الكائنات الحية الدقيقة، نهر أومبولريجو

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Bismillahirrahmanirrahim, segala puji bagi Allah Tuhan semesta alam karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Umbulrejo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang”. Salawat dan salam senantiasa disampaikan kepada Nabi Muhammad saw. yang telah membawa cahaya Islam di tengah gelapnya masa jahiliyah. Penulis menyampaikan terima kasih khususnya kepada:

1. Prof. Dr. Hj. Ilfi Nur Diana, M.Si., CAHRM., CRMP. Selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Agus Mulyono, M.Kes. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Prof. Dr. Retno Susilowati, M.Si. selaku Ketua Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Dwi Suheriyanto, M.P. dan Kivah Aha Putra, M.Pd.I selaku Pembimbing I dan II, yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan keikhlasan dalam meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
5. Fitria Nungky Harjanti, M.Sc. selaku Dosen wali, yang telah membimbing dan memberikan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
6. Seluruh dosen dan laboran di Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang setia menemani penulis dalam melakukan penelitian di laboratorium tersebut.
7. Ayah Muntalis dan Almarhumah Ibu Riya Harmunis, Ayah angkat Esau Seran, serta keluarga tercinta yang telah memberikan doa, dukungan serta motivasi kepada penulis.
8. Teman-teman seperjuangan dan teman-teman tim skripsi.

Semoga amal baik yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah Swt. Skripsi ini sudah ditulis secara cermat dan sebaik-baiknya, namun apabila ada kekurangan, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

DAFTAR ISI

HALAMAN COVER	i
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
ملخص	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	8
1.4 Manfaat Penelitian	8
1.5 Batasan Masalah	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Makrozoobentos	10
2.1.1 Makrozoobentos dalam perspektif Al-Qur'an dan sains	10
2.1.2 Klasifikasi makrozoobentos	12
2.1.3 Habitat makrozoobentos	22
2.2 Keanekaragaman	23
2.3 Sungai	25
2.3.1 Definisi	25
2.3.2 Bagian sungai	26
2.3.3 Pemanfaatan sungai	27
2.3.4 Parameter fisika-kimia	28
2.3.5 Baku mutu air sungai	34
2.3.6 Pencemaran air sungai	35
2.4 Sungai Umbulrejo	37
BAB III METODE PENELITIAN	39
3.1 Rancangan Penelitian	39
3.2 Waktu dan Tempat	39
3.3 Alat dan Bahan	39
3.4 Prosedur Penelitian	40
3.4.1 Studi pendahuluan	40
3.4.2 Pengambilan spesimen makrozoobentos dan sampel air	42

3.4.3 Identifikasi spesimen makrozoobentos	43
3.4.4 Pengukuran parameter fisika-kimia air	43
3.5 Analisis Data	44
3.5.1 Analisis komunitas	44
3.5.3 Analisis korelasi	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1 Keanekaragaman Makrozoobentos Berdasarkan Jumlah Genus Yang Ditemukan Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang ..	45
4.2 Keanekaragaman Makrozoobentos Berdasarkan Nilai Indeks Keanekaragaman Dan Nilai Indeks Dominansi Di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang	67
4.3 Keanekaragaman Makrozoobentos Berdasarkan Nilai Parameter Fisika-Kimia Air Di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang	72
4.4 Korelasi Antara Parameter Fisika-Kimia Air Dengan Individu Makrozoobentos Di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang.....	80
BAB V PENUTUP.....	90
5.1 Kesimpulan	90
5.2 Saran.....	91
DAFTAR PUSTAKA.....	92
LAMPIRAN.....	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kelompok utama makrozoobentos	15
Gambar 2.2 Morfologi Ephemeroptera	17
Gambar 2.3 Morfologi Plecoptera	18
Gambar 2.4 Morfologi Trichoptera	19
Gambar 2.5 Morfologi Larva Odonata	20
Gambar 2.6 Morfologi Larva Coleoptera	21
Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian (Qgis)	41
Gambar 3.2 Foto lokasi penelitian.....	41
Gambar 3.3 Titik pengambilan sampel makrozoobentos pada tiap stasiun.....	42
Gambar 4.1 Genus Thraulodes	45
Gambar 4.2 Genus Hydropsyche.....	47
Gambar 4.3 Genus Euphaea	49
Gambar 4.4 Genus Aquatica	51
Gambar 4.5 Genus Stenelmis	53
Gambar 4.6 Genus Sulcospira	55
Gambar 4.7 Genus Melanoides	56
Gambar 4.8 Genus Tarebia	58
Gambar 4.9 Genus Parathelphusa.....	60
Gambar 4.10 Genus Caridina	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelompok makrozoobentos berdasarkan cara makan	14
Tabel 2.2 Kelompok makrozoobentos berdasarkan tingkat pencemaran.....	14
Tabel 2.3 Baku mutu air sungai berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021	35
Tabel 3.1 Deskripsi stasiun pengamatan.....	40
Tabel 3.2 <i>Tally sheet</i> pengamatan makrozoobentos	43
Tabel 3.3 Nilai koefisien korelasi.....	44
Tabel 4.1 Keanekaragaman makrozoobentos berdasarkan kelas, ordo, famili, dan genus yang di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang	63
Tabel 4.2 Keanekaragaman makrozoobentos berdasarkan jumlah genus yang di temukan di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang	64
Tabel 4.3 Makrozoobentos berdasarkan nilai indeks keanekaragaman dan nilai indeks dominansi di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang	67
Tabel 4.4 Keanekaragaman makrozoobentos berdasarkan nilai parameter fisika-kimia air di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang	72
Tabel 4.5 Korelasi Antara Parameter Fisika-Kimia Air Dengan Individu Makrozoobentos Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang	81

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil uji lab air.....	104
Lampiran 2. Dokumentasi pengambilan sampel	111
Lampiran 3. Jumlah makrozoobentos	112
Lampiran 4. Perhitungan Indeks keanekaragaman dan indeks dominansi.....	112
Lampiran 5. Hasil uji T	113
Lampiran 6. Perhitungan korelasi menggunakan PAST 4.17.....	114

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai merupakan ekosistem perairan tawar yang sangat penting bagi makhluk hidup (Fitriani dkk., 2023). Sungai terbentuk dari sumber mata air yang berasal dari gunung atau pegunungan yang mengalir secara alamiah membentuk aliran yang mengalir di atas permukaan bumi (Junaidi, 2014). Proses alami terbentuknya sungai merupakan bukti kebesaran dan kekuasaan atas penciptaan-Nya. Air sungai sebagai sumber kehidupan telah dijelaskan dalam Al-Qur'an Surah Ar Ra'd ayat 3 berikut:

وَهُوَ الَّذِي مَدَّ الْأَرْضَ وَجَعَلَ فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْهَارًا وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ جَعَلَ فِيهَا زَوْجَيْنِ
اثْنَيْنِ يُغِشَى اللَّيْلَ النَّهَارُ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ۝ ٣

Artinya: “Dan Dialah Tuhan yang membentangkan bumi dan menjadikan gunung-gunung dan sungai-sungai padanya. Dan menjadikan padanya semua buah-buahan berpasang-pasangan, Allah menutupkan malam kepada siang. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkan” (QS. Ar-Ra'd [13]: 3).

Tafsir Al-Mishbah oleh Shihab (2002) menjelaskan bahwa kata *wa huwa alladzi madda al-ardha* yang mengandung arti yang sangat luar biasa yaitu Dialah yang membentangkan bumi. Allah Swt. menciptakan bumi dengan susunan yang harmonis sebagai tempat hidup bagi semua makhluk. Gunung berperan penting sebagai penyangga bumi yang menyediakan sumber mata air. Mata air ini memulai proses terbentuknya sungai yang mengalirkan air tawar dari gunung ke dataran. Air sungai kemudian menguap, membentuk awan, dan turun sebagai hujan yang menyuburkan tanah, sehingga dapat mendukung pertumbuhan berbagai macam buah-buahan. Sedangkan, Tafsir Fathul Qadir oleh Asy-Syaukani (2012), terdapat

ulama Al-Farra' menjelaskan maksud lafadz *wa huwa alladzi madda al-ardha* yaitu Allah telah membentangkan bumi dengan memanjang dan melebar, dengan gunung-gunung kokoh terpancang yang terdapat air yang mengalir di bumi yang menggarisbawahi kata *wa anharan* yang berarti sungai, yang airnya mengandung banyak manfaat bagi semua makhluk hidup. Air sungai ini lah yang digunakan Allah untuk menumbuhkan semua jenis buah-buahan yang berpasangan, artinya adalah ukuran pada jenis buah, seperti besar dan kecil. Kesempurnaan ciptaan Allah yang, ini tidak hanya terbatas pada buah-buahan, tetapi juga tercermin dalam keanekaragaman makhluk hidup akuatik, termasuk makrozoobentos. Sungai yang mengalirkan air sebagai sumber kehidupan menjadi habitat bagi berbagai genus makrozoobentos dengan karakteristik morfologis dan fungsional yang beragam.

Sungai memiliki ekosistem yang beragam dan kompleks yang ditandai oleh hubungan timbal balik antara komponen biotik dan abiotik (Purusa dkk., 2020). Ekosistem sungai menyediakan habitat yang penting bagi beragam organisme akuatik yang dapat mencerminkan kualitas dan kuantitas dari hubungan ekologis yang terdapat didalamnya, serta keberadaannya sangat dipengaruhi oleh lingkungan sekitar. Komponen biotik yang menyusun ekosistem ini meliputi makrofit, plankton, perifiton, bentos, ikan, serangga air, serta berbagai jenis organisme lainnya (Wijaya dkk., 2022). Ekosistem sungai juga terdiri dari komponen abiotik yang memiliki keterkaitan satu sama lain. Komponen abiotik mencakup parameter fisika dan kimia, seperti suhu, salinitas, kadar oksigen terlarut, pH, serta sifat substrat dasar. Keberadaan organisme akuatik sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar melalui interaksi antara faktor biotik dan abiotik (Aisyah *et al.*, 2020).

Sungai dapat dimanfaatkan untuk berbagai aktivitas manusia. Air sungai sering digunakan untuk memenuhi kebutuhan domestik seperti mandi, mencuci, memasak, bahkan dimanfaatkan juga sebagai sumber air minum (Harefa dkk., 2024). Meskipun air sungai membawa manfaat yang besar, namun ekosistem sungai mudah terpengaruh oleh pencemaran yang berasal dari berbagai aktivitas antropogenik seperti pertanian, perkebunan, tempat wisata, pabrik industri, dan lain-lain (Arnop dkk., 2019). Mengingat bahwa setiap aktivitas manusia akan menghasilkan bahan sisa atau limbah. Pembuangan limbah yang tidak dikelola dengan baik dari aktivitas manusia dapat menimbulkan dampak yang negatif, seperti kontaminasi dan pencemaran di perairan, menimbulkan bau, dan mengganggu biota akuatik yang hidup di perairan tersebut (Nggadi dkk., 2022).

Pencemaran air menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan. Pencemaran mengakibatkan degradasi kualitas perairan dan kerusakan pada lingkungan. Penurunan kualitas air sungai akan diikuti dengan perubahan kondisi fisik, kimia dan biologis sungai. Perubahan tersebut mengakibatkan kerusakan habitat serta penurunan keanekaragaman organisme akuatik di sungai, termasuk komunitas makrozoobentos di dalamnya (Nangina dkk., 2015).

Kualitas suatu perairan dapat dinilai melalui organisme yang hidup di ekosistem tersebut, yang berperan sebagai indikator kualitas air. Organisme yang berfungsi menunjukkan kondisi lingkungan dikenal sebagai bioindikator (Han *et al.*, 2015). Salah satu contoh bioindikator dalam lingkungan perairan adalah

makrozoobentos. Makrozoobentos salah satu kelompok organisme akuatik yang hidupnya dominan berada di dasar suatu perairan. Makrozoobentos adalah organisme yang sering dijadikan bioindikator untuk menilai kualitas ekosistem suatu perairan karena makrozoobentos memiliki mobilitas yang rendah, kosmopolitan atau penyebarannya yang luas, menetap atau sesil dan memiliki siklus hidup yang panjang. Karakteristik tersebut memungkinkan makrozoobentos dapat mengakumulasi gangguan lingkungan baik jangka pendek maupun jangka panjang (Ghosh & Biswas, 2015).

Makrozoobentos yang hidup dalam ekosistem perairan terdiri dari berbagai genus yang memiliki ciri khas dan karakteristik yang membedakan satu genus dengan genus lainnya. Keanekaragaman tersebut mencerminkan kompleksitas struktur komunitas biologis di lingkungan perairan. Secara garis besar dalam Al-Qur'an telah membahas bentuk-bentuk mengenai keanekaragaman ini pada Surah Fathir ayat 28 adalah sebagai berikut:

وَمِنَ النَّاسِ وَالْدَّوَابِّ وَالْأَنْعَامِ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ ۚ كَذَٰلِكَ إِنَّمَا يَخْشَى اللَّهَ مِنْ عِبَادِهِ الْعُلَمَاءُ
 إِنَّ اللَّهَ عَزِيزٌ غَفُورٌ ۚ ٢٨

Artinya: “Dan demikian (juga) di antara manusia, hewan-hewan melata dan hewan-hewan ternak ada yang bermacam-macam warnanya (dan jenisnya). Sesungguhnya yang takut kepada Allah dari hamba-hambanya, hanyalah orang-orang berilmu. Sesungguhnya Allah Maha Perkasa lagi Maha Pengampun.” (QS. Fathir [35]: 28).

Tafsir Al-Mishbah oleh (Shihab, 2002) menjelaskan ada beberapa ulama menginterpretasikan istilah *kadzâlîka* dalam ayat tersebut artinya keberagaman yang melekat pada seluruh makhluk hidup. Selain itu juga, beberapa ulama ada yang mengartikan bahwa istilah *kadzâlîka* adalah perbedaan-perbedaan yang dapat dilihat dalam kehidupan nyata merupakan bukti adanya keanekaragaman makhluk

hidup itu sendiri. Menurut Ath-Thabari (2009), kata *kadzalika* artinya bermacam-macam. Allah menciptakan manusia dan binatang melata dengan bentuk dan warna yang berbeda, seperti putih, hitam, kuning dan lain-lain. Keanekaragaman ini merupakan kekuasaan Allah dalam menciptakan kehidupan dengan berbagai bentuk dan karakteristik, yang semuanya saling melengkapi dalam ekosistem dan alam semesta. Keanekaragaman bukanlah fenomena yang terjadi secara kebetulan, melainkan bagian dari rancangan, ketetapan, dan kehendak Allah. Keanekaragaman makrozoobentos merupakan salah satu bukti kebesaran-Nya dalam menciptakan keseimbangan kehidupan di bumi (Syaridawati dkk., 2025)

Keanekaragaman dan kelimpahan makrozoobentos sangat bergantung pada tingkat toleransi dan sensitivitas tiap genus terhadap kondisi lingkungan. Kisaran toleransi makrozoobentos terhadap perubahan lingkungan bervariasi antar genus (Ratih dkk., 2015). Kelimpahan dan keanekaragaman komunitas makrozoobentos ditentukan oleh sifat fisika, kimia, dan biologi perairan. Sifat fisik perairan meliputi suhu air, kecepatan arus, TSS, dan TDS. Sifat kimia perairan antara lain kandungan oksigen terlarut, pH, BOD, dan COD. Faktor biologi yang berpengaruh adalah komposisi jenis hewan dalam perairan, di antaranya produsen yang merupakan sumber makanan bagi makrozoobentos serta hewan predator yang memengaruhi kelimpahan makrozoobentos (Pelealu dkk., 2018). Adanya aktivitas manusia disekitar perairan dapat merubah ekosistem sehingga terganggunya komponen biotik dan abiotik. Hal tersebut menyebabkan menurunnya kualitas air yang berdampak pada organisme berupa kelompok makrozoobentos, dimana dampak yang ditimbulkan memengaruhi komposisi dan kelimpahannya (Irianto, 2017).

Penelitian tentang keanekaragaman makrozoobentos sebelumnya dilakukan oleh Abdillah (2025) di Sungai Wadung, Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang, dengan lima stasiun pengamatan, menemukan 11 genus dengan total 381 ekor spesimen. Penelitian ini menggunakan metode *Purposive Sampling* dengan memepertimbangkan variasi kondisi lingkungan. Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') menunjukkan nilai berkisar 1,816 di Stasiun I yang mendekati sumber mata air (hulu) hingga 0,528 di Stasiun V yang terletak dekat dengan pemukiman (hilir). Nilai tersebut menunjukkan bahwa keanekaragaman makrozoobentos dari hulu hingga hilir terdapat penurunan. Penurunan ini diakibatkan oleh peningkatan tekanan pencemaran. Indeks dominansi (C) meningkat dari 0,221 di Stasiun I (hulu) menjadi 0,732 di Stasiun V (hilir), yang didominasi genus *Potamopyrgus* yang toleran terhadap pencemaran lingkungan. Penelitian ini menunjukkan adanya korelasi yang erat antara parameter fisika-kimia air (suhu, kecepatan arus, pH, DO, BOD, COD, TSS, TDS) dengan keanekaragaman makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas perairan.

Dusun Umbulrejo, Desa Pamotan, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang merupakan pedesaan yang terletak di lereng Gunung Semeru. Masyarakat Dusun Umbulrejo Desa Pamotan umumnya berkerja sebagai buruh tani padi, perkebunan tebu, palawija dan sayur pada tingkat pendapatan menengah kebawah. Dusun Umbulrejo Desa Pamotan menyimpan kekayaan alam yang melimpah, salah satunya Sungai Umbulrejo. Sungai Umbulrejo memiliki sumber mata air yang jernih dan dimanfaatkan sebagai sumber air minum oleh masyarakat setempat dan kebutuhan dasar lainnya (Hirijanto dkk., 2019).

Karakteristik air Sungai Umbulrejo yang alami dan jernih sangat mendukung pemenuhan kebutuhan masyarakat dan sekaligus dijadikan sebagai destinasi wisata. Namun, ancaman pencemaran lingkungan akibat aktivitas manusia di Sungai Umbulrejo harus diwaspadai. Limbah dari pariwisata, pertanian, dan aktivitas domestik dapat menurunkan kualitas air, yang berdampak negatif pada ekosistem perairan (Kadim, 2014). Oleh karena itu, untuk menjaga Sungai Umbulrejo, pemantauan kualitas air harus dilakukan secara berkala, baik melalui keanekaragaman makrozoobentos maupun uji fisika-kimia. Monitoring dengan pendekatan biologis dan fisika-kimia sangat penting untuk mengetahui kualitas air di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana keanekaragaman makrozoobentos berdasarkan jumlah genus yang ditemukan Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang?
2. Bagaimana keanekaragaman makrozoobentos berdasarkan nilai indeks keanekaragaman dan nilai indeks dominansi di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang?
3. Bagaimana keanekaragaman makrozoobentos berdasarkan nilai parameter fisika-kimia air di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang?
4. Bagaimana korelasi antara parameter fisika-kimia air dengan individu makrozoobentos di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui keanekaragaman makrozoobentos berdasarkan jumlah genus yang ditemukan di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang.
2. Mengetahui keanekaragaman makrozoobentos berdasarkan nilai indeks keanekaragaman dan nilai indeks dominansi di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang.
3. Mengetahui keanekaragaman makrozoobentos berdasarkan nilai parameter fisika-kimia air di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang.
4. Mengetahui korelasi antara parameter fisika-kimia air dengan individu makrozoobentos di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai peran makrozoobentos sebagai indikator kualitas perairan yang berkaitan dengan parameter fisika-kimia di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang.
2. Memberikan informasi tentang kondisi perairan kepada masyarakat dan diharapkan mampu memotivasi upaya pelestarian lingkungan pada aliran Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang.
3. Memberikan inspirasi studi lanjutan tentang potensi organisme akuatik sebagai bioindikator kualitas perairan sungai.
4. Memberikan referensi untuk penelitian selanjutnya, terutama terkait biodiversitas dan bioindikator perairan Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Spesimen yang digunakan adalah makrozoobentos di dasar perairan yang terdapat di Stasiun I (kawasan pemukiman), Stasiun II (kawasan pemukiman), Stasiun III (kawasan pertanian), Stasiun IV (kawasan MCK), dan Stasiun V (kawasan wisata dan dekat sumber air). Pengambilan spesimen dilakukan dengan menancapkan jaring hingga mencapai dasar perairan.
2. Parameter fisika-kimia yang diukur meliputi suhu, pH, kecepatan arus, DO (*Dissolved Oxygen*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), BOD (*Biological Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solids*), dan TDS (*Total Dissolved Solids*).
3. Identifikasi spesimen berdasarkan pengamatan morfologi dilakukan hingga tingkat genus menggunakan buku acuan dari Rufusova *et al.* (2017), Oscoz *et al.* (2011), dan Gerber & Gabriel (2002).

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Makrozoobentos

2.1.1 Makrozoobentos dalam perspektif Al-Qur'an dan sains

Makrozoobentos merupakan organisme yang umum digunakan dalam menilai kualitas suatu perairan, karena setiap spesies memiliki rentang toleransi yang berbeda terhadap kondisi lingkungan sekitarnya, serta sensitif terhadap perubahan yang terjadi di habitatnya (Desinawati dkk., 2018). Allah Swt. menciptakan segala sesuatu pasti mempunyai manfaat, salah satunya makrozoobentos, secara tersirat telah disinggung dalam Al-Qur'an pada Surah Ali-Imran ayat 191 yang berbunyi:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ
رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ١٩١

Artinya: “(Yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): “Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka.” (QS. Ali Imran [3]: 191).

Tafsir Al-Mishbah menjelaskan bahwa orang yang berakal adalah mereka yang senantiasa berpikir dan berzikir kepada Allah, dengan ucapan atau dalam hati pada situasi dan kondisi apa pun, baik sedang beraktivitas maupun saat beristirahat. Manusia menggunakan akalnya untuk berpikir dan merenungkan penciptaan langit dan bumi. Sesungguhnya perenungan yang mendalam manusia dapat melihat bukti nyata keesaan dan kekuasaan Allah, serta dapat disimpulkan bahwa penciptaan alam beserta isinya bukanlah sesuatu yang sia-sia, melainkan memiliki tujuan yang

benar sebagaimana tertuang dalam firman *Robbana ma khalaqta hadza bathilan* (Shihab, 2002).

Menurut Ath-Thabari (2009), Allah Swt. memerintahkan manusia untuk senantiasa mengingat-Nya dalam setiap keadaan, baik saat berdiri, duduk, maupun berbaring. Maksudnya, berdiri dalam menegakkan sholat, duduk ketika tasyahud dan berbaring ketika tidur. Merenungkan ciptaan Allah yang ada di langit dan bumi adalah sifat orang-orang yang berakal, karena dalam ciptaan-Nya sesungguhnya terdapat pelajaran dan tanda nyata dari kekuasaan-Nya. Abu Ja'far dalam tafsir Ath-Thabari makna dari lafadz *Robbana ma khalaqta hadza bathilan* yaitu Engkau tidak menciptakan penciptaan ini dengan sia-sia dan Engkau tidak menciptakan kecuali perkara besar. Sehingga akhir dari pemikiran ini adalah bahwa semua ciptaan Allah memiliki manfaat bagi kemaslahatan dan kehidupan di bumi ini tidak sia-sia, melainkan semuanya berfungsi secara teratur dan harmonis.

Kedua tafsir ini menjelaskan tentang hakikat penciptaan langit dan bumi yang bukanlah suatu kebetulan atau sesuatu yang diciptakan tanpa tujuan, melainkan merupakan tanda-tanda kekuasaan Allah yang harus direnungkan oleh orang-orang yang berakal atau *ulul albab*. Melalui merenung dan mengingat Allah dalam berbagai keadaan, kita dapat menyadari bahwa semua ciptaan Allah memiliki makna dan hikmah yang mendalam, serta memiliki fungsi dan keteraturan yang saling berkaitan. Hal ini menjadi bukti bahwa Allah menciptakan segala sesuatu tidak diciptakan dengan sia-sia. Dalam konteks penelitian, makrozoobentos adalah salah satu makhluk ciptaan yang memiliki peranan penting di perairan, karena makrozoobentos dapat digunakan sebagai bioindikator keseimbangan dan kedinamisan di suatu ekosistem perairan (Arfiati *et al.*, 2019).

Perspektif Islam memandang bahwa seluruh makhluk hidup diciptakan dengan tujuan dan fungsi tertentu. Kehidupan makhluk, baik tumbuhan, binatang, manusia saling berkaitan dalam satu lingkungan hidup. Selain itu, makrozoobentos sebagai spesies bioindikator menunjukkan peran penting dalam memantau mutu perairan, di mana pada ayat 191 Ali-Imran menegaskan bahwa tidak ada ciptaan Allah Swt. yang sia-sia. Kestabilan dan kedinamisan lingkungan hidup bergantung pada pengelolaan serta pelestarian komponen lingkungan secara menyeluruh, yang kemudian dilanjutkan dengan melihat manfaatnya terhadap populasi lain. Pengelolaan dan kelestarian lingkungan memiliki hubungan erat dengan penempatan semua komponen lingkungan secara kodrati, yang merupakan salah satu tujuan penciptaan dalam Islam, karena Allah SWT menciptakan segala sesuatu dengan tujuan tertentu (Ibrahim, 2016).

2.1.2 Klasifikasi makrozoobentos

Bentos merupakan organisme invertebrata yang hidup di dasar perairan. Bentos tergolong organisme yang relatif menetap, melata, menempel, dan menggali liang pada dasar perairan, serta cenderung memiliki mobilitas yang terbatas. Organisme ini menempati berbagai jenis substrat seperti lumpur, pasir, batu dan kerikil (Fachrul, 2007). Berdasarkan habitat di perairan, bentos diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama, yaitu infauna dan epifauna. Infauna merupakan kelompok bentos yang hidupnya di dalam sedimen atau menggali lubang di dasar perairan, sedangkan epifauna adalah kelompok bentos yang hidupnya di permukaan substrat dasar perairan atau menempel pada struktur seperti daun-daun lamun (Siagian dkk., 2023).

Bentos dapat dikelompokkan berdasarkan jenisnya, yaitu menjadi kelompok hewan (zoobenthos) dan tumbuhan (fitobenthos) (Annisa dkk., 2020). Selain itu, berdasarkan ukuran tubuhnya, bentos juga dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori utama, yaitu makrozoobentos, mesobentos, dan mikrozoobentos (Fachrul, 2007):

- a. Makrozoobentos adalah bentos dengan ukuran tubuh lebih dari 1,0 mm.
- b. Mesobentos adalah bentos yang memiliki ukuran tubuh antara 0,1 hingga 1,0 mm.
- c. Mikrobentos merupakan bentos dengan ukuran tubuh kurang dari 0,1 mm.

Makrozoobentos adalah organisme benthik yang hidup di dasar perairan dan memiliki peran penting dalam rantai makanan yang keberadaannya sangat bergantung pada populasi organisme tingkat trofik yang lebih rendah. Sebagai komponen utama dalam ekosistem perairan, makrozoobentos berperan sebagai organisme kunci dalam jaring makanan (Pelealu dkk., 2018). Makrozoobentos sering digolongkan sebagai makroinvertebrata, yang sebagian besar spesiesnya menempati permukaan dasar sungai atau permukaan stabil lainnya, bukan organisme yang hidup secara bebas berenang. Karena mayoritas hidup pada habitat dasar perairan, makrozoobentos sering disebut makroinvertebrata benthik. Secara umum, istilah makroinvertebrata merujuk pada invertebrata berukuran besar yang dapat diamati tanpa alat pembesar. Kelompok ini terdiri dari berbagai spesies yang berasal dari beberapa filum, antara lain Annelida, Mollusca, Platyhelminthes, Nematoda dan Arthropoda (Oscoz *et al.*, 2011).

Makrozoobentos berdasarkan cara makan terbagi menjadi lima kelompok yang disajikan dalam Tabel 2.1 (Kumar & Vyas, 2014).

Tabel 2.1 Kelompok makrozoobentos berdasarkan cara makan

Kelompok makan	Mekanisme makan	Sumber makanan	Ukuran makanan
<i>Shredders</i>	Memamah kotoran, jaringan tanaman hidup, atau serpihan kayu	Materi organik kasar (CPOM) – jaringan tumbuhan yang terurai	>1,0 mm
<i>Filtering collectors</i>	Menyaring partikel terlarut dari badan air	Materi organik halus (FPOM) – partikel terdekomposisi, alga, bakteri, feses	0,01-1,0 mm
<i>Gathering collector</i>	Mencerna endapan sedimen atau mengumpulkan partikel yang terlepas dari endapan	Materi organik halus (FPOM) – partikel terdekomposisi, alga, bakteri, feses	0,05-1,0 mm
<i>Scraper/ Grazer</i>	Menggerus permukaan batu, kayu, atau batang tumbuhan air	Perifiton termasuk alga nonfilamen, mikroflora, fauna dan feses	0,01-1,0 mm
<i>Predator</i>	Menangkap dan menelan mangsa, menghisap cairan tubuh	Mangsa hewan hidup	>0.5 mm

Makrozoobentos berdasarkan tingkat pencemaran dapat dibedakan menjadi 6 kelas pada Tabel 2.2 (Husamah & Rahardjanto, 2019). Sedangkan klasifikasi makrozoobentos berdasarkan taksonominya dapat dikategorikan menjadi beberapa kelompok seperti pada Gambar 2.1 (Oscor *et al.*, 2011).

Tabel 2.2 Kelompok makrozoobentos berdasarkan tingkat pencemaran

Tingkat Pencemaran Air	Indikator Makrozoobentos
Tidak Tercemar	Lepidostomatidae, Planaria, Trichoptera (Sericosmatidae, Glossosomatidae)
Tercemar Ringan	Coleoptera (Elminthidae); Plecoptera (Perlidae, Peleodidae); Ephemeroptera (Leptophlebiidae, Pseudocloeon, Ecdyonuridae, Caebidae); Odonanta (Gomphidae, Platycnemididae, Agriidae, Aeshnidae); Trichoptera (Hydropsychidae, Psychomyidae)
Tercemar Sedang	Odonanta (Libellulidae, Cordulidae); Mollusca (Pulmonata, Bivalvia); Crustacea (Gammaridae)
Tercemar Agak Berat	Hirudinea (Glossiphoniidae, Hirudidae); Hemiptera (Syrphidae, Oligochaeta (Tubificidae); Diptera (Chironomus thummi-plumosus)
Sangat Tercemar	Tidak terdapat makrozoobentos. Besar kemungkinan dijumpai lapisan bakteri yang sangat toleran terhadap limbah organik (<i>Sphaerotilus</i>) di permukaan



Gambar 2.1 Kelompok utama makrozoobentos (Oscoz *et al.*, 2011). (a) dan (b) Oligochaeta, (c) Hirudinea, (d) Insekta, (e) Hydracarina, (f) Crustacea, (g) Gastropoda, dan (h) Nematoda.

2.1.1.1 Oligochaeta

Oligochaeta merupakan subkelas dalam filum Annelida yang tersebar di lingkungan perairan dengan panjang tubuh berkisar antara 1 hingga 150 mm. Tubuh Oligochaeta tersusun secara memanjang dengan simetri bilateral dan terbagi menjadi segmen-segmen, sebagaimana terlihat pada Gambar 2.1 (a) dan (b). Oligochaeta memiliki segmentasi tubuh dengan sedikit *chaetae* atau "bulu sikat" pada permukaan luar tubuh. Setiap segmen kecuali segmen pertama dilengkapi dengan empat bulu sikat (*chaetae*). Pada Oligochaeta dewasa, terdapat satu lapis penebalan kelenjar yang dikenal sebagai (*klitellum*) yang terletak pada daerah genital. Famili yang paling dikenal dalam kelompok ini adalah Naididae, Enchytraeidae, Haplotaxidae, Lumbriculidae, dan Lumbricidae. Beberapa spesies Oligochaeta menunjukkan kemampuan adaptasi untuk bertahan dalam lingkungan dengan konsentrasi oksigen rendah serta habitat yang mengalami kontaminasi atau pencemaran berat secara organik (Rufusova *et al.*, 2017). Oligochaeta air tawar berperan signifikan dalam proses bioturbasi pada sedimen yang terakumulasi di danau dan sungai. Melalui aktivitas menggali, makan, bergerak, bernapas, dan

pengeluaran zat sisa (ekskresi). Organisme dapat berinteraksi antara proses fisik dan kimia yang terjadi di antara sedimen dengan air (Oscor *et al.*, 2011).

2.1.1.2 Hirudinea

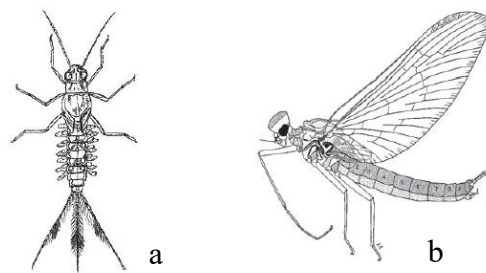
Kelas Hirudinea umumnya diklasifikasikan dalam filum Annelida atau sebagai subkelas dari kelas Clitellata, dengan Oligochaeta sebagai subkelas lain. Tubuh Hirudinea bersifat segmentasi, berotot, dan kontraktil. Selain itu, dilengkapi dengan penghisap pada kedua ujungnya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 (c). Penghisap anterior berfungsi untuk menempel pada inang, dengan memanfaatkan kedua pengisap tersebut, lintah dapat bergerak menuju insang atau dasar sirip inang untuk mengisap darah. Selain itu, lintah memiliki belalai yang dapat disisipkan ke dalam tubuh mangsa saat makan (Oscor *et al.*, 2011).

Menurut Thorp & Covich (2009), penghisap anterior (oral) memiliki bentuk yang lebih kecil dibandingkan dengan penghisap posterior (anal). Lima famili lintah yang telah diidentifikasi meliputi Glossiphoniidae, Erpobdellidae, Piscicolidae, Haemopidae dan Hirudinidae. Lintah tidak memiliki seta dan segmentasi eksternal tubuhnya tidak mencerminkan segmentasi organ internal. Lintah bersifat predator maupun parasit. Tubuh lintah lebih padat karena rongga tubuh sekunder (*coelom*) yang dipenuhi dengan jaringan ikat. Sebagian besar spesies hidup di perairan tawar, sementara beberapa ditemukan pada habitat terestrial dan laut. Habitat yang ideal untuk lintah adalah kolam air tawar berlumpur dan aliran dengan vegetasi air yang padat (Rufusova *et al.*, 2017). Selain itu, tubuh lintah yang panjang juga dapat meregang. Warna tubuh lintah bervariasi seperti abu-abu, cokelat, dan hijau (Umar *et al.*, 2013).

2.1.1.3 Insecta

a. Ephemeroptera

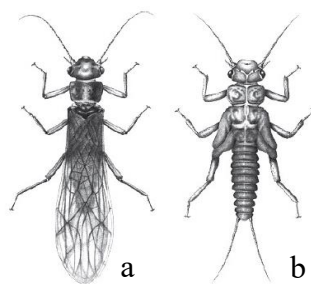
Ordo Ephemeroptera (lalat capung) merupakan salah satu ordo serangga tertua dengan sekitar 3.200 spesies yang telah diidentifikasi. Nimfa Ephemeroptera umumnya ditemukan di perairan mengalir, meskipun beberapa taksa menyukai perairan tergenang. Fase dewasa dari serangga ini memiliki masa hidup yang sangat singkat (beberapa jam hingga beberapa hari), dengan tujuan utama untuk reproduksi. Individu dewasa biasanya berkerumun di permukaan air. Nimfa Ephemeroptera berperan sebagai sumber makanan penting bagi ikan dan predator invertebrata air yang lebih besar. Selain itu, nimfa ini juga berfungsi sebagai bioindikator yang sangat berguna, sehingga menjadi kelompok organisme penting dalam pemantauan kualitas air tawar. Morfologi nimfa Ephemeroptera bervariasi sesuai dengan adaptasi lingkungan, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.2 (Rufusova *et al.*, 2017). Lalat capung memiliki tiga ekor atau filamen (benang panjang di bagian belakang tubuhnya) dan memiliki insang punggung atau insang lateral yang terletak di sebagian besar segmen perutnya (Umar *et al.*, 2013).



Gambar 2.2 Morfologi Ephemeroptera (Rufusova *et al.*, 2017). (a) nimfa dan (b) dewasa.

b. Plecoptera

Ordo Plecoptera (lalat batu) merupakan ordo kecil dalam kelas serangga hemimetabola, dengan sekitar 3.500 spesies yang telah teridentifikasi. Ordo ini tidak ditemukan pada habitat perairan tergenang. Lalat batu umumnya memiliki kemampuan terbang yang terbatas dan beberapa spesies bahkan tidak mempunyai sayap. Baik larva maupun dewasa memiliki sepasang cerci yang menonjol pada ujung abdomen, sebagaimana terlihat pada Gambar 2.3. Larva Plecoptera bersifat detritivora dengan memakan bahan organik dan sebagian bersifat predator, terutama pada famili Perlidae, Perlodidae, dan Chloroperlidae. Periode perkembangan larva berlangsung antara 1 hingga 4 tahun, sehingga lalat batu sering digunakan sebagai indikator kualitas perairan mengalir (Rufusova *et al.*, 2017). Lalat batu pada umumnya hidup di daerah yang dingin dan perairan yang jernih, seperti pegunungan di wilayah beriklim sedang. Kelompok lalat batu jarang ditemukan di daerah yang lebih hangat di berbagai benua, karena nimfa lalat batu hanya menyukai jenis air tertentu (Kriska, 2013).

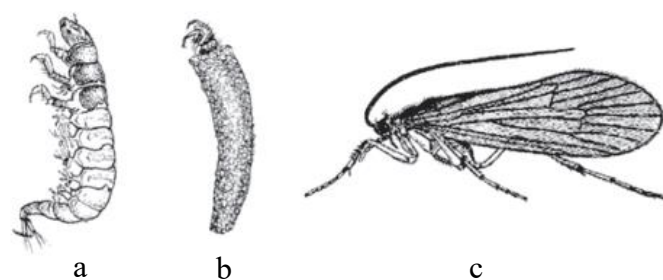


Gambar 2.3 Morfologi Plecoptera (Rufusova *et al.*, 2017). (a) dewasa dan (b) nimfa.

c. Trichoptera

Ordo Trichoptera atau yang dikenal sebagai lalat kadis, mencakup lebih dari 15.000 spesies yang terbagi menjadi 18 famili. Taksa ini paling umum ditemukan

di perairan yang mengalir. Trichoptera merupakan serangga dengan metamorfosis sempurna, yang meliputi fase kepompong dalam siklus perkembangannya. Pada fase dewasa, bentuknya menyerupai kupu-kupu, namun sayapnya ditutupi oleh rambut halus, sebagaimana terlihat pada Gambar 2.4. Larva memiliki proleg perut dengan cakar anal di ujung tubuh sebagai adaptasi terhadap arus air yang kuat. Siklus hidupnya terdiri dari 5 hingga 7 tahap perkembangan (instar) dalam satu tahun. Ujung labium larva dilengkapi dengan kelenjar sutra yang menghasilkan benang sutra untuk membangun jaring atau sebagai perekat dalam konstruksi selubung. Jaring halus tersebut dipasang dalam struktur kotak untuk menangkap partikel makanan. Larva instar terakhir dari spesies yang hidup bebas membentuk wadah kepompong khusus, umumnya terbuat dari serpihan sutra yang dicampur dengan pasir atau batu, yang disemen secara kuat pada substrat (Rufusova *et al.*, 2017). Lalat kadis pada fase larva dan pupa dari semua spesies berada di perairan. Lalat kadis umumnya banyak tersebar di habitat air yang mengalir (lotik), meskipun beberapa spesies menghuni perairan lentik (Thorp & Covich, 2009).

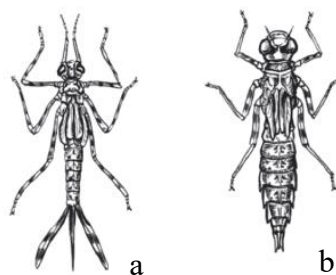


Gambar 2.4 Morfologi Trichoptera (Rufusova *et al.*, 2017). (a) larva tanpa selubung, (b) larva berselubung, (c) dewasa.

d. Odonata

Ordo Odonata (capung) terdiri atas tiga subordo, yaitu Anisoptera, Zygoptera, dan Anisozygoptera. Odonata merupakan ordo serangga yang telah ada

sejak zaman dulu dan mengalami metamorfosis hemimetabola. Semua larva Odonata memiliki modifikasi mulut (*labium*) yang khas berbentuk seperti topeng atau masker, yang digunakan untuk menangkap mangsa dengan mekanisme perpanjangan dan pelipatan di bawah kepala serta dada. Secara global, telah dideskripsikan sekitar 6.000 spesies Odonata, dengan penyebaran yang meliputi daerah tropis sebagai pusat keragaman tertinggi hingga wilayah pepohonan di daerah kutub (Rufusova *et al.*, 2017). Capung memiliki peranan penting bagi ekosistem, yaitu sebagai predator penyeimbang rantai makanan. Selain itu, capung dapat dijadikan bioindikator di ekosistem perairan. Hal ini nimfa capung memiliki sensitivitas tinggi terhadap gangguan di lingkungan perairan (Yule & Sen, 2004). Morfologi odonata dapat dilihat pada Gambar 2.5.

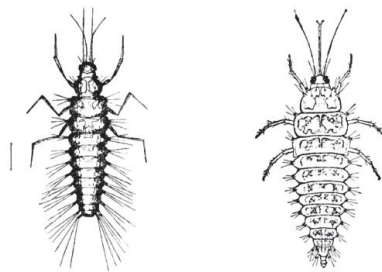


Gambar 2.5 Morfologi Larva Odonata (Rufusova *et al.*, 2017). (a) zygoptera dan (b) Anisoptera

e. Coleoptera

Coleoptera merupakan ordo besar serangga dengan sebagian besar spesies yang berhabitat di lingkungan terestrial. Namun, sekitar 12.500 spesies Coleoptera diklasifikasikan sebagai serangga akuatik yang tersebar di seluruh dunia. Larva kumbang air memiliki struktur mulut untuk menggigit, yang dilengkapi dengan mandibula dan maksila yang berfungsi untuk menahan serta mengunyah makanan. Pada beberapa spesies kumbang air, anggota tubuh berupa kaki tidak berkembang,

sedangkan pada spesies lainnya terdapat tiga pasang kaki bersendi yang terletak pada bagian dada (toraks). Kumbang air menunjukkan beragam mekanisme respirasi, meliputi penggunaan spirakel atau insang seperti pada famili Gyrinidae, penetrasi udara melalui batang tanaman berongga yang terendam air pada famili Chrysomelidae, pemanfaatan siphon di ujung abdomen untuk mengambil udara dari permukaan air pada famili Dytiscidae, serta penyimpanan udara sebagai plastron pada famili Dryopidae dan Elmidae (Rufusova *et al.*, 2017). Kumbang air hampir hidup di semua habitat akuatik dan umumnya ditemukan di tepi danau, kolam, genangan air, bendungan, sungai, dan laguna (Oscos *et al.*, 2011). Morfologi dari coleoptera dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Morfologi Larva Coleoptera (Rufusova *et al.*, 2017).

2.1.1.4 Crustacea

Crustacea berasal dari kata *crusta* yang berarti "berkulit keras". Tubuh crustacea terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu sefalotoraks (gabungan kepala dan dada) dan abdomen (perut). Eksoskeleton atau karapas yang tersusun dari zat kitin melindungi tubuh crustacea serta memberikan kekuatan struktural pada organisme tersebut (Maya & Nurhidayah, 2020). Crustacea merupakan kelompok invertebrata yang mencakup sekitar 67.000 spesies di seluruh dunia. Sebagian besar crustacea hidup di lingkungan akuatik laut, meskipun terdapat beberapa spesies

yang menghuni habitat air tawar. Ciri khas yang membedakan crustacea dari kelompok Arthropoda lainnya adalah keberadaan dua pasang antena serta lebih dari empat pasang anggota badan yang bersifat biramous, seperti terlihat pada Gambar 2.1 (f). Crustacea memiliki eksoskeleton yang mengalami pergantian (molting) selama proses pertumbuhan (Rufusova *et al.*, 2017).

2.1.1.5 Gastropoda

Gastropoda merupakan kelas terbesar dan paling beragam dalam filum Mollusca. Ada sekitar 50.000 spesies yang tersebar luas di berbagai habitat. Keragaman morfologis Gastropoda terlihat dari umumnya keberadaan cangkang berbentuk kerucut terpilin (spiral) Gambar 2.1 (g), yang memengaruhi bentuk tubuhnya. Namun, terdapat juga spesies Gastropoda yang tidak memiliki cangkang dikenal sebagai siput telanjang (vaginula). Pada tahap larva, tubuh Gastropoda menunjukkan pola simetri bilateral. Respirasi Gastropoda yang hidup di habitat darat menggunakan paru-paru, sedangkan di akuatik mengandalkan insang sebagai organ pernapasan (Maya & Nurhidayah, 2020). Kelas Gastropoda umumnya hidup pada berbagai jenis substrat, baik yang keras maupun berpasir, karena memiliki kemampuan adaptasi yang lebih baik dibandingkan kelas lainnya (Arfiati dkk., 2019). Gastropoda cocok digunakan sebagai bioindikator karena memiliki karakteristik yang relatif menetap, pergerakannya yang terbatas, melekat pada substrat, serta peka terhadap perubahan lingkungan (Umanailo dkk., 2021).

2.1.3 Habitat makrozoobentos

Makrozoobentos ditemukan dalam jumlah yang lebih besar di perairan tergenang (lentik) dibandingkan dengan perairan yang mengalir (lotik). Makrozoobentos merupakan organisme yang sebagian atau seluruh siklus hidupnya

berlangsung di dasar perairan, baik dengan sikap sesil, merayap, maupun menggali lubang. Bentos pemakan suspensi cenderung dominan pada substrat berbutir pasir dengan kandungan bahan organik yang rendah. Sebaliknya, bentos pemakan deposit lebih banyak dijumpai pada sedimen lempung dan sedimen lunak yang mengandung bahan organik lebih tinggi. Komposisi komunitas hewan bentos pada suatu habitat perairan sangat dipengaruhi oleh karakteristik substrat dasar, yang menentukan ketersediaan sumber makanan serta adaptasi spesies terhadap lingkungan tersebut (Harahap, 2022).

Kerapatan dan keragaman makrozoobentos menunjukkan hubungan secara langsung dengan keragaman substrat. Akumulasi sedimen akan mengisi ruang di antara partikel kasar pada substrat, sehingga mengurangi ketersediaan habitat bagi makroinvertebrata. Hal ini dapat mengakibatkan penghambatan sirkulasi air diantara pori-pori partikel, karena sedimen yang mengisi ruang pori-pori tersebut menciptakan sebuah penghalang sedimen yang bersifat (impermeabel) atau tidak dapat ditembus terhadap oksigen hyporheic. Peningkatan kandungan sedimen yang berukuran halus sebesar 12-17% dapat dihubungkan dengan penurunan total kelimpahan invertebrata sebesar 16-40% (Tjokrokusumo, 2008).

2.2 Keanekaragaman

Keanekaragaman adalah suatu sifat yang menunjukkan variasi atau jumlah spesies dalam suatu komunitas. Konsep keanekaragaman ditentukan berdasarkan dua aspek utama, yaitu ukuran kekayaan spesies yang merujuk pada banyaknya jenis spesies yang ada, serta keanekaragaman itu sendiri yang mempertimbangkan jumlah dan kelimpahan masing-masing spesies dalam komunitas (Suheriyanto *et al.*, 2016). Menurut Xu *et al.* (2022), keanekaragaman dijelaskan sebagai tingkat

penyebaran dan variasi komponen-komponen dalam suatu populasi tertentu. Keanekaragaman menjadi kunci penting bagi kedinamisan lingkungan yang dipengaruhi interaksi dalam suatu populasi dan faktor lingkungan.

Tingginya keanekaragaman dipengaruhi oleh jumlah spesies yang terdapat dan pola distribusi kelimpahan individu masing-masing spesies, sedangkan rendahnya keanekaragaman dapat disebabkan oleh faktor fisika dan kimia. Keanekaragaman yang ada dalam sebuah ekosistem memiliki fungsi krusial dalam mempertahankan kestabilan ekosistem tersebut (Suheriyanto *et al.*, 2017). Kelimpahan individu dari setiap jenis atau genus dapat dihitung dengan menggunakan indeks keanekaragaman (Febrian dkk., 2022). Indeks keanekaragaman menggambarkan kestabilan suatu komunitas dalam ekosistem. Nilai indeks yang tinggi mencerminkan tingkat stabilitas yang baik, sementara nilai yang rendah menunjukkan adanya ketidakstabilan dalam ekosistem. Nilai 1 sampai 3 dalam indeks keanekaragaman dapat menunjukkan kestabilan komunitas yang mudah berubah atau sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan (Isnainingsih & Patria, 2018).

Indeks Shannon memiliki karakteristik yang baik dan dapat digunakan secara lebih luas dibandingkan indeks keanekaragaman lainnya. Indeks Shannon pertama dikembangkan oleh Simpson, yang mempresentasikan kemungkinan bahwa dua individu yang dipilih secara acak berasal dari spesies yang sama. Ketika suatu sistem didominasi oleh satu atau beberapa spesies dengan jumlah individu yang sangat besar, terjadi dominasi dalam sistem tersebut. Sebaliknya, apabila distribusi jumlah individu antar spesies yang relatif merata, maka sistem tersebut memiliki keanekaragaman yang lebih tinggi (Thukral *et al.*, 2019). Nilai

Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') memiliki rentang nilai tertentu, yaitu: $H' < 1$ (keanekaragaman rendah), $1 < H' < 3$ (keanekaragaman sedang) dan $H' > 3$ (keanekaragaman tinggi) (Fachrul, 2007).

Indeks dominansi Simpson memberikan nilai lebih tinggi pada taksa yang dominan, sedangkan taksa yang jarang ditemui dengan diberikan bobot lebih rendah. Rentang nilai indeks ini berada antara 0 (menandakan keanekaragaman rendah) hingga maksimum $1 - 1/s$, dimana s merupakan jumlah takson (Krebs, 2014). Nilai antara 0 sampai 0,5 menunjukkan tidak adanya dominasi oleh jenis tertentu, sementara nilai antara 0,5 hingga 1 mengindikasikan adanya dominasi oleh satu jenis dalam komunitas (Desinawati dkk., 2018).

2.3 Sungai

2.3.1 Definisi

Sungai merupakan aliran terbuka dan memiliki alur panjang yang terbentuk secara alamiah di atas permukaan bumi. Sungai berfungsi untuk menampung dan mengalirkan air dari daerah hulu ke daerah hilir hingga muara. Proses terbentuknya sungai berasal dari sumber mata air dari gunung atau pegunungan yang mengalir di atas permukaan bumi (Junaidi, 2014). Menurut Zuliyanti dkk. (2022), sungai merupakan air tawar yang berasal dari sumber mata air alami, mengalir dari daerah dengan elevasi tinggi menuju wilayah yang lebih rendah dan bermuara ke laut, danau, atau sungai yang lebih besar. Pada bagian hulu, yang biasanya terletak di kawasan pegunungan memiliki kecepatan aliran sungai yang relatif lebih deras dibandingkan dengan bagian hilir. Proses pengikisan dan pengendapan yang terjadi sepanjang aliran sungai dapat menyebabkan pola aliran yang berliku-liku.

Definisi sungai secara yuridis tertulis dalam Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2011, yang menyatakan bahwa sungai merupakan aliran atau tampungan air yang terbentuk secara alami maupun buatan, yang mencakup sistem pengairan beserta airnya, dimulai dari hulu hingga ke muara, serta dibatasi oleh garis sempadan di sisi kanan dan kiri. Sungai memegang peranan penting dalam menunjang berbagai aktivitas manusia diantaranya untuk keperluan pertanian, perikanan, peternakan, industri, serta kebutuhan domestik sehari-hari. Setiap kegiatan tersebut pasti menghasilkan limbah buangan, tanpa pengelolaan yang tepat dapat berpotensi menyebabkan pencemaran pada badan air sungai. Kondisi pencemaran ini cenderung lebih parah di daerah yang berdekatan dengan wilayah industri. Limbah yang dihasilkan dari aktivitas industri dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kualitas lingkungan perairan, sehingga mengganggu keseimbangan ekosistem akuatik yang bergantung pada sungai tersebut (Rahman dkk., 2020).

2.3.2 Bagian sungai

Menurut Andini & Desrita (2022), sungai secara umum terbagi menjadi tiga bagian utama, yaitu hulu, tengah, dan hilir. Penjelasan mengenai masing-masing bagian adalah sebagai berikut:

a. Sungai bagian hulu

Hulu sungai merupakan daerah awal sungai yang umumnya berada di kawasan pegunungan dan ditandai dengan bentuk lembah menyerupai huruf "V" dengan karakteristik aliran air yang deras, serta memiliki kedalaman yang lumayan dalam. Pada bagian hulu sering mengalami erosi akibat kekuatan aliran yang tinggi.

b. Sungai bagian tengah

Bagian tengah sungai merupakan daerah sungai setelah hulu atau kelanjutan dari wilayah hulu, yang ditandai dengan bentuk lembah menyerupai huruf "U" akibat kondisi topografi yang lebih landai. Perubahan kemiringan ini menyebabkan kecepatan aliran air menjadi lebih lambat dibandingkan dengan bagian hulu, sehingga proses erosi tidak lagi menjadi dominan. Pada zona ini, proses yang lebih sering terjadi adalah transportasi sedimen, yaitu pemindahan material hasil erosi dari bagian hulu menuju wilayah yang lebih rendah.

c. Sungai bagian hilir

Bagian hilir merupakan daerah sungai terakhir atau segmen terakhir dari aliran sungai yang mengarah menuju muara atau laut. Karakteristik daerah ini adalah lembah yang berbentuk huruf "U" dengan bentang yang lebar, serta alur sungai yang cenderung berkelok atau membentuk meander. Pada bagian hilir, proses geomorfologi yang dominan adalah sedimentasi, yakni pengendapan material sedimen yang sebelumnya terbawa dari bagian hulu dan tengah sungai melalui proses transportasi.

2.3.3 Pemanfaatan sungai

Air sungai telah dimanfaatkan oleh masyarakat di dekat sungai tersebut. Menurut Darmanto & Sudarmadji (2013), secara umum pemanfaatan air oleh masyarakat dijelaskan pada uraian berikut:

a. Irigasi

Pembangunan bendungan merupakan tahap awal dalam pemanfaatan sumber daya air sungai untuk keperluan irigasi. Air dari bendungan selanjutnya didistribusikan ke wilayah sekitar melalui sistem saluran irigasi. Proses ini

memanfaatkan gaya gravitasi dan kemiringan alami sungai yang memungkinkan aliran air mengarah ke hilir. Melalui jaringan kanal tersebut, air kemudian dialirkan secara terkendali ke lahan pertanian yang membutuhkan suplai air.

b. Perikanan

Air sungai yang dibendung melalui bendungan kemudian dialirkan ke kolam-kolam budidaya ikan menggunakan pipa paralon. Di dalam kolam tersebut, berbagai jenis ikan seperti nila, gurami, dan mas dibudidayakan. Pemanfaatan air sungai ini memiliki keunggulan berupa suplai air yang kontinu sehingga memungkinkan terjadinya pergantian air secara alami. Selain itu, aliran air yang cepat meningkatkan kadar oksigen terlarut, yang sangat mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan budidaya.

c. Keperluan rumah tangga

Air sungai digunakan oleh masyarakat untuk memenuhi berbagai kebutuhan domestik, salah satunya adalah mencuci pakaian. Kegiatan ini biasanya dilakukan saat kondisi air sungai menunjukkan kejernihan yang relatif tinggi dengan tingkat kekeruhan yang rendah, sehingga air tersebut dianggap memenuhi syarat untuk penggunaan tersebut. Selain itu, air sungai juga sering dimanfaatkan untuk mencuci kendaraan, karena dinilai lebih efisien dalam hal biaya dan tenaga dibandingkan dengan penggunaan air dari sumber alternatif lainnya.

2.3.4 Parameter fisika-kimia

Air merupakan salah satu aspek penting sebagai tempat berlangsungnya kehidupan organisme akuatik, maka perlu diperhatikan parameter fisika, kimia, maupun biologi. Parameter fisika-kimia memberikan informasi yang menyeluruh tentang kualitas perairan serta hubungan timbal balik antara organisme akuatik

(Harahap, 2022). Organisme akuatik sangat dipengaruhi oleh parameter fisika-kimia yang dapat diukur langsung dari kondisi lingkungan perairan. Parameter tersebut berperan krusial dalam menentukan kelangsungan hidup organisme perairan, antara lain:

a. Suhu

Suhu adalah ukuran yang menunjukkan derajat panas atau dingin suatu perairan. Suhu di ekosistem perairan, memiliki peran penting dalam mengatur kondisi lingkungan. Pengaruh suhu meliputi berbagai proses fisik, kimia dan biologis di badan air. Selain itu, suhu juga menentukan proses kehidupan dan distribusi organisme di perairan. Kelarutan oksigen dalam air sangat dipengaruhi oleh suhu. Ketika suhu air meningkat, molekul air bergerak lebih cepat sehingga mengurangi kelarutan oksigen dan meningkatkan aktivitas metabolisme organisme akuatik yang membutuhkan oksigen lebih banyak (Harahap, 2022). Makrozoobentos merupakan organisme yang sensitif terhadap suhu. Secara umum makrozoobentos dapat bertahan hidup di kisaran suhu antara 25-35 °C untuk keberlangsungan hidupnya (Kinasih dkk., 2015).

b. TSS (*Total Suspended Solids*)

Total Suspended Solids (TSS) atau total padatan tersuspensi adalah partikel padatan tersuspensi yang melayang dalam kolom air dan tidak langsung mengendap ke dasar perairan. Nilai TSS memiliki korelasi positif dengan tingkat kekeruhan air, yang berarti semakin tinggi kekeruhan, maka konsentrasi padatan tersuspensi juga semakin besar. Keberadaan TSS dipengaruhi oleh masukan limbah dari daratan, aliran sungai, serta kondisi perairan itu sendiri. Proses sedimentasi sangat erat kaitannya dengan TSS dan dapat memberikan dampak negatif bagi keseimbangan

ekosistem akuatik (Yonar dkk., 2021). Padatan tersuspensi yang terdiri dari lumpur dan pasir halus, biasanya berukuran maksimum 2 μm , memasuki badan air melalui faktor lingkungan seperti curah hujan dan dinamika hidrooseanografi (Galuh dkk., 2019). Kadar TSS yang meningkat dapat menurunkan kelimpahan individu dan keanekaragaman makrozoobentos di perairan tertentu. Pengaruh padatan tersuspensi sangat bervariasi, tergantung pada sifat kimia alamiah bahan tersebut, terutama keberadaan bahan toksik. Contohnya, tanah liat yang tidak mengandung zat toksik nyata tetapi dapat menyebabkan tingkat kematian tinggi pada hewan invertebrata (Khaeksi *et al.*, 2015).

c. TDS (*Total Dissolved Solids*)

Total Dissolved Solids (TDS) atau total padatan terlarut merupakan padatan-padatan yang mempunyai ukuran lebih kecil dari padatan tersuspensi, umumnya berupa ion-ion anorganik yang biasa ditemukan di perairan. TDS merupakan parameter yang menunjukkan jumlah keseluruhan padatan terlarut dalam air, baik yang bersifat organik maupun anorganik. Kadar TDS memiliki hubungan positif dengan viskositas larutan. Peningkatan kadar TDS akan menyebabkan peningkatan kekentalan larutan (Malesi & Putra, 2024). Nilai kadar TDS yang tinggi dapat disebabkan dari berbagai sumber, termasuk partikel alami seperti serasah daun dan material di sekitar mata air, serta limbah domestik seperti sisa-sisa bahan buangan sabun dan sampah rumah tangga (Revansyah dkk., 2023).

d. Kecepatan Arus

Arus merupakan proses pergerakan massa air menuju kesetimbangan yang dapat menyebabkan perpindahan massa air secara horizontal maupun vertikal (Modalo dkk., 2018). Kecepatan aliran air memegang peranan penting karena

memengaruhi berbagai faktor lingkungan dalam sistem perairan, termasuk penyebaran kontaminan. Dasar perairan dengan arus deras biasanya didominasi oleh batu dan kerikil, sedangkan dasar perairan dengan arus lambat lebih banyak terdiri dari lumpur dan pasir (Johan & Ediwarman, 2011). Klasifikasi kecepatan arus dibagi menjadi beberapa tipe, yaitu arus sangat cepat dengan kecepatan >1 m/detik, arus cepat antara 0,5–1 m/detik, arus sedang 0,2–0,5 m/detik, arus lambat 0,1–0,2 m/detik dan arus sangat lambat di bawah 0,1 m/detik (Arfiati dkk., 2019). Kecepatan arus dan debit air dapat dipengaruhi oleh topografi, sedimentasi, curah hujan, sampah, atau hal-hal lainnya dalam aliran air (Herawati *et al.*, 2020).

Parameter kimia air merupakan senyawa hasil reaksi kimia, baik yang bersifat organik maupun anorganik, yang terdapat di perairan. Berikut ini merupakan beberapa parameter kimia air yang umum diukur:

a. Derajat Keasaman (pH)

Derajat Keasaman (pH) adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu perairan (Harlina, 2020). Kelangsungan hidup organisme akuatik umumnya bergantung pada nilai pH yang ideal, yakni berkisar antara 7 hingga 8,5. Pada kondisi perairan dengan nilai pH yang sangat asam maupun sangat basa, organisme tersebut akan menghadapi risiko gangguan metabolisme dan respirasi yang membahayakan. Oleh karena itu, menjaga kestabilan pH dalam rentang tersebut sangat penting untuk mendukung kelangsungan hidup biota akuatik. Keasaman air meningkat akibat tingginya konsentrasi ion-ion seperti besi sulfur (FeS), yang jika bereaksi dengan udara dan air akan membentuk asam sulfat H_2SO_4 serta besi larut yang bersifat toksik bagi makrozoobentos (Harahap, 2022). Air Sungai yang memiliki kadar pH

yang tinggi umumnya disebabkan oleh penumpukan logam berat dan senyawa organik tertentu yang terdapat di perairan tersebut. Nilai pH menjadi faktor penting dalam perairan karena nilai pH pada air dapat menentukan sifat air yaitu asam atau basa yang dapat memengaruhi biota akuatik (Pratiwi & Setiorini, 2023).

b. DO (*Dissolved Oxygen*)

Oksigen terlarut atau DO (*Dissolved oxygen*) merupakan jumlah oksigen yang terlarut dalam suatu badan air, yang sangat penting untuk mendukung aktivitas biota akuatik. Kehidupan di perairan hanya dapat bertahan apabila terdapat oksigen terlarut dengan konsentrasi minimum sebesar 5 mg/L air. Kelarutan oksigen di dalam air dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu suhu, tekanan atmosfer, persentase oksigen di udara sekitar, pergolakan pada permukaan air, serta luas area permukaan air yang terbuka terhadap atmosfer. Faktor-faktor tersebut secara bersama-sama menentukan seberapa banyak oksigen yang dapat larut dan bertahan dalam air secara efektif (Harahap, 2022). Nilai DO menunjukkan konsentrasi oksigen (O_2) yang tersedia dalam badan air tertentu. Oksigen yang melimpah dalam air menunjukkan kualitas air yang baik, sedangkan nilai DO yang rendah mengindikasikan bahwa air tersebut telah mengalami pencemaran. Selain itu, pengukuran DO sangat penting untuk menilai kemampuan suatu badan air dalam mendukung kehidupan biota air seperti ikan dan mikroorganisme, serta kemampuan air dalam membersihkan pencemaran (Harlina, 2020).

c. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD (*Biological Oxygen Demand*) atau kebutuhan oksigen biologis merupakan jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme aerobik untuk mendegradasi bahan buangan organik dalam lingkungan perairan. Proses oksidasi

bahan organik oleh mikroorganisme di dalam air terjadi secara alamiah dan mudah berlangsung apabila oksigen yang terkandung dalam air lingkungan tersebut cukup, sesuai dengan kandungan oksigen di atmosfer dan persentasenya di udara sekeliling. Mikroorganisme memerlukan jumlah oksigen dalam proses penguraian senyawa organik, biasanya diukur pada suhu 20 °C (Harahap, 2022). Semakin besarnya konsentrasi BOD mengindikasikan bahwa perairan tersebut telah tercemar. Konsentrasi BOD yang tingkat pencemarannya masih rendah dan dapat dikategorikan sebagai perairan yang baik memiliki kadar BOD berkisar antara 0-10 mg/L. Perairan yang memiliki konsentrasi BOD lebih dari 10 mg/L dianggap telah tercemar (Cahyono dkk., 2018).

d. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Chemical Oxygen Demand (COD) atau kebutuhan oksigen kimia merupakan jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa kimiawi dalam suatu sampel air, dinyatakan dalam satuan mg O₂/liter. Pengukuran COD menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam proses oksidasi terhadap total senyawa organik, baik yang mudah maupun sulit atau tidak dapat diuraikan secara biologis. Kadar COD dapat diukur untuk melihat pengaruhnya terhadap komunitas makrozoobentos. Semakin tinggi kadar COD, maka keanekaragaman bentos cenderung menurun. Sebaliknya, apabila kadar COD rendah, keanekaragaman bentos akan cenderung meningkat, menunjukkan hubungan terbalik antara kadar COD dan keanekaragaman makrozoobentos di perairan (Harahap, 2022). Tingginya nilai COD menunjukkan bahwa keberadaan zat organik di dalam suatu perairan berada dalam jumlah tinggi. Zat organik ini akan mengubah oksigen menjadi

karbon dioksida dan air, yang menyebabkan berkurangnya kadar oksigen di perairan (Saputri dkk., 2023).

2.3.5 Baku mutu air sungai

Baku mutu air sungai di Indonesia diatur melalui Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Atikah dkk., 2023). Berdasarkan pemanfaatannya menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, bahwa kelas air dibagi menjadi empat kategori. Berikut adalah deskripsi dari masing-masing kelas tersebut:

a. Kelas I

Air golongan kelas I digunakan sebagai bahan baku air minum atau untuk pemanfaatan lain yang mensyaratkan mutu air serupa dengan penggunaan tersebut.

b. Kelas II

Air golongan kelas II mencakup air yang digunakan untuk prasarana dan sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, pengairan tanaman, serta peruntukan lain yang mensyaratkan mutu air serupa dengan kegunaan tersebut.

c. Kelas III

Air golongan kelas III digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, serta pengairan tanaman, atau untuk keperluan lain yang mensyaratkan mutu air serupa dengan kegunaan tersebut.

d. Kelas IV

Air golongan kelas IV diperuntukkan mengairi tanaman atau kegunaan lain yang memiliki persyaratan mutu air sesuai dengan peruntukan tersebut.

Nilai baku mutu air sungai yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup menjadi acuan dalam penilaian kualitas air. Parameter nilai baku mutu tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.3 sebagai berikut:

Tabel 2.3 Baku mutu air sungai berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021

Parameter	Satuan	Baku Mutu			
		I	II	III	IV
Suhu	°C	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 3
pH	-	6-9	6-9	6-9	6-9
TDS	mg/L	1000	1000	1000	2000
TSS	mg/L	40	50	100	400
DO	mg/L	6	4	3	1
BOD	mg/L	2	3	6	12
COD	mg/L	10	25	40	80

Keterangan: Dev artinya deviasi yaitu perbedaan dengan suhu udara di atas permukaan air.

2.3.6 Pencemaran air sungai

Pencemaran air sungai secara umum yang disebabkan oleh aktivitas manusia diantaranya seperti limbah industri, limbah rumah tangga, limbah pertanian, bahkan limbah pertambangan. Selain itu, tingkat kesadaran masyarakat yang masih rendah turut berkontribusi pada terjadinya pencemaran air, karena banyak dari aktivitas manusia langsung membuang kotoran, sampah, tinja, dan limbah lainnya ke badan air. Perilaku ini mempercepat proses pencemaran dan meningkatkan beban kontaminasi pada sumber daya air, mengingat penggunaan air secara terus-menerus dalam kehidupan sehari-hari dapat menimbulkan risiko terhadap kesehatan manusia apabila air yang digunakan telah mengalami pencemaran (Ermawati & Hartanto, 2017).

Pencemaran air merupakan salah satu kerusakan lingkungan hidup yang berdampak serius terhadap keberlanjutan kehidupan manusia. Hal ini menunjukkan adanya krisis spiritual dan moral yang menyebabkan manusia tidak berhasil menjalankan peranannya sebagai penjaga dan pengelola alam. Sebagaimana ditegaskan dalam Islam, menjaga kelestarian lingkungan adalah bagian dari keimanan dan ketaatan kepada Allah Swt. (Halifasyah dkk., 2025). Nabi Muhammad saw. pernah bersabda:

حَدَّثَنَا إِسْحَقُ بْنُ سُوَيْدٍ الرَّمْلِيُّ وَعُمَرُ بْنُ الْخَطَّابِ أَبُو حَفْصٍ وَحَدِيثُهُ أَثَمُّ أَنَّ سَعِيدَ بْنَ الْحَكَمِ حَدَّثَهُمْ قَالَ أَخْبَرَنَا نَافِعُ بْنُ يَزِيدَ حَدَّثَنِي حَيَّوَةُ بْنُ شُرَيْحٍ أَنَّ أَبَا سَعِيدٍ الْحَمِيرِيَّ حَدَّثَهُ عَنْ مُعَاذِ بْنِ جَبَلٍ قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ اتَّقُوا الْمَلَاعِنَ. الثَّلَاثَةَ الْبَرَّازَ فِي الْمَوَارِدِ وَقَارِعَةَ الطَّرِيقِ وَالظَّلَّ

Artinya: “Telah menceritakan kepada kami Ishaq bin Suwaid Ar Ramli dan Umar bin Al Khaththab Abu Hafsh dan haditsnya lebih sempurna, bahwasanya Sa'id bin Al Hakam telah menceritakan kepada mereka, dia berkata: Telah mengabarkan kepada kami Nafi' bin Yazid telah menceritakan kepada kami Haiwah bin Syuraih bahwasanya Abu Sa'id Al Himyari telah menceritakan kepadanya dari Mu'adz bin Jabal, dia berkata: Rasulullah shallallahu 'alaihi wa sallam bersabda: Takutlah kalian terhadap tiga hal yang terlaknat: buang air besar di sumber air, tengah jalanan dan tempat berteduh.” (HR. Abu Dawud No. 24).

Allah Swt. telah menciptakan alam semesta, termasuk lingkungan hidup, sebagai amanah yang wajib dirawat dan dilestarikan. Pemeliharaan dan pelestarian lingkungan tersebut menghasilkan berbagai manfaat ekologis diantaranya kualitas udara yang bersih, ketersediaan air jernih, perlindungan hutan utuh, perkembangbiakan satwa yang optimal, makhluk hidup akan terjamin keberlangsungan, dan ekosistem akan berjalan dengan sempurna (Salsabila, 2021). Pesan utama dari hadits tersebut adalah larangan membuang kotoran, sampah, maupun limbah sembarangan. Pencemaran lingkungan sangat berbahaya bagi

kehidupan karena air merupakan sumber kehidupan utama. Masalah lingkungan hidup tidak terbatas pada pengelolaan sampah, pencemaran, reboisasi, atau pelestarian alam semata. Dalam ajaran Islam, Nabi Muhammad saw. secara tegas melarang umat manusia melakukan kerusakan di bumi (Hanan dkk., 2025).

2.4 Sungai Umbulrejo

Sungai Umbulrejo merupakan salah satu sungai yang terletak di Dusun Umbulrejo, Desa Pamotan, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang. Seluruh Desa di Kecamatan Dampit merupakan dataran dan pegunungan dengan ketinggian 300 hingga 460 m diatas permukaan laut. Luas kawasan Kecamatan Dampit secara keseluruhan adalah sekitar 135,57 km² atau sekitar 1,55 % dari total luas Kabupaten Malang (Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang, 2025). Sungai Umbulrejo berada di sebelah timur Kota Malang dengan jarak kurang lebih 45 km, tepatnya di lereng kaki Gunung Semeru (Hirijanto dkk., 2019). Secara geografis, aliran sungai Umbulrejo berasal dari wilayah hulu di Desa Pamotan dan mengalir ke arah hilir menuju daerah yang lebih rendah dan lebih luas, sampai bermuara ke Sungai Njuwok yang mengarah ke Kecamatan Dampit, serta Sungai Klampok yang menuju Pamotan, melewati Desa Majang Tengah dan Desa Geduk Wetan. Aliran ini kemudian bergabung dengan Sungai Lesti sebelum bermuara ke sistem Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas (Kadim dkk., 2013).

Panjang aliran Sungai Umbulrejo kurang lebih 10 km, melewati area wisata, pertanian, perkebunan, dan area pemukiman. Sungai Umbulrejo dimanfaatkan oleh masyarakat setempat sebagai sumber air minum. Selain itu, aktivitas antropogenik di sepanjang wilayah aliran Sungai Umbulrejo, seperti pertanian, pengembangan pariwisata, aktivitas perkebunan, serta penggunaan air untuk mandi, mencuci, dan

buang air besar/kecil (MCK), yang diindikasikan berpotensi terhadap penurunan mutu air sungai. Penurunan kualitas air tersebut dapat menimbulkan dampak negatif terhadap konsentrasi faktor fisika, kimia, serta keberlanjutan organisme perairan dalam ekosistem tersebut (Kadim, 2014).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian deskriptif kuantitatif adalah mendeskripsikan, menjelaskan, dan menarik kesimpulan dari fenomena yang diamati dengan menggunakan angka-angka. Pengambilan sampel makrozoobentos dilakukan dengan menggunakan metode eksplorasi, yaitu dengan pengambilan sampel secara langsung pada lokasi penelitian di sepanjang perairan sungai.

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2025 hingga bulan Februari 2026. Lokasi pengambilan sampel makrozoobentos dan sampel air dilakukan di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur. Identifikasi sampel makrozoobentos dilakukan di Laboratorium Optik Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Uji parameter fisika-kimia dilakukan di Laboratorium Jasa Tirta I Kota Malang.

3.3 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah jaring dengan ukuran mata jaring 0,5 mm (Hauer & Lamberti, 2007), kuas, nampan, pinset, rafia, meteran, pH meter, termometer, TDS meter, mikroskop, botol gelap, botol flakon, *cool box*, pelampung, kertas label, dan buku identifikasi. Sedangkan bahan yang digunakan adalah alkohol 70%, sampel air, serta sampel makrozoobentos yang diambil di setiap stasiun perairan.

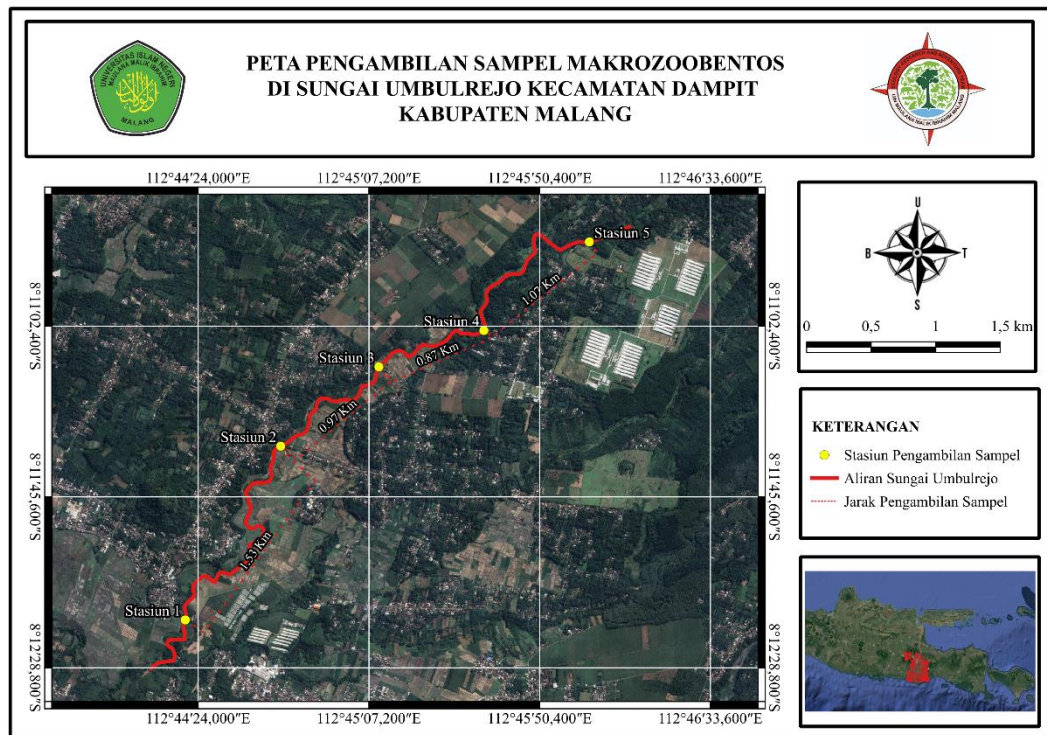
3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Studi pendahuluan

Studi pendahuluan dilaksanakan pada bulan Oktober 2025 dengan tujuan untuk menentukan lokasi stasiun penelitian yang akan diamati. Metode yang digunakan dalam penentuan stasiun penelitian adalah *purposive sampling*. Menurut Suheriyanto (2008), metode *purposive sampling* merupakan metode yang pengambilan sampelnya mempunyai karakteristik tertentu. Penentuan stasiun penelitian didasarkan pada aktivitas masyarakat disekitar lokasi penelitian dan tingkat gangguan lingkungan. Deskripsi kondisi setiap stasiun dapat dilihat pada Tabel 3.1. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 3.1, sedangkan gambar lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.

Tabel 3.1 Deskripsi stasiun pengamatan

Stasiun	Deskripsi	Titik Koordinat
I	Dasar berbatu kecil dan berlumpur, letak dekat pemukiman, serta terdapat tutupan pohon.	8°12'15.81" LS, 112° 44' 20.40" BT
II	Dasar berbatu kecil, berlumpur, dan berpasir, letak dekat pemukiman, serta terdapat tutupan pohon.	8°11'32.09" LS, 112° 44' 44.91" BT
III	Dasar berlumpur dan berbatu, letak setelah persawahan, serta minim tutupan pohon.	8°11'36.15" LS, 112° 44' 42.15" BT
IV	Dasar berbatu dan berkerikil, letak dekat dengan pemukiman, terdapat aktivitas MCK, serta terdapat tutupan pohon.	8°11'3.29" LS, 112° 45' 36.08" BT
V	Dasar berbatu dan berpasir, letak dekat area wisata, dekat sumber mata air, serta terdapat tutupan pohon yang rindang.	8°10'40.25" LS, 112° 46' 2.33" BT



Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian (Qgis). Titik stasiun pengambilan sampel makrozoobentos.



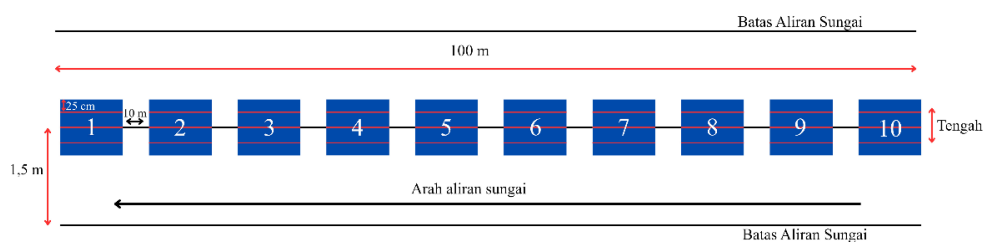
Gambar 3.2 Foto lokasi penelitian. (A) Stasiun 1, (B) Stasiun 2, (C) Stasiun 3, (D) Stasiun 4, (E) Stasiun 5.

3.4.2 Pengambilan spesimen makrozoobentos dan sampel air

Pengambilan spesimen dilakukan sebanyak 3 kali ulangan di setiap stasiun. Pengulangan dilakukan dengan rentang waktu satu minggu. Setiap stasiun memiliki tiga sub stasiun. Dibuat *line transek* sepanjang 100 meter, dan pada setiap *line transek* dibuat sebanyak 10 plot dengan ukuran 1x1 meter yang dibuat secara lurus dengan jarak 10 meter. Pengambilan spesimen makrozoobentos dilakukan dengan jaring sambil melawan arus sungai dengan empat kali serokan yang disesuaikan dengan luasan plot Gambar 3.3. Kemudian spesimen yang tertangkap dalam jaring dipindahkan ke nampan.

Batuan yang terdapat di dalam plot diambil secara manual dan ditempatkan juga ke nampan. Sampel makrozoobentos yang berada di nampan diambil menggunakan kuas dan kemudian spesimen makrozoobentos dipindahkan ke dalam botol flakon yang berisi alkohol 70% untuk proses pengawetan. Setiap botol flakon diberi label yang berbeda sesuai dengan ulangan dan stasiun pengambilan sampel.

Sampel air diambil di lima stasiun yang sama dengan pengambilan spesimen makrozoobentos. Sampel air diambil dengan cara memasukan air ke dalam botol gelap dengan menghadap datangnya arah arus. Sampel air yang ditempatkan pada botol gelap diberi label sesuai dengan stasiun pengambilan. Semua botol sampel air disimpan dalam *cool box* dengan penambahan *ice pack* untuk menjaga suhu dingin selama proses pengawetan.



Gambar 3.3 Titik pengambilan sampel makrozoobentos pada tiap stasiun.

3.4.3 Identifikasi spesimen makrozoobentos

Spesimen makrozoobentos diamati morfologinya dan didokumentasikan. Untuk spesimen yang berukuran kurang dari 1 cm diamati menggunakan mikroskop. Identifikasi spesimen dilakukan hingga tingkat genus menggunakan buku acuan dari Rufusova *et al.* (2017), Oscoz *et al.* (2011), dan Gerber & Gabriel (2002). Jumlah spesimen yang ditemukan disajikan pada Tabel 3.2. di bawah ini.

Tabel 3.2 *Tally sheet* pengamatan makrozoobentos

No.	Ordo	Famili	Genus	St 1			St 2			Dst.		
				U1	U2	U3	U1	U2	U3			
1.												
2.												
3.												
4.												
5.												

3.4.4 Pengukuran parameter fisika-kimia air

Pengukuran parameter fisika seperti suhu, pH, kecepatan arus, dan TDS dilakukan langsung di lokasi penelitian. Suhu air dan udara diukur menggunakan termometer, pH dengan pH meter dan TDS dengan TDS meter. Sedangkan kecepatan arus diukur dengan mengacu pada metode Badan Standardisasi Nasional (2015), yakni dengan menggunakan benda yang mengapung seperti pelampung yang diikat pada tali sepanjang jarak tertentu, kemudian dilepaskan di aliran sungai. Waktu dihitung sejak benda dilepaskan sampai berhenti menggunakan stopwatch, lalu kecepatan arus dihitung dengan membagi panjang tali dengan waktu yang tercatat. Parameter lain seperti DO (*Dissolved Oxygen*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), BOD (*Biological Oxygen Demand*), dan TSS (*Total Suspended Solids*) diuji di Laboratorium Jasa Tirta Kota Malang.

3.5 Analisis Data

3.5.1 Analisis komunitas

Analisis komunitas makrozoobentos yang dilakukan di Sungai Umbulrejo meliputi indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') dan indeks dominansi Simpson (C). Indeks Shannon-Wiener digunakan untuk mengetahui tingkat keanekaragaman komunitas dan indeks dominansi memberikan gambaran mengenai tingkat dominasi genus atau spesies tertentu. Perhitungan indeks keanekaragaman dan indeks dominansi dilakukan secara komputerisasi dengan bantuan perangkat lunak PAST 4.17.

3.5.3 Analisis korelasi

Analisis korelasi antara genus makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia air Sungai Umbulrejo dilakukan berdasarkan korelasi Pearson. Data yang diperoleh dari uji fisika-kimia air dan keanekaragaman makrozoobentos kemudian diuji menggunakan bantuan aplikasi PAST 4.17 yang dihitung di setiap stasiun penelitian untuk pengolahan data secara komputerisasi. Menurut Mutmainah (2024), nilai koefisien korelasi disajikan pada Tabel 3.3 sebagai berikut:

Tabel 3.3 Nilai koefisien korelasi

Interval koefisien korelasi	Tingkat Hubungan
0,00–0,20	Sangat lemah
0,20–0,40	Lemah
0,40–0,60	Sedang
0,60–0,80	Kuat
0,80–1,00	Sangat kuat

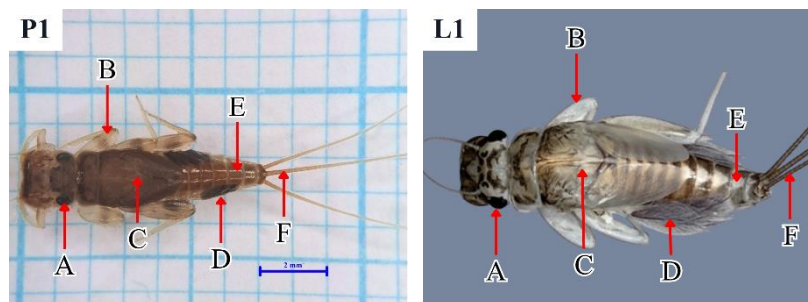
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keanekaragaman Makrozoobentos Berdasarkan Jumlah Genus Yang Ditemukan Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang

Penelitian yang dilaksanakan di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit Kabupaten Malang, mendapatkan spesimen dengan total sebanyak 685 ekor terdiri dari 10 genus yang kemudian diidentifikasi. Identifikasi dilakukan hingga tingkat genus berdasarkan karakter morfologi pada setiap spesimen yang ditemukan. Spesimen yang didapatkan adalah sebagai berikut:

1. Spesimen 1

Spesimen 1 yang ditemukan dalam penelitian ini terdapat pada Gambar 4.1 sebagai berikut:



Gambar 4.1 Genus *Thraulodes*. P1: gambar pengamatan morfologi keseluruhan, L1: gambar literatur morfologi keseluruhan (Oscor *et al.*, 2011). Bagian makrozoobentos yang teramati: (A) mata, (B) kaki, (C) bantalan sayap, (D) insang, (E) abdomen, (F) cerci.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa spesimen pertama memiliki tubuh berwarna coklat tua dengan ukuran panjang sekitar 12 mm dan lebar 5 mm. Spesimen ini memiliki bentuk tubuh pipih secara dorsoventral. Selain itu, terdapat tiga filamen panjang yang menonjol dari ujung posterior abdomen. Menurut Gerber & Gabriel (2002), ordo Ephemeroptera memiliki ciri morfologi yaitu terdapat tiga

ekor atau filamen dan memiliki insang punggung, serta insang lateral yang terdapat pada segmen abdomennya. Selain itu, kakinya juga dilengkapi dengan cakar.

Nimfa famili Leptophlebiidae memiliki tubuh yang pipih secara dorsoventral dan memiliki kepala dengan bentuk besar dan pipih. Bagian sisi bawah kepala, terdapat sepasang sikat maksila yang menonjol dan berbentuk sisir. Leptophlebiidae memiliki bentuk insang punggung beragam, umumnya berbentuk runcing dan bercabang dua seperti huruf “V” (V-shaped). Sudut posterior-lateral segmen pada bagian abdomen umumnya memiliki ujung yang tajam. Ekor filamen berbentuk tipis memanjang dan mudah patah (Umar *et al.*, 2013).

Genus *Thraulodes* pada bagian kepala memiliki mata dan (oocelli) berwarna hitam pekat. Bagian mulut terdapat (clypeus) yang melebar diujung dan bibir atas (labrum) memiliki lebar dua kali dari clypeus. Rahang (mandibula) memiliki bulu panjang tipis di bagian ujung luar dan polos di pangkal, serta rahang samping (maxilla) putih transparan. Bagian abdomen memiliki insang (gills) yang menonjol pada segmen I-VII berwarna cokelat tua berbentuk lebar meruncing untuk bernapas di air rendah oksigen, sementara ekor filamen kekuningan sedikit cokelat dengan struktur bercincin (Orlando & Salles, 2023).

Klasifikasi spesimen 1 berdasarkan ITIS (2026) yaitu:

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Ephemeroptera

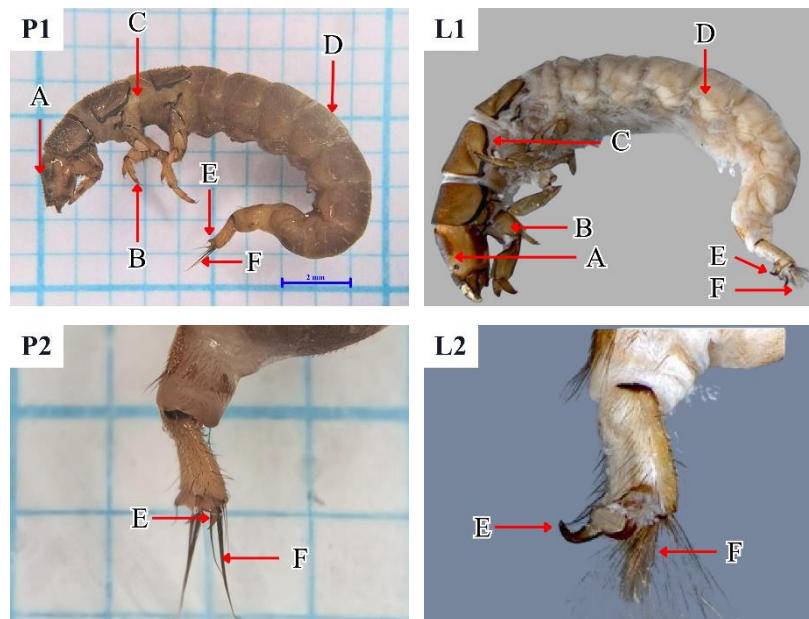
Famili : Leptophlebiidae

Genus : *Thraulodes*

2. Spesimen 2

Spesimen 2 yang ditemukan dalam penelitian ini terdapat pada Gambar 4.2

Sebagai berikut:



Gambar 4.2 Genus *Hydropsyche*. P1: gambar pengamatan morfologi keseluruhan, P2: gambar pengamatan anal, L1: gambar literatur morfologi keseluruhan, L2: gambar literatur anal (Oscos *et al.*, 2011). Bagian makrozoobentos yang teramati: (A) kepala, (B) kaki, (C) toraks, (D) abdomen, (E) cakar, (F) setae.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa spesimen kedua memiliki tubuh berwarna coklat pucat dengan ukuran panjang sekitar 15 mm dan lebar 3 mm. Pada bagian toraks spesimen ini terdapat tiga segmen dan abdomennya berbentuk silindris, serta pada bagian anal terdapat dua setae. Menurut Rufusova *et al.* (2017), larva dari ordo Trichoptera dikenal memiliki tubuh lunak yang dilengkapi dengan tiga pasang kaki toraks dan kait anal (anal hooks) yang berfungsi untuk melekat pada substrat di habitat perairan. Sebagian besar spesies ini membuat pelindung (case) dari material alami seperti pasir atau serpihan tumbuhan, serta menggunakan sutra untuk menangkap makanan dan melindungi diri.

Anggota famili Hydropsychidae memanfaatkan kombinasi kaki dan cakar yang terletak pada segmen terakhir untuk merayap dan menempel pada substrat. Famili ini dapat mengapung dalam posisi vertikal ketika perutnya dijentikkan. Warna tubuhnya bervariasi, mulai dari hijau, coklat, hingga pucat. Habitat famili ini umumnya ditemukan pada permukaan bebatuan dan kumpulan butiran pasir di sungai yang memiliki karakteristik arus deras, karena substrat tersebut membantu perlekatan yang kuat dan memungkinkan adaptasi yang stabil. Selain itu, arus yang kuat terus membawa partikel makanan sehingga memudahkan anggota famili ini menangkap makanannya atau membangun jaring penjerat untuk menangkap partikel tersebut. (Gerber & Gabriel, 2002). Genus *Hydropsyche* memiliki karakteristik morfologi yang khas, yaitu tubuh yang dilapisi struktur menyerupai jarum (spikula) berwarna gelap, abdomen berbentuk silindris, dan terdapat tiga segmen toraks yang tersklerotisasi. serta terdapat cakar dan setae yang kaku pada ujung anal (Osoz *et al.*, 2011).

Klasifikasi spesimen 2 berdasarkan ITIS (2026) yaitu:

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Trichoptera

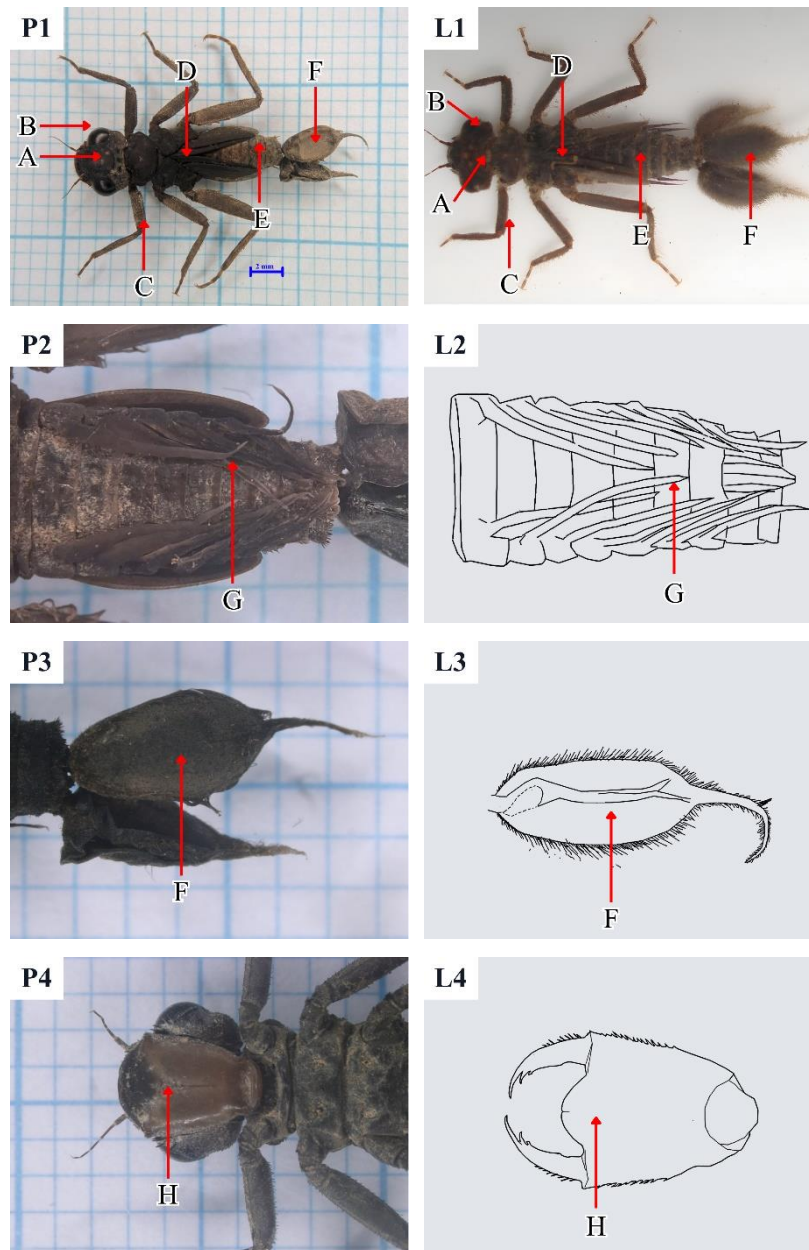
Famili : Hydropsychidae

Genus : *Hydropsyche*

3. Spesimen 3

Spesimen 3 yang ditemukan dalam penelitian ini terdapat pada Gambar 4.3

Sebagai berikut:



Gambar 4.3 Genus *Euphaea*. P1: gambar pengamatan morfologi keseluruhan, P2: gambar pengamatan filamen gills, P3: gambar pengamatan caudal gills, P4: gambar literatur prementum, L1: literatur morfologi keseluruhan, L2: gambar literatur filamen gills, L3: gambar literatur caudal gills, L4: gambar literatur prementum (Xu, 2017). Bagian makrozoobentos yang teramati: (A) kepala, (B) mata, (C) kaki, (D) bantalan sayap, (E) abdomen, (F) caudal gills, (G) filament gills, (H) prementum.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa spesimen tiga memiliki tubuh berwarna hitam kecokelatan dengan panjang 20 mm dan lebar 17 mm. Pada bagian

kepala terdapat mata berwarna cokelat gelap dan labium yang berbentuk seperti topeng atau masker. Tiga pasang kaki yang kuat yang melekat pada bagian toraks. Selain itu, pada sisi bawah abdomennya terdapat rambut-rambut halus dengan ujung abdomen (anal) terdapat tiga insang ekor pendek yang berbentuk menggelembung. Menurut Rufusova *et al.* (2017), ciri khas nimfa odonata yaitu terdapat mulut (labium) berbentuk seperti topeng yang digunakan untuk menangkap mangsa dengan mekanisme perpanjangan dan pelipatan di bawah kepala serta dada.

Famili Euphaeidae merupakan kelompok capung jarum yang memiliki tubuh berukuran kecil hingga sedang dengan bentuk badan yang ramping. Pada bagian kepala berukuran relatif besar dengan mata yang menonjol ke arah samping. Nimfa Euphaeidae memiliki sayap transparan yang relatif lebar dan panjang sejajar dengan abdomen. Struktur khusus kaki yang kuat dan kokoh untuk membantu dalam pergerakan. Ciri khas famili Euphaeidae, memiliki insang filamen pada segmen II-VII di bagian bawah abdomen berwarna cokelat keabuan (Nesemann *et al.*, 2011). Genus Euphaea memiliki struktur insang ekor yang bercabang tiga dengan bentuk seperti kantung meruncing (caudal gills tri-quetral, saccoid). Selain itu, terdapat prementum berbentuk tumpul, kaku, dan memanjang pada bagian bawah labium, serta dilengkapi dengan duri pada bagian lateral (Xu, 2017).

Klasifikasi spesimen 3 berdasarkan GBIF (2026) yaitu:

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Odonata

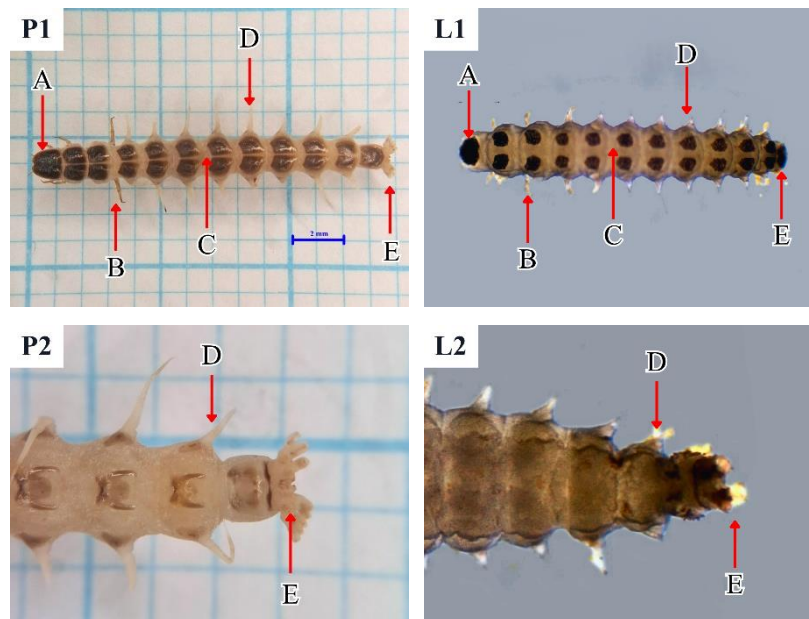
Famili : Euphaeidae

Genus : Euphaea

4. Spesimen 4

Spesimen 4 yang ditemukan dalam penelitian ini terdapat pada Gambar 4.4

Sebagai berikut:



Gambar 4.4 Genus *Aquatica*. P1: gambar pengamatan morfologi keseluruhan, P2: gambar pengamatan anal, L1: gambar literatur morfologi keseluruhan, L2: gambar literatur anal (Fu & Ballantyne, 2024). Bagian makrozoobentos yang teramati: (A) kepala, (B) kaki, (C) abdomen, (D) trachea gill, (E) pygopodium.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa spesimen empat memiliki warna tubuh umumnya coklat muda. Tubuhnya pipih memanjang dengan segmen-segmen yang terlihat jelas. Panjang tubuhnya sekitar 14 mm dan lebarnya 4 mm. Pada sisi tubuhnya terdapat struktur duri yang tersusun ke samping, sedangkan pada ujung abdomen ada tonjolan. Selain itu, spesies ini memiliki tiga pasang kaki pada toraks. Menurut Umar *et al.* (2013), secara umum ciri morfologi dari ordo Coleoptera yaitu terdapat tiga pasang kaki toraks dan memiliki tipe mulut penggigit atau pengunyah.

Famili Lampyridae merupakan kelompok kunang-kunang. Ciri famili ini yaitu berbentuk pipih dorsoventral (gepeng atau campodeiform), memanjang, dan agak cekung, serta tubuhnya memiliki tekstur yang lunak. Tiga segmen di bagian toraks dan sembilan segmen pada abdomen yang terlihat dengan jelas. Setiap segmen toraks dan abdomen ditutupi oleh sklerit pipih seperti lempengan di bagian dorsal. Lempengan protoraks sebagian memiliki ukuran yang lebih besar dan umumnya menutupi bagian kepala dari atas (Thorp & Covich, 2009).

Ciri khas genus *Aquatica* ada di bagian segmen abdomen satu sampai delapan yang terdapat insang trakea lateral yang bercabang dan majemuk, serta spirakel yang terletak di ujung cabang yang memiliki ukuran relatif pendek (Fu & Ballantyne, 2024). Selain itu, genus *Aquatica* pada bagian abdomen akhir atau pada segmen ke sembilan memiliki cincin kulit tipis yang melekat ke segmen sepuluh yang berubah berupa tonjolan kaki belakang (pygopodia) yang digunakan sebagai pengait untuk menempel pada substrat membantu pergerakan di air (Ballantyne *et al.*, 2022).

Klasifikasi spesimen 4 berdasarkan ITIS (2026) yaitu:

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Coleoptera

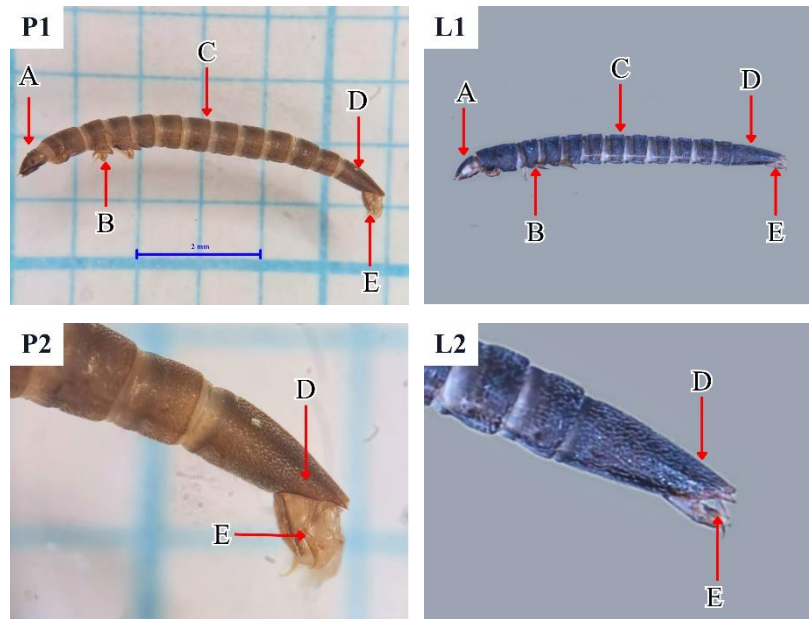
Famili : Lampyridae

Genus : *Aquatica*

5. Spesimen 5

Spesimen 5 yang ditemukan dalam penelitian ini terdapat pada Gambar 4.5

Sebagai berikut:



Gambar 4.5 Genus *Stenelmis*. P1: gambar morfologi keseluruhan, P2: gambar pengamatan anal, L1: gambar literatur morfologi keseluruhan, L2: gambar literatur anal (Hayashi & Kamite, 2015). Bagian makrozoobentos yang teramati: (A) kepala, (B) kaki, (C) abdomen, (D) flap, (E) insang.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa spesimen lima memiliki tubuh memanjang (silindris) berwarna coklat tua dengan panjang sekitar 6 mm dan lebar 1 mm. Spesimen ini memiliki tubuh yang terdiri dari tiga bagian yaitu kepala, toraks, dan abdomen. Tubuhnya memiliki karakteristik kulit yang keras, kuat dan, tebal. Pada bagian toraks terdapat tiga pasang kaki dan abdomennya terdiri dari sembilan segmen berbentuk meruncing di ujung (spindel). Menurut Gerber & Gabriel (2002), kelompok larva Coleoptera sebagian spesies, memiliki kaki yang tidak berkembang. Namun, ada beberapa spesies dari famili elmidae yang terdapat

tiga pasang kaki bersendi yang terletak di bagian dada (toraks) yang tidak beradaptasi untuk berenang.

Larva famili Elmidae memiliki ukuran panjang tubuh yang bervariasi antara 1-10 mm. Larva famili ini memiliki tubuh memanjang dan oval yang berwarna hitam hingga cokelat, terkadang terdapat bercak kemerahan, dan kecokelatan. Pada bagian abdomennya terdiri dari sembilan segmen. Segmen pada abdomen terakhir lebih panjang dari pada segmen lainnya dengan bentuk segitiga dengan lekukan (Oscor *et al.*, 2011).

Genus *Stenelmis* memiliki bentuk larva yang memanjang (elongate), yang secara bertahap menyempit dari bagian tengah menuju posterior. Permukaan tubuhnya berwarna hitam atau cokelat gelap dengan tekstur kusam (matte) yang tidak mengkilap, untuk berkamuflase alami terhadap substrat. Selain itu, genus ini juga memiliki spirakel menonjol pada mesotoraks serta pada segmen posterior atau segmen kesembilan dilengkapi oleh sebuah penutup berbentuk flap (operculum) yang melindungi insang berbentuk benang pada bagian anal (Hayashi & Kamite, 2015).

Klasifikasi spesimen 5 berdasarkan ITIS (2026) yaitu:

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Coleoptera

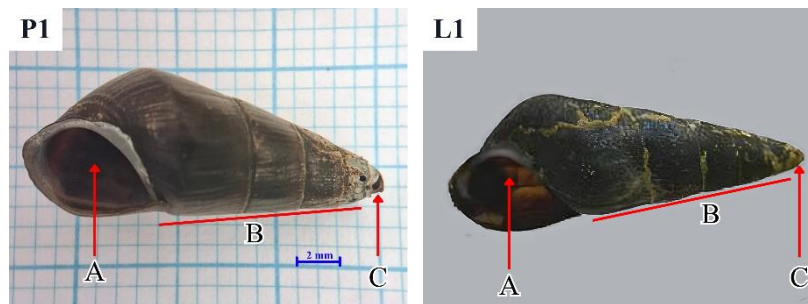
Famili : Elmidae

Genus : *Stenelmis*

6. Spesimen 6

Spesimen 6 yang ditemukan dalam penelitian ini terdapat pada Gambar 4.6

Sebagai berikut:



Gambar 4.6 Genus *Sulcospira*. P1: gambar pengamatan morfologi keseluruhan, L1: gambar literatur morfologi keseluruhan (Marwoto & Isnaningsih, 2012). Bagian makrozoobentos yang teramati: (A) aperture, (B) cangkang, (C) apex.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa spesimen enam memiliki cangkang berbentuk mengerucut ke bagian ujungnya, berwarna coklat kekuningan dengan ukuran panjang sekitar 18 mm dan lebar 8 mm. Pada permukaan cangkang memiliki tekstur licin dan halus. Spesimen ini memiliki lima ulir dengan bagian ujung (apex) yang terkikis. Ciri dari famili Pachychilidae yaitu cangkangnya memiliki struktur tebal dan kuat, dengan tekstur halus berbentuk kerucut memanjang. Selain itu, bagian luarnya memiliki warna coklat hingga kehitaman (Buwono *et al.*, 2025).

Genus *Sulcospira* memiliki cangkang yang berukuran relatif kecil. Cangkang *Sulcospira* memiliki enam garis spiral yang rata dengan dipisahkan oleh sutura (garis pertemuan antar putaran) yang sempit dan dangkal. Bagian ujung cangkang (apex) sering ditemukan dalam kondisi terkikis. Genus ini sebagian besar cangkangnya berwarna coklat tua sampai hitam, atau kuning kecokelatan. Permukaan cangkang hanya memiliki garis-garis halus dan teratur. Bukan cangkang (aperture) berbentuk oval, serta sumbu dalam (columella) tebal. Tutup

cangkang (operkulum) berbentuk oval dengan 3-4 putaran yang membesar, dan inti di bagian tengah (Marwoto & Isnaningsih, 2012).

Klasifikasi spesimen 6 berdasarkan GBIF (2026) yaitu:

Kingdom : Animalia

Filum : Mollusca

Kelas : Gastropoda

Ordo : Sorbeoconcha

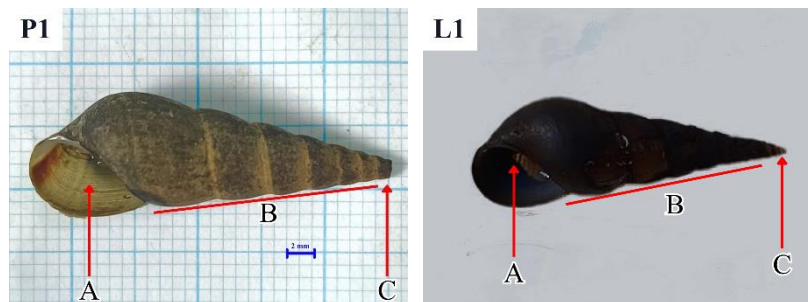
Famili : Pachychilidae

Genus : Sulcospira

7. Spesimen 7

Spesimen 7 yang ditemukan dalam penelitian ini terdapat pada Gambar 4.7

Sebagai berikut:



Gambar 4.7 Genus *Melanoides*. P1: gambar pengamatan morfologi keseluruhan, L1: gambar literatur morfologi keseluruhan (Purnama *et al.*, 2022). Bagian makrozoobentos yang teramati: (A) aperture, (B) cangkang, (C) apex.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa spesimen tujuh memiliki cangkang berbentuk memanjang dan runcing, berwarna coklat kehitaman dengan ukuran panjang sekitar 28 mm dan lebar 10 mm. Pada permukaan cangkang terdapat garis-garis spiral halus. Spesimen ini memiliki 8 ulir dengan bagian ujung (apex) yang tumpul. Menurut Thorp & Covich (2009), Ordo Cerithiida tergabung dalam kelas

Gastropoda, khususnya kelompok Caenogastropoda, yaitu siput air yang memiliki insang internal (ctenidium) dan operculum eksternal yang berfungsi seperti "pintu" pelindung atau pertahanan saat terdapat tekanan, maka siput akan menarik tubuhnya ke dalam cangkang. Famili Thiaridae memiliki ciri khas yaitu cangkang yang kuat dan tebal, dengan pilinan spiral yang berkembang baik berwarna krem dengan bercak-bercak cokelat. Famili ini gerakannya relatif lambat, hidup pada bebatuan kecil atau kerikil di aliran air yang mengalir dengan substrat berlumpur (Gerber & Gabriel, 2002).

Genus *Melanoides* memiliki cangkang beroperkulum yang khas menjorok ke kanan (dextral), dengan dinding agak tebal dan keras untuk melindungi tubunya di lingkungan akuatik. Bagian tengah cangkang (columellar) memiliki struktur padat dan kuat, membuat umbilikus (lubang pusat di bagian bawah) tertutup sepenuhnya tanpa celah. Struktur cangkang *Melanoides* berbentuk spiral memanjang dengan puncak (apex) agak meruncing. Selain itu, terdapat aperture atau bukaan cangkang dan operkulum hampir berbentuk oval, lebih lebar di bagian bawah daripada atas (Yousif *et al.*, 2009).

Klasifikasi spesimen 7 berdasarkan ITIS (2026) yaitu:

Kingdom : Animalia

Filum : Mollusca

Kelas : Gastropoda

Ordo : Cerithiida

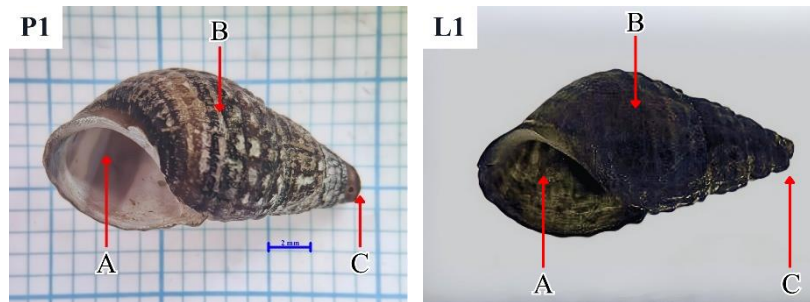
Famili : Thiaridae

Genus : *Melanoides*

8. Spesimen 8

Spesimen 8 yang ditemukan dalam penelitian ini terdapat pada Gambar 4.8

Sebagai berikut:



Gambar 4.8 Genus *Tarebia*. P1: gambar morfologi keseluruhan, L1: gambar literatur morfologi keseluruhan (Isnainingsih dkk., 2017). Bagian makrozoobentos yang teramati: (A) aperture, (B) garis spiral, (C) apex.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa spesimen delapan memiliki warna cangkang yang bervariasi dari kuning, coklat muda hingga coklat tua atau kehitaman. Panjangnya 14 mm dan lebarnya 7 mm. Spesimen ini memiliki cangkang yang berbentuk kerucut dan tebal. Permukaan cangkang memiliki lima garis spiral dengan struktur benjolan-benjolan atau berbentol pada cangkang. Menurut Thorp & Covich (2009), Ordo Cerithiida tergolong dalam kelas Gastropoda dan merupakan bagian dari kelompok Caenogastropoda, yaitu siput air yang memiliki insang internal (ctenidium) dan memiliki operculum sebagai penutup cangkang, saat terdapat tekanan tubuhnya masuk kedalam cangkang sebagai pertahanan.

Famili Thiariidae memiliki ciri khas yaitu cangkang yang kuat dan tebal, dengan pilinan spiral yang berkembang baik. Cangkang famili ini umumnya berwarna krem dengan bercak-bercak coklat. Pada sebagian individu terdapat tuberkel (benjolan) yang lebih menonjol yang tampak jelas di permukaan cangkang.

Anggota famili Thiaridae memiliki mobilitas atau gerak yang relatif lambat. Famili ini biasa ditemukan pada bebatuan kecil atau kerikil di aliran air yang mengalir yang memiliki arus yang relatif lambat dengan substrat berlumpur (Gerber & Gabriel, 2002).

Genus *Tarebia* merupakan kelompok keong air tawar yang memiliki panjang tubuh antara 13 mm hingga 32 mm. Ciri khas utama genus ini adalah adanya operkulum berbentuk paucispiral. Cangkang berukuran sedang, berbentuk kerucut memanjang (conical-elongate), dan agak tebal. Pada bagian posterior (apex) runcing. Genus *Tarebia* memiliki pilinan cangkang yang tersusun secara spiral ke kanan (dextral) dan jumlah garis spiral yang jelas (sekitar 5 garis pada bagian bawah pinggiran cangkang). Permukaan cangkang terdapat bintik-bintik halus atau garis spiral yang menonjol sehingga garis spiral dan aksial tampak membentuk nodul (benjolan kecil) sehingga cangkang terlihat bergranular dari permukaan (Isnainingsih dkk., 2017).

Klasifikasi spesimen 8 berdasarkan ITIS (2026) yaitu:

Kingdom : Animalia

Filum : Mollusca

Kelas : Gastropoda

Ordo : Cerithiida

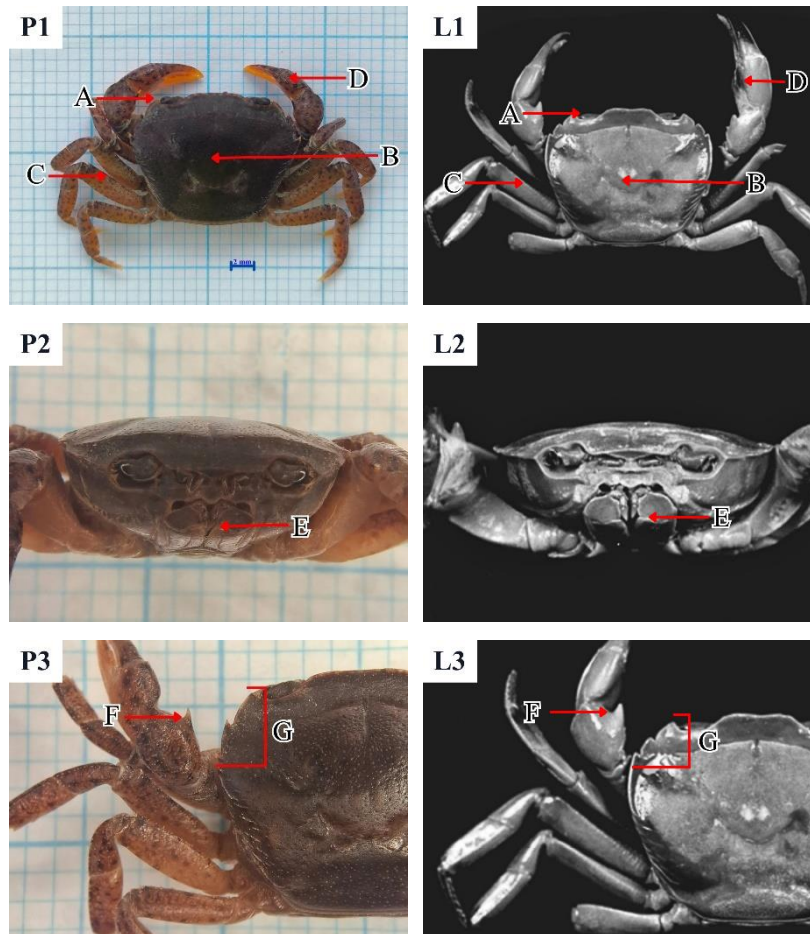
Famili : Thiaridae

Genus : *Tarebia*

9. Spesimen 9

Spesimen yang ditemukan dalam penelitian ini terdapat pada Gambar 4.9

Sebagai berikut:



Gambar 4.9 Genus *Parathelphusa*. P1: gambar morfologi keseluruhan, P2: gambar pengamatan palpus mandibular, P3: gambar pengamatan duri propodus dan antero-lateral, L1: literatur morfologi keseluruhan, L2: gambar literatur palpus mandibular, L3: gambar literatur duri propodus dan antero-lateral (Chia & Ng, 2006). Bagian makrozoobentos yang teramati: (A) mata, (B) karapas, (C) kaki, (D) capit, (E) palpus mandibular, (F) duri propodus, (G) gigi antero-lateral.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa spesimen sembilan memiliki tubuh berwarna coklat kehitaman dengan ukuran panjang sekitar 17 mm dan lebar 30 mm. Spesimen ini memiliki karapas berbentuk trapesium dengan tiga gigi

antero-lateral pada kedua tepi karapas dan memiliki sepasang mata berukuran kecil. Selain itu, spesimen ini memiliki empat pasang kaki bersendi dan terdapat sepasang kaki di bagian depan yang termodifikasi menjadi capit. Ordo Decapoda ditandai oleh adanya lima pasang kaki jalan (pereiopoda), dengan pasangan pertama biasanya berkembang menjadi capit (chela). Tubuh terbagi menjadi sefalotoraks yang dilindungi oleh karapaks dan abdomennya bersegmen (Gerber & Gabriel, 2002).

Famili Gecarcinucidae memiliki ciri morfologi yang mudah dikenali pada bagian mulutnya, yaitu rahang bawah (palpus mandibular) yang terbagi menjadi dua lobus (bilobus), seperti dua tonjolan (Junardi *et al.*, 2020). Genus *Parathelphusa* memiliki karapaks (cangkang punggung) halus dan tidak berbulu. Bagian depan karapaks terdapat segitiga tengah yang menonjol dan berkembang dengan baik. Tepi depan karapaks yang punya tiga duri tajam dan menonjol di bagian antero-lateral, sehingga tampak seperti memiliki "tiga gerigi" dan pada bagian propodus terdapat duri kecil yang menjadi ciri khas dari genus *Parathelphusa* (Chia & Ng, 2006).

Klasifikasi spesimen 9 berdasarkan GBIF (2026) yaitu:

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Malacostraca

Ordo : Decapoda

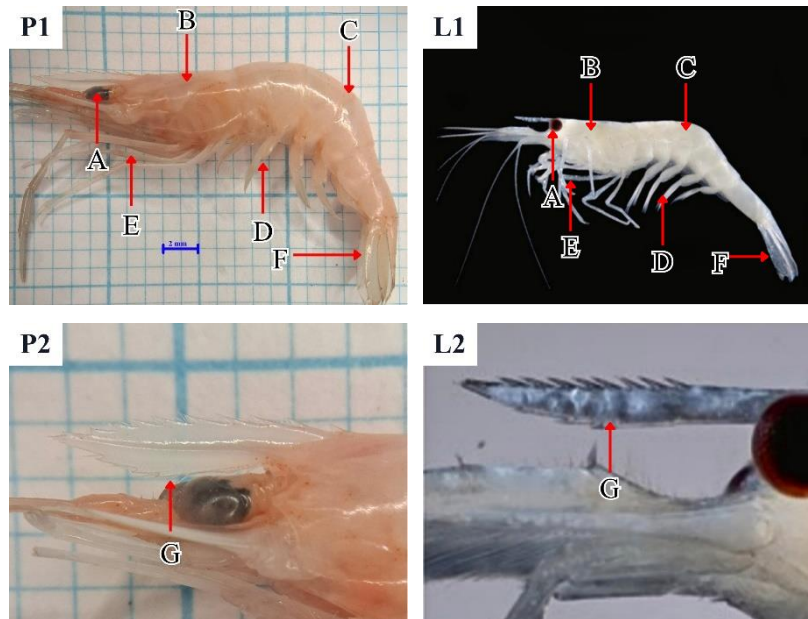
Famili : Gecarcinucidae

Genus : *Parathelphusa*

10. Spesimen 10

Spesimen 10 yang ditemukan dalam penelitian ini terdapat pada Gambar

4.10 Sebagai berikut:



Gambar 4.10 Genus *Caridina*. P1: gambar pengamatan morfologi keseluruhan, P2: gambar pengamatan rostrum, L1: gambar literatur morfologi keseluruhan, L2: gambar literatur rostrum (Oscos *et al.*, 2011). Bagian makrozoobentos yang teramati: (A) mata, (B) sefalotoraks, (C) adomen (D) pleiopod, (E) pereiodpods, (F) uropods, (G) rostrum.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa spesimen sepuluh memiliki tubuh berwarna putih pucat kemerahan dengan ukuran panjang 27 mm dan lebar 10 mm. Tubuhnya terdiri dari tiga bagian yaitu kepala dan toraks, abdomen, dan ekor seperti kipas. Selain itu, terdapat lima pasang kaki. Ordo Decapoda ditandai oleh adanya lima pasang kaki jalan (pereiopoda) dan pasangan kaki pertama biasanya berkembang menjadi capit (chela) yang digunakan untuk mempertahankan diri atau menangkap makanan. Tubuh spesimen ini terbagi menjadi sefalotoraks yang dilindungi oleh karapaks dan abdomen yang bersegmen (Gerber & Gabriel, 2002).

Famili Atyidae merupakan kelompok udang air tawar atau disebut udang padi karena memiliki kuran tubuh kecil. Tubuhnya terbagi menjadi sefalotoraks dan abdomen. Sefalotoraks dilindungi karapaks yang umumnya transparan dan memiliki rostrum panjang bergerigi di bagian dorsal. Selain itu, famili ini memiliki mata majemuk yang terdapat pada tangkai yang dapat digerakkan, sementara antena pertama (antennula) bercabang dua dan antena kedua dilengkapi scaphocerite yang berkembang baik. Mulutnya terdiri dari mandibula kuat untuk menggiling makanan dan maxilliped sebagai alat bantu makan. Kaki depannya (pereopod pertama) umumnya memiliki chelae kecil atau tidak bercapit, sedangkan kaki jalan ramping tanpa capit besar. Kaki renang (pleopods) pada abdomen berfungsi untuk berenang, terutama pada jantan, sementara uropod membentuk kipas bersama telson untuk gerakan cepat kebelakang (Yule & Sen, 2004). Ciri khas genus *Caridina* adalah adanya rostum lurus sedikit melengkung di bagian ujung distal dan dilengkapi dengan gigi pada bagian dorsal (Armandani dkk., 2024).

Klasifikasi spesimen 10 berdasarkan ITIS (2026) yaitu:

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Malacostraca

Ordo : Decapoda

Famili : Atyidae

Genus : *Caridina*

Hasil identifikasi keanekaragaman makrozoobentos berdasarkan kelas, ordo, famili, dan genus yang ditemukan di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang disajikan dalam Tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Keanekaragaman makrozoobentos berdasarkan kelas, ordo, famili, dan genus yang di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang

No.	Kelas	Ordo	Famili	Genus	Literatur
1.	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Thraulodes	a,c
2.	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	Hydropsyche	a,c
3.	Insecta	Odonata	Euphaeidae	Euphaea	b,d
4.	Insecta	Coleoptera	Lampyridae	Aquatica	a,e
5.	Insecta	Coleoptera	Elmidae	Stenelmis	a,f
6.	Gastropoda	Sorbeoconcha	Pachychilidae	Sulcospira	b,g
7.	Gastropoda	Cerithiida	Thiaridae	Melanoides	a,h
8.	Gastropoda	Cerithiida	Thiaridae	Tarebia	a,i
9.	Malacostraca	Decapoda	Gecarcinucidae	Parathelphusa	b,j
10.	Malacostraca	Decapoda	Atyidae	Caridina	a,c

Keterangan: a: ITIS (2026), b: GBIF (2026), c: Oscoz *et al.* (2011), d: Xu (2017), e: Fu & Ballantyne (2024), f: Hayashi & Kamite (2015), g: Marwoto & Isnaningsih (2012), h: Purnama *et al.* (2022), i: Isnaningsih dkk. (2017) j: Chia & Ng (2006)

Keanekaragaman makrozoobentos berdasarkan jumlah keseluruhan individu yang ditemukan di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang disajikan dalam Tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4.2 Keanekaragaman makrozoobentos berdasarkan jumlah genus yang di temukan di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang

No.	Kelas	Genus	I	II	III	IV	V	Jumlah
1.	Insecta	Thraulodes	11	19	23	20	28	101
2.	Insecta	Hydropsyche	28	36	42	37	43	186*
3.	Insecta	Euphaea	0	0	0	0	3	3
4.	Insecta	Aquatica	0	0	0	0	2	2
5.	Insecta	Stenelmis	0	0	9	18	22	49
6.	Gastropoda	Sulcospira	12	13	8	9	7	49
7.	Gastropoda	Melanoides	50	44	41	35	34	204
8.	Gastropoda	Tarebia	20	19	11	13	9	72
9.	Malacostraca	Parathelphusa	2	6	4	0	0	12
10.	Malacostraca	Caridina	0	0	1	3	3	7
Jumlah			123	137	139	135	151	685

Keterangan: * : Genus dengan kelimpahan tertinggi di lokasi pengamatan

Genus *Melanoides* merupakan genus dengan kelimpahan individu tertinggi di antara lima stasiun pengamatan, dengan total 204 spesimen. Keberadaan genus ini pada semua lokasi menunjukkan tingkat kelimpahan yang tinggi. Karakteristik gastropoda sebagai epifauna dengan mobilitas rendah memungkinkan kelompok ini lebih mudah terdeteksi dan tertangkap dalam sampel. Famili *Thiaridae* memiliki toleransi yang cukup tinggi terhadap perubahan kondisi lingkungan, sehingga distribusi genus ini merata di semua stasiun pengamatan (Vikriansyah dkk., 2025). Menurut Rufusova *et al.* (2017), sebagian besar spesies gastropoda memiliki pola makan terutama terdiri dari alga dan bahan organik yang dihasilkan dari proses dekomposisi tumbuhan. Selain itu, karakteristik perairan yang mengalir dengan kandungan oksigen terlarut (DO) relatif tinggi turut menciptakan kondisi lingkungan yang mendukung kelangsungan hidup kelompok ini.

Genus *Aquatica* merupakan genus dengan jumlah individu paling sedikit di antara lima stasiun pengamatan, dengan total 2 ekor spesimen yang hanya ditemukan di Stasiun V. Menurut Shen *et al.*, (2022), famili *Lampyridae* sangat sensitif terhadap perubahan kualitas lingkungan dan menjadi bioindikator paling berguna untuk menunjukkan kualitas suatu kondisi perairan dengan detail. Larva *Lampyridae* umumnya ditemukan di perairan dengan kondisi yang relatif bersih dengan vegetasi yang rapat dan memiliki kelembapan yang tinggi. Keberadaan larva *Lampyridae* menunjukkan bahwa suatu perairan memiliki lingkungan yang baik. Faktor lingkungan yang dapat memengaruhi kelimpahan dari *Lampyridae* diantaranya suhu, kelembapan, dan cuaca. Umumnya famili *Lampyridae* ditemukan pada suhu 16 hingga 26 °C dengan kelembapan berkisar antara 70 hingga 90 % (Aulia dkk., 2019).

Genus *Euphaea* ditemukan hanya di Stasiun V dengan total sebanyak 3 spesimen. Hal ini berkaitan dengan kondisi Stasiun V yang memiliki karakteristik suhu yang rendah dan oksigen terlarut yang tinggi. Menurut Phan *et al.* (2018), nimfa famili Euphaeidae sangat rentan terhadap suhu dan ketersediaan oksigen. Oksigen yang rendah di perairan maka akan menekan distribusinya. Nimfa famili Euphaeidae memiliki toleransi suhu air berkisar 20 hingga 26 °C dan kelarutan oksigen (DO) >6 mg/L (Nafisah dkk., 2024). Umumnya famili ini menghuni aliran sungai di pegunungan dengan kondisi air yang relatif baik. Nimfa Euphaeidae berperan sebagai pengurai yang memakan bangkai hewan. Selain itu, nimfa Euphaeidae memiliki pola hidup menggali, menempel, dan bersembunyi di dalam detritus atau vegetasi dalam air (Yule & Sen, 2004).

Genus *Caridina* ditemukan di Stasiun III, IV, dan V dengan total sebanyak 7 spesimen. Menurut Oscoz *et al.* (2011), famili Atyidae dapat ditemukan dengan kadar oksigen yang tinggi dan makrofit yang melimpah. Famili ini dapat mentolerir fluktuasi suhu dan salinitas yang baik, mampu berkembang di perairan payau atau mesohalin. Famili ini berperan penting sebagai omnivora dan detritivora dalam rantai makanan di ekosistem perairan. Namun genus *Caridina* ini sangat sensitif terhadap pH air dan memiliki batas toleransi antara pH 6 hingga 8 di perairan sungai, jika pH yang melewati batas toleransi maka akan mengganggu proses metabolisme (Suwartiningsih dkk., 2020). Sebagian besar spesies Atyidae tersebar luas di danau, rawa, dan sungai, serta biasanya ditemui pada serasah daun, di bawah atau di antara tumbuhan air, lumut, kayu lapuk, dan sela-sela bebatuan (Armandani dkk., 2024).

Genus *Parathelphusa* ditemukan di Stasiun I, II, dan III sebanyak 12 spesimen. Hal ini berkaitan erat dengan lokasi pengamatan yang memiliki substrat

berlumpur. Menurut Hariyanto dkk. (2023), famili Gecarcinucidae umumnya banyak dijumpai pada substrat tanah liat, pasir, dan lumpur. Beberapa spesies kepiting dari famili ini dapat beradaptasi secara morfologi dan hidup pada kondisi lingkungan yang ekstrem. Genus *Parathelphusa* dapat bertahan pada suhu 25 hingga 29 °C. Selain itu, genus ini memiliki toleransi terhadap kebutuhan oksigen terlarut yang rendah dengan toleransi >4 mg/L.

4.2 Keanekaragaman Makrozoobentos Berdasarkan Nilai Indeks Keanekaragaman Dan Nilai Indeks Dominansi Di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang

Nilai indeks keanekaragaman dan indeks dominansi makrozoobentos di Sungai Umbulrejo dilakukan untuk mengetahui kondisi perairan. Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') untuk mengukur tingkat keanekaragaman komunitas, serta indeks dominansi Simpson (D) untuk mengetahui tingkat dominansi salah satu genus dalam komunitas tersebut. Hasil perhitungan kedua indeks tersebut disajikan pada Tabel 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4.3 Makrozoobentos berdasarkan nilai indeks keanekaragaman dan nilai indeks dominansi di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang

Indeks	Stasiun					Kumulatif
	I	II	III	IV	V	
Keanekaragaman (H')	1,508*	1,624*	1,699*	1,747*	1,810*	1,770
Dominansi (D)	0,261**	0,221	0,220	0,196**	0,194**	0,206

Keterangan: * : Terdapat perbedaan nyata (signifikan) pada uji t diversitas di stasiun I dan III, I dan IV, I dan V, II dan V ($p < 0,05$)

** : Terdapat perbedaan nyata (signifikan) signifikan pada uji t simpson di stasiun I dan IV, I dan V ($p < 0,05$)

I : Stasiun I, dekat kawasan pemukiman

II : Stasiun II, dekat kawasan pemukiman

III : Stasiun III, setelah kawasan persawahan

IV : Stasiun IV, dekat kawasan MCK

V : Stasiun V, kawasan wisata dan dekat sumber mata air

Hasil uji t keanekaragaman pada indeks keanekaragaman Stasiun I dengan Stasiun III, IV dan V, serta Stasiun II dengan V menunjukkan berbeda nyata. Sedangkan, hasil uji t dominansi pada indeks dominansi menunjukkan berbeda nyata pada Stasiun I dengan Stasiun IV dengan V. Menurut Putri & Prijono (2025), perbedaan indeks keanekaragaman di kawasan hulu yang menunjukkan relatif lebih tinggi dibandingkan di kawasan hilir. Hal ini disebabkan oleh frekuensi limbah domestik yang tinggi dari aktivitas rumah tangga di kawasan hilir, yang menurunkan kualitas perairan dan mengakibatkan rendahnya keanekaragaman. Pencemaran limbah di perairan dapat menyebabkan dominasi genus tertentu yang toleran terhadap kondisi tersebut. Peningkatan individu dari genus tertentu secara umum diiringi dengan penurunan keanekaragaman di lokasi tersebut (Siahaan dkk., 2012).

Nilai indeks keanekaragaman makrozoobentos di Stasiun I termasuk dalam kategori sedang, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai indeks Shannon Wiener (H') sebesar 1,508, yang berada dalam rentang $1 < H' < 3$. Sementara itu, nilai indeks dominansi Simpson (D) sebesar 0,261 menunjukkan bahwa tidak terdapat dominansi spesies yang signifikan di stasiun ini karena D mendekati 0 ($D < 0,5$). Meskipun tidak terdapat dominansi secara signifikan di Stasiun I, namun Stasiun ini memiliki nilai dominansi tertinggi di antara stasiun lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa lingkungan di Stasiun ini lebih tertekan dibandingkan stasiun lainnya. Kondisi ini berkaitan erat dengan lokasi Stasiun I yang dekat dengan area pemukiman. Keberadaan pemukiman di sekitar bantaran sungai meningkatkan potensi masuknya limbah domestik secara terus menerus ke dalam ekosistem perairan, yang dapat menyebabkan pencemaran. Pencemaran ini berdampak pada

perubahan kualitas sedimen, baik dari segi tekstur maupun kandungan zat toksik dan bahan organik, yang pada akhirnya memengaruhi struktur komunitas makrozoobentos. Menurut Purba & Fitrihidajati (2021), pembuangan limbah sisa aktivitas manusia secara terus menerus dapat meningkatkan konsentrasi bahan organik serta senyawa toksik di ekosistem perairan. Hal ini dapat menurunkan kualitas perairan, sekaligus berdampak negatif terhadap kelimpahan dan keanekaragaman organisme akuatik.

Nilai indeks keanekaragaman makrozoobentos di Stasiun II termasuk dalam kategori sedang, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai indeks Shannon Wiener (H') sebesar 1,624, yang berada dalam rentang $1 < H' < 3$. Sementara itu, nilai indeks dominansi Simpson (D) sebesar 0,221 menunjukkan bahwa tidak terdapat dominansi spesies secara signifikan di stasiun ini karena D mendekati 0 ($D < 0,5$). Keanekaragaman makrozoobentos di Stasiun II tercatat sebagai yang paling rendah kedua setelah Stasiun I, hal ini mengindikasikan tekanan lingkungan yang lebih tinggi dan penurunan kualitas habitat, yang ditandai dengan rendahnya keanekaragaman akibat berbagai faktor lingkungan. Salah satu faktor utamanya adalah tingginya aktivitas masyarakat di sekitar lokasi tersebut, mengingat kepadatan pemukiman di Stasiun II yang cukup tinggi (Nisara dkk., 2024). Selain itu, kecepatan arus air yang relatif lambat juga menjadi faktor penting yang memengaruhi keberadaan makrozoobentos. Menurut Simanjuntak dkk. (2018), karakteristik arus lambat ditandai dengan pengendapan partikel berukuran kecil yang membentuk substrat lunak seperti lumpur, sedangkan arus kuat yang mengendapkan partikel besar dan membentuk substrat keras. Substrat berlumpur cenderung mengakumulasi bahan organik yang terbawa oleh aliran, biasanya

kurang mendukung bagi kehidupan makrozoobentos tertentu yang membutuhkan substrat stabil dan bertekstur kasar, sehingga berdampak pada rendahnya tingkat keanekaragaman di lokasi ini.

Nilai indeks keanekaragaman makrozoobentos di Stasiun III termasuk dalam kategori sedang, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai indeks Shannon Wiener (H') sebesar 1,699, yang berada dalam rentang $1 < H' < 3$. Sementara itu, nilai indeks dominansi Simpson (D) sebesar 0,220 menunjukkan bahwa tidak terdapat dominansi spesies secara signifikan di stasiun ini karena D mendekati 0 ($D < 0,5$). Kondisi ini juga berkaitan erat dengan lokasi Stasiun III yang dekat dengan lahan pertanian. Kegiatan pertanian di sekitar sungai dapat berpotensi memasukkan polutan ke dalam badan perairan. Berbagai aktivitas antropogenik seperti pertanian, perkebunan, industri, dan pemukiman dapat secara signifikan menurunkan kualitas air sungai melalui limbah atau zat pencemar yang berdampak negatif pada ekosistem perairan (Putri dkk., 2019). Makrozoobentos, sebagai organisme akuatik dengan habitat relatif tetap, sangat rentan terhadap perubahan kondisi lingkungan akibat pencemaran langsung dari berbagai aktivitas antropogenik tersebut.

Nilai indeks keanekaragaman makrozoobentos di Stasiun IV termasuk dalam kategori sedang, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai indeks Shannon Wiener (H') sebesar 1,747, yang berada dalam rentang $1 < H' < 3$. Sementara itu, nilai indeks dominansi Simpson (D) sebesar 0,196 yang menunjukkan bahwa tidak terdapat dominansi spesies secara signifikan di stasiun ini karena D mendekati 0 ($D < 0,5$). Tingkat keanekaragaman makrozoobentos di Stasiun IV tergolong sedang, namun memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan Stasiun I, II, dan III. Kondisi ini disebabkan oleh rendahnya aktivitas antropogenik di sekitar lokasi,

meskipun terdapat penggunaan sungai untuk aktivitas MCK. Menurut Kadim (2014), aktivitas MCK di sekitar aliran sungai meningkatkan potensi masuknya limbah domestik secara terus menerus ke dalam badan air, yang dapat menurunkan kualitas perairan di lokasi tersebut. Penurunan kualitas perairan sangat memengaruhi ekosistem baik fisika, kimia, maupun organisme yang ada didalamnya. Limbah buangan zat kimia seperti air sabun, deterjen, sampo, dan pembersih lainnya yang berlebihan di dalam perairan tentunya berdampak negatif terhadap biota akuatik yang hidup di sungai (Mariah dkk., 2023).

Nilai indeks keanekaragaman makrozoobentos di Stasiun V termasuk dalam kategori sedang, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai indeks Shannon Wiener (H') sebesar 1,810, yang berada dalam rentang $1 < H' < 3$. Sementara itu, nilai indeks dominansi Simpson (D) sebesar 0,194 menunjukkan bahwa tidak terdapat dominansi spesies secara signifikan di stasiun ini karena D mendekati 0 ($D < 0,5$). Di antara lima stasiun pengamatan, Stasiun V memiliki nilai keanekaragaman tertinggi, yang mengindikasikan kondisi lingkungan yang lebih mendukung bagi keberagaman makrozoobentos. Tingkat keanekaragaman yang tinggi menunjukkan bahwa distribusi individu yang merata dalam suatu komunitas (Arfiati dkk., 2019). Lokasi Stasiun V di area wisata dan dekat dengan sumber mata air dengan didukung vegetasi yang sedikit rapat, untuk menunjang kestabilan ekosistem. Selain itu, dasar perairan yang didominasi bebatuan dapat menciptakan habitat yang stabil serta menciptakan aliran air yang cukup deras. Menurut Muhtadi dkk. (2017), aliran air sungai dengan substrat bebatuan akan menghasilkan aliran yang relatif deras yang dapat meningkatkan kadar oksigen terlarut, yang penting bagi organisme akuatik. Meskipun lokasi ini dekat dengan pusat wisata, keanekaragamannya tetap terjaga.

Hal ini dikarenakan aliran air alami yang terus menerus yang berada di dekat sumber mata air akan memperbaiki kondisi perairan dan mengurangi dampak pencemaran.

4.3 Keanekaragaman Makrozoobentos Berdasarkan Nilai Parameter Fisika-Kimia Air Di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang

Nilai parameter fisika-kimia air pada setiap stasiun diperoleh melalui pengukuran langsung di lapangan, meliputi suhu, pH, kecepatan alir, dan TDS. Sedangkan parameter lainnya, seperti DO, BOD, COD, serta TSS yang dianalisis lebih lanjut di laboratorium. Sampel air dari tiap stasiun diuji secara teliti untuk memastikan akurasi data yang mencerminkan kualitas perairan tiap lokasi pengamatan. Analisis bertujuan menilai kesesuaian kualitas air terhadap ambang batas dan mengimplementasikan dampak pencemaran pada organisme akuatik, khususnya makrozoobentos. Hasil nilai parameter fisika-kimia air disajikan pada Tabel 4.4 sebagai berikut:

Tabel 4.4 Keanekaragaman makrozoobentos berdasarkan nilai parameter fisika-kimia air di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang

Parameter	Stasiun					Baku Mutu*			
	I	II	III	IV	V	Kelas I	Kelas II	Kelas III	Kelas IV
Suhu air (°C)	26,9±1,9	26,7±1,7	27,3±2,0	26,1±0,9	25,3±1,2	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 3
pH	8,3±0,1	8,2±0,1	8,1±0,2	7,8±0,2	7,6±0,2	6-9	6-9	6-9	6-9
TSS (mg/L)	15,3±3,7	11,5±5,9	7,3±1,8	11,1±5,8	14,1±10,8	40	50	100	100
TDS (mg/L)	94±5,2	85,3±3,1	85±6,6	75,7±9,7	73,3±8,1	1000	1000	1000	2000
DO (mg/L)	5,9±0,6	6,2±0,6	6,2±0,7	6,1±0,7	6,3±0,9	6	4	3	1
BOD (mg/L)	6,2±0,6	6,4±0,6	6,4±0,1	6,2±0,4	6,4±0,5	2	3	6	12
COD (mg/L)	18,6±0,9	18,9±0,6	19,1±1,3	19,3±1,4	19,1±0,6	10	25	40	80
Kecepatan Arus (m/s)	0,5±0,2	0,6±0,1	0,7±0,2	0,7±0,1	0,8±0,1	-	-	-	-

Keterangan: * : Berdasarkan baku mutu air sungai Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021

I : Letak dekat kawasan pemukiman

II : Letak dekat kawasan pemukiman

III : Letak setelah kawasan persawahan

IV : Letak dekat kawasan MCK

V : Letak dekat kawasan wisata dekat sumber mata air

Hasil pengukuran suhu air di Sungai Umbulrejo memiliki rentang 25,2 °C hingga 27,3 °C dengan suhu tertinggi di Stasiun III dan di ikuti Stasiun I, II, serta suhu terendah di Stasiun V. Menurut Kinasih dkk. (2015), suhu optimum yang menunjang kehidupan makrozoobentos berkisar antara 25–35 °C. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, suhu air dianggap memenuhi baku mutu apabila tidak berbeda lebih dari ± 3 °C dari suhu udara alami di sekitarnya (Deviasi 3). Hasil pengukuran suhu udara di lokasi masing-masing stasiun adalah 28,8 °C (Stasiun I), 28,5 °C (Stasiun II), 29,2 °C (Stasiun III), 27,0 °C (Stasiun IV), dan 26,5 °C (Stasiun V). Selisih antara suhu air dan udara di kelima stasiun berturut-turut adalah 1,9 °C, 1,7 °C, 2,0 °C, 0,9 °C, dan 1,2 °C, seluruhnya masih dalam batas toleransi Deviasi 3. Menurut Widiatmono dkk. (2020), deviasi 3 berarti penyimpangan sebesar ± 3 °C dari suhu normal alami. Jika suhu normal air adalah 25 °C, maka batas suhu air untuk kelas 1 hingga kelas 3 berada dalam rentang 22–28 °C. Stasiun III mencatat suhu tertinggi (27,3 °C) yang disebabkan oleh paparan sinar matahari langsung, minimnya tutupan vegetasi riparian, serta aktivitas antropogenik seperti pertanian, yang menyebabkan peningkatan suhu dan penurunan kualitas habitat. Sedangkan, Stasiun V yang berada di hulu menunjukkan suhu air yang relatif rendah dan tergolong dalam baku mutu kelas I, hal ini dikarenakan stasiun ini berada di dataran tinggi dan memiliki tutupan vegetasi yang relatif rapat. Menurut Sulaeman *et al.* (2020), faktor-faktor yang menyebabkan perbedaan hasil pengukuran suhu meliputi intensitas cahaya matahari, pertukaran suhu antara air dan udara, ketinggian geografis, serta naungan dari pepohonan tumbuh di tepi sungai. Suhu di Stasiun I dan II lebih rendah dibandingkan Stasiun III karena dipengaruhi adanya vegetasi riparian yang relatif padat, meskipun masih

lebih tinggi daripada Stasiun IV dan V karena berada di dataran yang lebih rendah. Vegetasi riparian dapat menjaga kualitas air sungai dengan mengontrol kestabilan suhu air, serta menyerap pencemar di lingkungan (Rahmania dkk., 2022).

Nilai pH Sungai Umbulrejo berkisar antara 7,6–8,3 yang tergolong masih memenuhi baku mutu air sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 (6–9). Nilai pH tertinggi tercatat di Stasiun I (8,3), diikuti Stasiun II (8,2), dan III (8,1). Stasiun I, II, dan III digunakan sebagai pengairan sawah dan berdekatan dengan pemukiman yang mengindikasikan adanya tekanan antropogenik. Perubahan nilai pH sering dipengaruhi oleh buangan air limbah organik dan anorganik ke sungai (Widiatmono dkk., 2020). Stasiun IV memiliki pH yang tergolong rendah tercatat dengan nilai (7,8) dan digunakan sebagai sarana MCK meskipun aktivitas manusia di sekitarnya relatif minim akibat jarak yang sedikit jauh dari pemukiman. Sedangkan Stasiun V memiliki pH paling rendah tercatat dengan nilai (7,6). Namun, memiliki keanekaragaman makrozoobentos tertinggi dengan menunjukkan kualitas air yang relatif baik dengan ditandai oleh suhu rendah dan DO tinggi. Stasiun V dimanfaatkan untuk keperluan rumah tangga dan wisata karena dekat dengan sumber mata air. Nilai pH yang normal dapat mendukung berbagai organisme akuatik. Perubahan pH dapat memengaruhi struktur komunitas makrozoobentos, karena setiap organisme memiliki batas toleransi pH yang berbeda-beda. Sebagian besar organisme akuatik memiliki rentang toleransi optimal pada kisaran pH 7–8,5 (Sulaeman *et al.*, 2020).

Hasil pengukuran *Total Suspended Solids* (TSS) di Sungai Umbulrejo menunjukkan kisaran antara 7,3 mg/L hingga 15,3 mg/L. Nilai TSS tertinggi tercatat di Stasiun I (15,3 mg/L) dan V (14,1 mg/L), sedangkan nilai TSS terendah

ditemukan di Stasiun III (7,3 mg/L). Nilai TSS dari Stasiun I hingga V masih tergolong di bawah ambang batas baku mutu kelas I menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, yaitu maksimal 40 mg/L. Stasiun V yang digunakan untuk kebutuhan rumah tangga masih memenuhi baku mutu air kelas I. Namun, Stasiun V memiliki nilai TSS sedikit lebih tinggi dibandingkan stasiun lainnya. Tingginya nilai TSS umumnya berkaitan dengan peningkatan aktivitas antropogenik dan wisata di sekitar lokasi pengambilan sampel. Menurut Luvitasari dkk. (2021), faktor-faktor yang meningkatkan kadar TSS antara lain limbah domestik, limbah industri, dan erosi saat musim hujan. Selain itu, aktivitas manusia yang mandi di aliran sungai, juga meningkatkan kadar TSS karena dapat menyebabkan perairan tersebut terkontaminasi oleh sedimen berlumpur (Panjaitan dkk., 2023).

Nilai *Total Dissolved Solids* (TDS) di Sungai Umbulrejo berkisar antara 73,3 mg/L hingga 94 mg/L. Nilai TDS tertinggi tercatat di Stasiun I (94 mg/L), sedangkan terendah di Stasiun V (73,3 mg/L). Seluruh nilai TDS dari Stasiun I hingga V masih berada di bawah ambang batas baku mutu air kelas I menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Nilai TDS terendah tercatat di Stasiun V yang dekat dengan sumber mata air dan tutupan vegetasi yang relatif padat, sehingga minim kontaminasi. Sedangkan, nilai tertinggi ditemukan di Stasiun I hingga III yang di pengaruhi oleh aktivitas pertanian, limbah domestik, serta substrat berlumpur. Nilai TDS yang tinggi mengindikasikan tekanan lingkungan akibat aktivitas antropogenik yang memengaruhi tingkat kekeruhan dan kejernihan yang berdampak pada ekosistem perairan. Menurut Febrita & Roosmini (2022), tingkat kekeruhan dan kejernihan ekosistem perairan dipengaruhi oleh tingginya konsentrasi TDS. Aktivitas antropogenik, seperti pembuangan limbah domestik dan

pertanian, dapat meningkatkan kadar TDS yang mengalir ke sungai, sehingga berpotensi menurunkan konsentrasi oksigen terlarut (DO) di perairan (Jauhari, 2018).

Nilai *Dissolved Oxygen* (DO) di Sungai Umbulrejo berkisar antara 5,9 mg/L hingga 6,3 mg/L. Nilai tertinggi tercatat di Stasiun V sebesar 6,3 mg/L, sedangkan nilai terendah berada di Stasiun I dengan 5,9 mg/L. Nilai DO Stasiun V sudah memenuhi standar baku mutu air kelas I menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, yaitu baku mutu kelas I minimal nilai DO 6 mg/L. Berdasarkan standar baku mutu air sungai, penggunaan stasiun V dapat dimanfaatkan untuk keperluan rumah tangga seperti air minum. Menurut Gupta *et al.* (2017), kadar DO yang memiliki rentang nilai 4–6 mg/L tergolong memiliki kualitas air yang baik dan dapat menunjang kehidupan biota akuatik di perairan. Stasiun I hingga III berdasarkan fungsinya digunakan sebagai perairan umum dan pertanian, sudah memenuhi syarat baku mutu kelas III dengan nilai belum mencapai baku mutu minimal (3 mg/L) yang masih berada dalam batas toleransi. Stasiun I, memiliki nilai DO terendah, karena berada di kawasan padat pemukiman yang dapat berpotensi memberikan limbah ke perairan. Menurut Ramadhawati dkk. (2021), menurunnya kadar DO disebabkan oleh peningkatan jumlah limbah organik dan bahan pencemar yang berasal dari pemukiman di sekitar lokasi pengamatan yang terbawa oleh aliran arus sungai dan terakumulasi. Semakin ke hilir maka konsentrasi DO akan semakin menurun karena ada peningkatan dekomposisi bahan organik oleh bakteri.

Nilai *Biological Oxygen Demand* (BOD) di Sungai Umbulrejo menunjukkan kisaran yang tidak jauh berbeda yaitu antara 6,2 mg/L hingga 6,4 mg/L. Stasiun V yang digunakan sebagai kebutuhan rumah tangga tidak tergolong

dalam kelas I karena memiliki nilai BOD sebesar 6,4 mg/L. Nilai tersebut, meskipun masih di bawah batas baku mutu kelas IV, melebihi ambang batas kelas I (maksimal 2 mg/L) yang mengindikasikan adanya pencemaran organik ringan. Namun, lokasi stasiun ini berada di hulu dengan aliran deras, substrat berbatu dan berpasir dengan vegetasi riparian yang relatif lebat. Selain itu, suhu yang tergolong rendah dengan kandungan oksigen terlarut yang relatif tinggi (>5 mg/L), kondisi ini dapat mendukung keberadaan dan keberlangsungan makrozoobentos yang sensitif (Bai'un dkk., 2021). Secara keseluruhan dari kadar BOD dari Stasiun I hingga V tergolong dalam baku mutu air kelas IV. Menurut Safitri (2025), tingginya nilai BOD menunjukkan tingginya bahan organik yang berasal dari limbah domestik, limbah cair industri, limbah pertanian, dan sampah organik.

Nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) di Sungai Umbulrejo 18,6 hingga 19,3 mg/L. Nilai COD dari Stasiun I hingga V tergolong baku mutu air kelas II. Nilai COD di Stasiun V tercatat (19,1 mg/L), yang melebihi batas baku mutu air kelas I. Hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh aktivitas wisata. Stasiun III, dan IV nilai COD nya lebih tinggi (19,1–19,3 mg/L) berkaitan erat dengan lokasi pertanian dan aktivitas MCK yang dapat memberikan limbah pertanian dan domestik. Sedangkan di Stasiun I dan II yang berada di hilir memiliki nilai COD yang lebih rendah (18,6–18,9 mg/L). Menurut Lestari dkk. (2024), nilai COD yang tinggi di bagian hulu dan rendah di bagian hilir salah satunya disebabkan oleh banyaknya senyawa organik yang dihasilkan oleh aktivitas di sekitar lokasi tersebut, seperti MCK (mandi, cuci, kakus). Faktor lain yang memengaruhi rendahnya nilai COD di bagian hilir adalah vegetasi yang relatif banyak dan beragam di bagian tersebut. Secara umum nilai *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) lebih rendah dibandingkan

COD, hal ini disebabkan oleh keterbatasan kemampuan mikroorganisme dalam menguraikan senyawa organik secara sempurna menjadi karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O), sehingga menyebabkan tingginya kadar COD (Royani dkk., 2021). Menurut Rahayu dkk. (2018), peningkatan nilai COD dan BOD pada ekosistem sungai sering menunjukkan adanya pencemaran organik yang signifikan, yang umumnya berasal dari limbah domestik, pertanian, atau kegiatan industri yang membuang bahan organik ke dalam perairan. Peningkatan COD dan BOD menyebabkan kualitas air sungai menjadi menurun dan terganggu, yang pada akhirnya dapat memengaruhi ekosistem serta keperuntukan air untuk konsumsi manusia dan kebutuhan lainnya (Kurniawan dkk., 2024).

Kecepatan arus di Sungai Umbulrejo berkisar antara 0,5–0,8 m/s. Hasil pengukuran air dari Stasiun I hingga V tergolong dalam sungai berarus deras. Nilai kecepatan air terendah tercatat di Stasiun I (0,5 m/s), sedangkan nilai kecepatan arus tertinggi di Stasiun V (0,8 m/s). Menurut Ratih dkk. (2015), sungai yang tergolong berarus cepat memiliki nilai kecepatan arus antara 0,5 sampai 1 m/s. Tingginya kecepatan arus di Stasiun V karena memiliki substrat berpasir dan didominasi bebatuan. Menurut Aulia dkk. (2020), kecepatan aliran sungai yang tinggi berpengaruh terhadap komposisi substrat perairan, di mana perairan dengan kecepatan arus yang tinggi cenderung didominasi oleh substrat berupa pasir dan bebatuan. Selain itu, faktor lingkungan dan kondisi fisik sungai sangat memengaruhi dinamika aliran air di sungai (Jiwaningrat & Dibyosaputro, 2016).

Kualitas air di suatu perairan dapat mengalami perubahan seiring waktu. Salah satu faktor utama yang memicu perubahan tersebut adalah intervensi manusia melalui berbagai aktivitas, seperti pembuangan limbah dan alih fungsi lahan di

sekitar sungai Aktivitas tersebut secara langsung maupun tidak langsung memengaruhi kestabilan ekosistem perairan. Sebagaimana yang telah dijelaskan dalam Al-Qur'an Surah Ar-Rum Ayat 41 yang berbunyi:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ
يَرْجِعُونَ ٤١

Artinya: “Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, sehingga akibatnya Allah mencicipkan kepada mereka sebagian dari perbuatan mereka, agar mereka kembali.” (QS. Ar-Rum [30]: 41).

Tafsir Al-Mishbah oleh Shihab (2002) menjelaskan bahwa kata *dhahara* yang memiliki arti permukaan bumi dan kata *al fasad* yang dimaksud adalah keseimbangan, baik takaran sedikit maupun banyak. Selain itu, kata *al fasad* dimaknai sebagai kerusakan yang terjadi di darat maupun di laut merupakan akibat dari perbuatan manusia yang menyimpang dari ketentuan Allah Swt. Tindakan ini seperti menyekutukan Allah, pembunuhan, perampokan, dan hal lain seperti kerusakan lingkungan. Kerusakan (*fasad*) dalam ayat ini dikaitkan dengan membahas larangan membuat kerusakan di bumi dan pentingnya menjaga keseimbangan alam. Pencemaran lingkungan dan rusaknya keseimbangan ekosistem, dan eksploitasi sumber daya alam yang berlebihan dapat memicu bencana alam yang dapat merugikan manusia secara material dan spiritual. Sehingga, tanda-tanda kerusakan itulah yang diberikan Allah sebagai bentuk peringatan agar manusia kembali ke jalan yang benar (Sutrisno & Azmi, 2025).

Ath-Thabari (2009) menjelaskan bahwa kerusakan yang tampak jelas di daratan dan perairan bukan fenomena alam biasa, melainkan akibat dari perilaku manusia yang menyimpang dari ketentuan Allah. Istilah *al fasad* diartikan sebagai segala bentuk pelanggaran terhadap hukum dan aturan-Nya, seperti maksiat,

kezaliman, serta penyimpangan dari hukum dan fitrah yang ditetapkan oleh Allah SWT. Kata *al-barri* (darat) diartikan sebagai pemukiman atau kota-kota, sedangkan kata *al bahr* (laut) merupakan perairan mencakup air asin dan air tawar. Ahli takwil menegaskan bahwa kota-kota tersebut terdapat sumber air dan sungai-sungai yang menjadi penopang kehidupan. Namun, perilaku manusia yang semena-mena terhadap lingkungan akan berdampak negatif dan menyebabkan kerusakan lingkungan (Rahmawati & Hamid, 2025).

Kedua tafsir ini secara umum menjelaskan bahwa kerusakan lingkungan disebabkan oleh hilangnya keseimbangan ekosistem akibat ulah tangan manusia. Kondisi lingkungan yang rusak atau tidak sesuai dengan keteraturan yang seharusnya dari bentuk awal dapat memicu ketidakseimbangan. Sehingga, apabila semakin banyak perusakan atau pencemaran yang dilakukan terhadap lingkungan, maka semakin banyak pula dampak buruk yang akan didapatkan, seperti bencana alam dan ancaman bagi keberlangsungan hidup manusia itu sendiri (Hakim & Munawir, 2020).

4.4 Korelasi Antara Parameter Fisika-Kimia Air Dengan Individu Makrozoobentos Di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang

Analisis korelasi makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia air dilakukan untuk mengetahui keterkaitan antara kondisi lingkungan perairan dan struktur komunitas makrozoobentos pada lima stasiun pengamatan. Hasil analisis korelasi antara makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia air disajikan dalam Tabel 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4.5 Korelasi Antara Parameter Fisika-Kimia Air Dengan Individu Makrozoobentos Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang

Genus	Suhu	pH	TSS	TDS	DO	BOD	COD	Kecepatan Arus
Thraulodes	-0,58	-0,68	-0,34	-0,83	0,94	0,69	0,73	0,84
Hydropsyche	-0,39	-0,52	-0,54	-0,75	0,93	0,72	0,76	0,81
Euphaea	-0,85	-0,82	0,40	-0,63	0,59	0,41	0,21	0,51
Sulcospira	0,48	0,63	0,28	0,71	-0,55	-0,25	-0,69	-0,83
Aquatica	-0,85	-0,82	0,40	-0,63	0,59	0,41	0,21	0,51
Stenelmis	-0,78	-0,89	-0,04	-0,93	0,54	0,07	0,79	0,94
Melanoides	0,72	0,85	0,23	0,99	-0,71	-0,23	-0,91	-0,99
Tarebia	0,50	0,66	0,37	0,79	-0,70	-0,39	-0,77	-0,89
Parathelphusa	0,69	0,74	-0,42	0,56	0,08	0,49	-0,36	-0,56
Caridina	-0,78	-0,90	-0,01	-0,93	0,46	-0,06	0,81	0,94

Keterangan: Angka yang dicetak tebal adalah nilai korelasi yang paling tinggi

Hasil analisis parameter suhu memiliki korelasi tertinggi dengan genus Euphaea dan Aquatica. Nilai korelasinya yaitu -0,85 yang menunjukkan bahwa korelasi antara keduanya sangat kuat. Korelasi negatif menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu maka semakin rendah keanekaragaman dari genus Euphaea dan Aquatica. Genus Aquatica merupakan genus dari famili Lampyridae. Menurut Riley *et al.* (2021), larva Lampyridae dapat ditemukan terestrial dan akuatik, larva akuatik hidup di sungai, kolom air, hutan bakau, singkapan bebatuan, dan batang tumbuhan yang terendam. Sedangkan genus Euphaea merupakan genus dari famili Euphaeidae. Famili Euphaeidae sangat sensitif terhadap perubahan suhu dan ketersediaan oksigen terlarut pada habitatnya. Oleh karena itu, famili ini dapat menjadi indikator dari kualitas perairan bersih. Anggota famili Euphaeidae umumnya ditemukan di daerah sungai yang berada dekat dengan pegunungan (Phan *et al.*, 2018). Berdasarkan hal tersebut, hasil korelasi sesuai dengan karakteristik genus Euphaea bahwa genus ini tidak tahan terhadap perairan dengan suhu yang semakin meningkat.

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa pH memiliki nilai korelasi tertinggi dengan genus *Caridina*, dengan nilai korelasi sebesar -0,90. Nilai ini menunjukkan bahwa korelasi antara pH dan Genus *Caridina* tergolong sangat kuat. Korelasi negatif ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai pH, semakin rendah keanekaragaman genus *Caridina* yang ditemukan di perairan tersebut. Genus *Caridina* lebih banyak ditemukan di lokasi dengan kualitas air yang relatif baik. Genus *Caridina* sangat sensitif terhadap pH air dan banyak ditemukan di perairan sungai yang memiliki nilai pH 6-8 (Suwartiningsih dkk., 2020). Oleh karena itu, sungai dengan nilai pH tinggi, yang mencerminkan tingkat pencemaran organik yang signifikan, cenderung tidak mendukung kelangsungan hidup *Caridina*.

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa TSS memiliki nilai korelasi tertinggi dengan genus *Hydropsyche*, dengan nilai korelasi -0,54. Nilai tersebut menunjukkan bahwa korelasi antara TSS dengan genus *Hydropsyche* yaitu sedang. Korelasi negatif ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai TSS, semakin rendah keanekaragaman dari genus tersebut, dan sebaliknya. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan kandungan padatan tersuspensi (TSS) di perairan dapat memengaruhi kelangsungan hidup dan keragaman spesies dari genus *Hydropsyche*. Menurut Oscoz *et al.* (2011), famili *Hydropsychidae* terutama dapat ditemukan di perairan sungai dengan substrat bebatuan dengan arus yang sedang hingga deras. Kelimpahan genus ini mungkin dipengaruhi oleh faktor substrat, oksigen terlarut, kecepatan arus dan tingkat pencemaran, yang menjadi pembatas ekologis bagi kelangsungan hidupnya (Kadim dkk., 2025). Tingginya nilai TSS dapat meningkatkan kekeruhan air dan menurunkan kualitas habitat, sehingga berdampak negatif terhadap keberlangsungan spesies ini.

Hasil analisis selanjutnya yaitu pada parameter TDS yang memiliki nilai korelasi tertinggi dengan genus *Melanoides*. Nilai korelasi tertinggi yang didapatkan yaitu 0,99. Nilai tersebut menunjukkan bahwa antara TDS dengan genus *Melanoides* memiliki korelasi yang sangat kuat. Korelasi positif menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai TDS maka semakin tinggi tingkat keanekaragaman dari genus *Melanoides*. Menurut Rustiasih dkk. (2018), famili Thiaridae memiliki daya adaptasi yang sangat baik di berbagai substrat di perairan dan memiliki kemampuan yang tinggi untuk mengakumulasi bahan pencemar. Distribusi genus yang merata di seluruh stasiun pengamatan mengindikasikan bahwa famili Thiaridae memiliki toleransi tinggi terhadap berbagai tingkat kontaminan, termasuk pada perairan yang tercemar (Vikriansyah dkk., 2025). Berdasarkan hal tersebut, hasil korelasi sesuai dengan karakteristik genus *Melanoides* bahwa genus ini toleran terhadap peningkatan kandungan TDS di perairan.

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa DO memiliki nilai korelasi tertinggi dengan genus *Thraulodes*, dengan nilai korelasi sebesar 0,94. Nilai ini menunjukkan bahwa korelasi antara DO dan genus *Thraulodes* tergolong sangat kuat. Korelasi positif ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi nilai DO, semakin tinggi keanekaragaman genus *Thraulodes* yang ditemukan di perairan tersebut. Menurut Oscoz *et al.* (2011), famili Leptophlebiidae memiliki berbagai macam habitat di air tawar, seperti sungai danau di pegunungan. Famili Leptophlebiidae dapat ditemukan di perairan yang memiliki arus tinggi hingga rendah. Selain itu, juga dapat mentolerir suhu air yang hangat, sehingga mampu bertahan terhadap kondisi rendah oksigen di perairan. Namun, pada umumnya famili ini lebih

menyukai perairan yang memiliki suhu air yang dingin dengan arus deras, serta memiliki kandungan oksigen terlarut yang tinggi (Kadim dkk., 2025).

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa BOD memiliki nilai korelasi tertinggi dengan genus *Hydropsyche*, dengan nilai korelasi sebesar 0,69. Nilai ini menunjukkan bahwa korelasi antara BOD dan Genus *Hydropsyche* tergolong kuat. Korelasi positif ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi nilai BOD, semakin tinggi keanekaragaman genus *Hydropsyche* yang ditemukan di perairan tersebut. Menurut Rufusova *et al.* (2017), famili *Hydropsychidae* tersebar luas dari hulu hingga hilir sungai. Famili ini banyak ditemukan di bebatuan dan tahan aliran air yang tercemar dengan kandungan organik yang tinggi, kondisi tersebut menyediakan pasokan makanan yang lebih melimpah bagi genus *Hydropsyche*, sehingga genus ini sering ditemukan di berbagai bagian sungai.

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa parameter COD memiliki korelasi tertinggi dengan genus *Melanoides*, dengan nilai korelasi sebesar -0,91. Nilai ini menunjukkan bahwa antara COD dan genus *Melanoides* terdapat korelasi yang sangat kuat. Korelasi negatif ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi nilai COD, semakin rendah keanekaragaman genus *Melanoides* yang ditemukan di perairan tersebut. Namun, secara umum famili *Thiaridae* toleran terhadap pencemaran, tetapi kandungan COD yang sangat tinggi tampaknya membatasi kelimpahan *Melanoides* (Vikriansyah dkk., 2025). Distribusi genus *Melanoides* merata di semua stasiun, kemungkinan dipengaruhi oleh faktor substrat di perairan. Genus *Melanoides* dari famili *Thiaridae* umumnya mendominasi di perairan sungai dengan substrat dasar lunak, berlumpur dan berpasir (Ridwan *et al.*, 2025).

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa kecepatan arus memiliki nilai korelasi tertinggi dengan Genus *Melanoides* dengan nilai korelasi sebesar -0,99. Nilai ini menunjukkan bahwa korelasi antara kecepatan arus dengan genus *Melanoides* tersebut tergolong kuat. Korelasi negatif ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi kecepatan arus, semakin rendah jumlah dari genus tersebut. Genus *melanoides* terutama dapat ditemukan di perairan dangkal dengan arus yang relatif lambat dan substrat bagian dasar berbatu kecil, berkerikil, berpasir, dan berlumpur (Awang dkk., 2023). Sehingga, kelimpahan genus *Melanoides* dipengaruhi oleh faktor substrat dan kecepatan arus, yang menjadi pembatas ekologis bagi kelangsungan hidupnya.

Alam semesta dan segala isinya adalah mahakarya Sang Pencipta yaitu Allah Swt. yang diberikan kepada kita, bukan sebagai warisan untuk dihabiskan atau dirusak, melainkan sebagai titipan untuk dijaga dan diperbaiki. Pada hakikatnya manusia diturunkan di bumi sebagai khalifah, yang mana manusia sebagai penerus di muka bumi ini memiliki tanggung jawab yang besar untuk senantiasa menjaga alam dengan sebaik-baiknya bukan malah merusaknya. Hal ini ditegaskan dalam Al-Qur'an, Surah Al-A'raf 56 yang berbunyi:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ٥٦

Artinya: “Janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah diatur dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat dengan orang-orang yang berbuat baik.” (QS. Al-A'raf [7]: 56).

Tafsir Al-Mishbah oleh Shihab (2002), menjelaskan bahwa alam semesta yang telah diciptakan Allah Swt. Sudah tersusun dalam keadaan yang sangat harmonis, serasi, dan digunakan untuk memenuhi seluruh kebutuhan makhluk-Nya.

Sepenggal firman-Nya yang memiliki arti “*Janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah diatur dengan baik*”. Hal ini menjelaskan bahwa Allah memerintahkan manusia untuk tidak melakukan kegiatan yang dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan, bahkan Allah memerintahkan hamba-Nya untuk memperbaikinya. Merusak setelah diperbaiki, jauh lebih buruk daripada merusak sebelum diperbaiki. Oleh karena itu, ayat ini secara garis besar menggaris bawahi larangan tersebut, karena setiap tindakan yang dapat merusak dapat dikategorikan sebagai perilaku yang tercela.

Tafsir Fathul Qadir oleh Asy-Syaukani (2012), menjelaskan maksud lafadz *wa laa tufsidoo fil ardi ba'da islaahihaa* (dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi sesudah Allah memperbaikinya). Allah Swt. melarang dengan tegas kepada manusia agar tidak membuat kerusakan di muka bumi. Kerusakan yang dimaksud adalah membunuh manusia, menghancurkan rumah-rumah mereka, dan hal lain dari segi lingkungan yaitu menebangi pohon dan mencemari sungai-sungai. Salah satu bentuk perbaikan yang dilakukan Allah, adalah mengutus para nabi dan rasul untuk memperbaiki kehidupan yang buruk dan menegakkan syari'at kepada masyarakat.

Kedua tafsir ini secara umum menekankan pada lafadz *wa la tufsidu* yang artinya janganlah kamu membuat kerusakan. Lafadz tersebut merupakan kalimat yang memuat larangan, yang mengandung arti perintah untuk tidak melaksanakan atau melakukan perbuatan yang munkar (merusak). Adanya larangan untuk tidak berbuat kerusakan lingkungan, karena setiap perbuatan yang merusak akan berdampak negatif, baik di dunia maupun di akhirat, serta dapat mengganggu keseimbangan ekosistem. Oleh sebab itu, menjaga serta melestarikan lingkungan

hidup adalah amanah dari Allah Swt. yang menjadi kewajiban manusia. Jika manusia dapat merawat dan memperlakukan lingkungan secara baik, maka akan mendapatkan manfaat baik pula (Purwanti, 2021).

Penciptaan alam semesta dan isinya merupakan tanda-tanda kekuasaan dan kebesaran-Nya. Allah Swt. memerintahkan kepada hamba-Nya untuk menggunakan akal pikiran dan merenungi atas penciptaan langit dan bumi. Sebagaimana ditegaskan dalam Al-Qur'an, Surah Ali-Imran ayat 190 yang berbunyi:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ ۝ ١٩٠

Artinya: “*Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal*” (QS. Ali Imran [3]: 190).

Tafsir Al-Mishbah oleh Shihab (2002) menjelaskan bahwa penciptaan langit dan bumi dan beserta isinya seperti matahari, bulan, gugusan bintang yang tersusun secara teratur, serta perputaran poros bumi yang menciptakan pergantian malam dan siang merupakan tanda-tanda kebesaran Allah. Tanda-tanda ini yang hanya dapat dipahami oleh orang-orang yang berakal (*ulul albab*). Kata *al-albab* yang merupakan jamak dari kata *lubb* yang artinya saripati. Sosok *ulul albab* adalah orang-orang yang memiliki akal murni tanpa kabut ide yang menimbulkan kerancuan.

Abu Ja'far dalam Tafsir Ath-Thabari (2009) menjelaskan bahwa Allah Swt. memerintahkan manusia untuk merenungkan ciptaan-Nya yang ada di langit dan bumi sebagai sumber kehidupan, kebutuhan dan rejeki. Pergantian siang dan malam yang telah Allah tetapkan sebagai siklus yang bergilir menjadi simbol keteraturan dan kekuasaan Ilahi, yang mana bergantinya waktu yang terus menerus. Ciptaan

Allah sesungguhnya terdapat pelajaran dan tanda nyata dari kekuasaan-Nya. Tanda-tanda ini hanya bisa dipahami oleh orang yang menggunakan akal sehat (*ulul albab*) untuk merenungkan ciptaan-Nya.

Kedua tafsir tersebut menjelaskan bahwa Allah memerintahkan kepada hamba-Nya untuk merenungkan semua yang di alam semesta. Semua itu penuh dengan tanda-tanda kebesaran Allah Swt. Orang yang mampu memahami atas penciptaan langit dan bumi beserta isinya, serta pergantian siang dan malam sebagai bukti kekuasaan Allah seperti disebutkan dalam Q.S Ali-Imran ayat 190 adalah sosok *ulul albab*, yaitu mereka yang berakal tajam dan berpikir mendalam (Nasir, 2021). Hal ini selaras dengan pilar karakter khas UIN Malang, yaitu kedalaman spiritual, keagungan akhlak, keluasan ilmu, dan kematangan profesional. Sesungguhnya penjelasan ayat tersebut pada kaikatnya adalah perintah untuk bertafakur kepada Allah Swt. Sehingga dapat memahami tanda-tanda kebesaran ciptaan-Nya, seperti Makrozoobentos. Makrozoobentos memiliki berbagai karakteristik, bentuk, dan warna yang beragam, serta dapat dijadikan bioindikator untuk mengetahui kualitas di suatu perairan.

Penelitian yang membahas tentang lingkungan memiliki hubungan erat dengan konsep etika Islam yang mencakup *hablum min Allah* (hubungan dengan Allah), *hablum minannas* (hubungan dengan sesama manusia), dan *hablum minal 'alam* (hubungan dengan alam) (Irawan & Zahid, 2024). Penelitian ini berkaitan dengan *hablum min Allah* karena keanekaragaman makrozoobentos dan ekosistem perairan merupakan bagian dari tanda-tanda kebesaran Allah Swt. yang perlu dipelajari dan direnungkan oleh manusia (Syaridawati dkk.,2025). Penelitian ini juga berkaitan dengan *hablum minannas* karena hasil penelitian dapat memberikan

manfaat ilmiah bagi masyarakat maupun pengelola lingkungan, khususnya dalam memahami kondisi kualitas perairan melalui keberadaan makrozoobentos sebagai bioindikator. Selain itu, penelitian ini juga berhubungan dengan *hablum minal 'alam* karena memberikan pemahaman bahwa sungai bukan sekadar aliran air, melainkan sumber daya air yang mendukung keberlangsungan hidup manusia dan keberagaman hayati (Kadim dkk., 2025). Dalam pandangan Islam, menjaga lingkungan merupakan amal saleh yang manfaatnya dirasakan tidak hanya oleh manusia saat ini, tetapi juga oleh generasi mendatang dan makhluk hidup lainnya.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Keanekaragaman makrozoobentos berdasarkan genus ditemukan 10 genus yang terdiri dari *Melanoides*, *Hydropsyche*, *Thraulodes*, *Tarebia*, *Sulcospira*, *Stenelmis*, *Parathelphusa*, *Caridina*, *Euphaea*, dan *Aquatica*.
2. Keanekaragaman makrozoobentos berdasarkan nilai indeks keanekaragaman yang ditemukan di Sungai Umbulrejo tergolong sedang dengan nilai 1,508 hingga 1,810 dan nilai indeks dominansi dengan nilai 0,194 hingga 0,261 tergolong tidak ada genus yang mendominasi secara signifikan.
3. Keanekaragaman makrozoobentos berdasarkan nilai parameter fisika-kimia air yang ditemukan di Sungai Umbulrejo secara umum masih sesuai baku mutu berdasarkan peruntukannya. Stasiun I hingga V memenuhi baku mutu kelas I untuk parameter suhu, pH, TSS, TDS, dan DO, tetapi untuk BOD dan COD sedikit melebihi baku mutu kelas I.
4. Keanekaragaman makrozoobentos berdasarkan korelasi parameter fisika-kimia air dengan individu makrozoobentos yang ditemukan di Sungai Umbulrejo adalah parameter suhu yang berkorelasi negatif dengan *Euphaea* dan *Aquatica*, pH berkorelasi negatif dengan *Caridina*, TSS berkorelasi negatif dengan *Hydropsyche*, TDS berkorelasi positif dengan *Melanoides*, DO berkorelasi positif dengan *Thraulodes*, BOD berkorelasi positif dengan *Hydropsyche*, COD berkorelasi negatif dengan *Melanoides*, dan kecepatan arus berkorelasi negatif dengan *Melanoides*.

5.2 Saran

Saran pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu diidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi keanekaragaman, baik faktor eksternal maupun faktor internal, untuk memastikan bahwa variasi keanekaragaman dipengaruhi oleh faktor eksternal, seperti aktivitas antropogenik (wisata, pertanian, dan MCK), serta faktor internal, seperti suhu, pH, TSS, TDS, DO, COD, BOD, dan kecepatan arus.
2. Perlu penggunaan alat yang lebih tepat, seperti kuas dengan bulu yang halus untuk mendapatkan sampel makrozoobentos yang lebih bervariasi, baik bentuk maupun ukuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, A. (2025). Keanekaragaman makrozoobentos di sungai Wadung Kecamatan Wagir Kabupaten Malang. *Skripsi*. Program Studi Biologi. UIN Malang.
- Aisyah, S., Soedarso, J., Satya, A., & Syawal, M. (2020). Relationship between the surface sediment substrate characteristic with the abundance of macrozoobenthos in River Ranggeh, West of Sumatra. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 535. doi:10.1088/1755-1315/535/1/012010
- Andini, N. F., & Desrita, D. (2022). Measurement of discharge and sedimentation of Batang Piruko River Flow In Nagari Koto Padang Koto Baru Dharmastraya. *Jurnal Ilmu Pendidikan Ahlussunnah*, 5(2), 192-199.
- Annisa, S., Sakira, S., & Sentia, L. (2020). Keanekaragaman benthos di perairan Pantai Kaca Kacu Deudap Pulo Aceh, Kabupaten Aceh Besar. *In Prosding Seminar Nasional*, 8 (1), 218-221.
- Arfiati, D., Herawati, E. Y., Buwono, N. R., Firdaus, A., Winarno, M. S., & Puspitasari, A. W. (2019). Struktur komunitas makrozoobentos pada ekosistem lamun di Paciran, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 3(1), 1-7.
- Armandani, D. A., Munawaroh, E. A., Zamroni, Y., & Annawaty. (2024). Identifikasi udang air tawar famili Atyidae dari Sungai Papasong, Parigi Moutong, Sulawesi Tengah. *Jurnal Penelitian Saintek*, 29(2), 111–128. <https://journal.uny.ac.id/index.php/saintek>
- Arnop, O., Budiyanto, B., & Saefuddin, R. (2019). Kajian evaluasi mutu Sungai Nelas dengan metode storet dan indeks pencemaran. *Naturalis: Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 8(1), 15-24.
- Asy-Syaukani, I. (2012). *Tafsir Fathul Qadir*. Pustaka Azzam. Jakarta.
- Ath-Thabari, A. J. M. J. (2009). *Tafsir Al-Qur'an Ath-Thabari*. Pustaka Azzam. Jakarta.
- Atikah, U., Purnaini, R., & Asbanu, G. C. (2023). Analisis kualitas air baku dan kualitas air hasil produksi pada instalasi pengolahan air (IPA) Unit Mukok PDAM Tirta Pancur Aji Kota Sanggau. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(2), 297-303.
- Aulia, A. I., Mairawita, & Rahayu, R. (2017). Jenis kunang-kunang (Coleoptera: Lampyridae) di Kawasan Gunung Tujuh, Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi. *Jurnal Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 4(2), 140-147. DOI: <http://doi.org/10.55338/jpkmn.v7i1.7906>
- Aulia, P. R., Supratman, O., & Gustomi, A. (2020). Struktur komunitas makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas perairan di Sungai Upang

- Desa Tanah Bawah Kecamatan Puding Besar Kabupaten Bangka. *Aquatic Science*, 2(1), 17-29. <http://journal.ubb.ac.id/index.php/aquaticscience>
- Awang, S. M., Lalupanda, E. M., & Ina, A. T. (2023). Biodiversitas Gastropoda di Persawahan Kandara Kecamatan Kambara Kabupaten Sumba Timur. *BIO-SAINS| Jurnal Ilmiah Biologi*, 2(2), 57-61. <https://uia.e-journal.id/biosains/about>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang. (2025). *Kecamatan Dampit Dalam Angka*. BPS-Kabupaten Malang.
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). *Standar Nasional Indonesia (SNI) 8066:2015. Tata cara pengukuran debit aliran sungai dan saluran terbuka menggunakan alat ukur arus dan pelampung*.
- Bai'un, N. H., Riyantini, I., Mulyani, Y., & Zallesa, S. (2021). Keanekaragaman makrozoobentos sebagai indikator kondisi perairan di ekosistem mangrove Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 5(2), 227-238. <http://jfmr.ub.ac.id>
- Ballantyne, L., Kawashima, I., Jusoh, W. F., & Suzuki, H. (2022). A new genus for two species of Japanese fireflies having aquatic larvae (Coleoptera, Lampyridae) and a definition of *Luciola* s. str. *European Journal of Taxonomy*, 855, 1-54. <https://doi.org/10.5852/ejt.2022.855.2023>
- Buwono, N. R., Samuel, P. D., Arifin, N. B., & Lusiana, E. D. (2025). Contamination of microplastics in the gastropod *Sulcospira* sp. from Upstream of the Brantas River in Indonesia. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, 29(2), 1559-1575.
- Cahyono, A., Nurhayati, dan U. A. Gani. (2018). Karakteristik kualitas air pada daerah tangkapan hujan Parit Bansir. *Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 5(1), 1-16.
- Chia, O. K., & Ng, P. K. (2006). The freshwater crabs of Sulawesi, with descriptions of two new genera and four new species (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Parathelphusidae). *The Raffles Bulletin Of Zoology*, 4(2), 381-428.
- Darmanto, D., & Sudarmadji, S. (2013). Pengelolaan sungai berbasis masyarakat lokal di Daerah Lereng Selatan Gunungapi Merapi (River Management Based on Local Community in the Southern Slope of Marapi Volcano). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 20(2), 229-239.
- Desinawati, D., Adi, W., & Utami, E. (2018). Struktur komunitas makrozoobentos di Sungai Pakil Kabupaten Bangka. *Akuatik: Jurnal Sumberdaya Perairan*, 12(2), 54-63.
- Ermawati, R., & Hartanto, L. (2017). Pemetaan sumber pencemar sungai lambat kabupaten magelang. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 9(2), 92-104.
- Fachrul, M. F. (2007). *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara. Jakarta.

- Febrian, I., Nursaadah, E., & Karyadi, B. (2022). Analisis indeks keanekaragaman, keragaman, dan dominansi ikan di Sungai Aur Lemau Kabupaten Bengkulu Tengah. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(2), 600-612. <https://e-journal.undikma.ac.id/index.php/bioscientist>
- Febrita, J., & Roosmini, D. (2022). Analisis beban pencemar logam berat industri terhadap kualitas Sungai Citarum Hulu. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 7(1), 77-88. DOI: 10.29244/jsil.7.1.77-88
- Ficsór, M., & Csabai, Z. (2021). Longitudinal zonation of larval *Hydropsyche* (Trichoptera: Hydropsychidae): abiotic environmental factors and biotic interactions behind the downstream sequence of Central European species. *Hydrobiologia*, 848(15), 3371-3388. <https://doi.org/10.1007/s10750-021-04602-0>
- Fitriani, R., Mahrudin, M., & Irianti, R. (2023). Validitas e-booklet keanekaragaman jenis ikan di Sungai Irigasi Rawa Desa Tanipah Kecamatan Mandastana pada konsep animalia. *JUPEIS: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 2(1), 1-13. <https://jurnal.jomparnd.com/index.php/jp>
- Fu, X., & Ballantyne, L. (2024). An overview of Aquatica Fu et al., a phylogeny of aquatic fireflies using mitochondrial genomes, a description of two new species, and a new record of aquatic fireflies in China (Coleoptera: Lampyridae: Luciolinae). *Insects*, 15(1), 31. <https://doi.org/10.3390/insects15010031>
- Galuh, G. N. A., Baharuddin, B., & Dewi, I. P. (2019). Analisis sebaran *Total Suspended Solid* (TSS) menggunakan citra sentinel 2 Di Perairan Teluk Tamiang Kabupaten Kotabaru. *Marine Coastal and Small Islands Journal-Jurnal ilmiah Ilmu Kelautan*, 3(1), 1-6. <https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/mcs>
- Gerber, A., & Gabriel, M. J. M. (2002). *Aquatic Invertebrates of South African Rivers*. Institute of Water Quality Study. Pretoria
- Ghosh, D. D., & Biswas, J. (2015). Macroinvertebrate diversity indices: A quantitative bioassessment of ecological health status of an oxbow lake in Eastern India. *J Adv Environ Health Res*, 3(2), 78-90. <http://jaehr.muk.ac.ir>
- Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Diakses pada Mei 2026, dari <https://www.gbif.org>
- Gupta, N., Pandey, P., & Hussain, J. (2017). Effect of physicochemical and biological parameters on the quality of river water of Narmada, Madhya Pradesh, India. *Water Science*, 31(1), 11-23. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wsj.2017.03.002>
- Hakim, L., & Munawir, M. (2020). Kesadaran ekologi dalam Al-Qur'an: studi penafsiran Al-Razi pada Qs. Al-Rum (30): 41. *TAFSE: Journal of Qur'anic Studies*, 5(2), 51. <https://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/tafse>

- Halifasyah, R., Mayrin, A. P., & Satriana, D. (2025). Menjaga amanah Allah: konsep dan solusi syariah terhadap problematika kerusakan lingkungan dalam perspektif islam. *KAMALIYAH: Jurnal Pendidikan Agama Islam*, 3(2), 316-327. <https://ejournal.stai-mifda.ac.id/index.php/kamaliyah>
- Han, Y. G., Kwon, O., & Cho, Y. (2015). A Study of Bioindicator Selection for Long-Term Ecological Monitoring. *Journal of Ecology and Environment*, 38(1), 119–122. <http://dx.doi.org/10.5141/ecoenv.2015.013>
- Hanan, A. A., Hoer, U. H., Sudirman, D., & Mursalina, S. (2025). Hadits-hadits tentang pelestarian lingkungan. *Taqirri: Journal of Al-Hadith Science Studies*, 1(2), 69-84. <https://doi.org/10.61166/taqirri.v1i2.6>
- Harahap, A. (2022). *Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Bilah Labuhanbatu*. El Publisir. Banjarmasin
- Harefa, M. S., Hidayat, S., Luahambowo, K. S. O., Siregar, R., & Asmara, W. (2024). Analisis pemanfaatan air sungai bagi kehidupan masyarakat dari aliran air terjun Sipiso-piso di Kecamatan Merek, Kabupaten Karo. *Triwikrama: Jurnal Ilmu Sosial*, 5(5), 1-4.
- Hariyanto, A. D., & Saputra, F. (2023). Karakteristik habitat kepiting air tawar (Decapoda, Brachyura) di Sungai Kapuas Kecil Kota Pontianak. *Biologica Samudra*, 5(1), 8-18.
- Harlina. (2020). *Limnology: Kajian Menyeluruh Mengenai Perairan Darat*. Gunawana Lestari. Makassar.
- Hauer, F. R., & Lamberti, G. A. (Eds.). (2007). *Methods in Stream Ecology (2nd ed.)*. Burlington, MA: Academic Press.
- Hayashi, M., & Kamite, Y. (2015). Description of the larva of *Stenelmis aritai* M. Satô (Coleoptera, Elmidae). *Japanese Journal of Systematic Entomology*, 21(1), 111-119.
- Herawati, H., Patria, E., Hamdani, H., & Rizal, A. (2020). Macrozoobenthos diversity as a bioindicator for the pollution status of Citarik River, West Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 535(1), 1-9. doi:10.1088/1755-1315/535/1/012008
- Hirijanto, H., Mundra, I. W., & wedyantadji, B. (2019). Kajian alternatif penyediaan air baku untuk pengembangan budidaya perikanan Desa Pamotan Kecamatan Dampit Kabupaten Malang. *Jurnal ABM Mengabdi*, 6(1), 48-55.
- Husamah & Rahardjanto, A. (2019). *Bioindikator*. UMM Press. Malang.
- Ibrahim, S. 2016. Pelestarian lingkungan hidup dalam perspektif Al-Qur'an: Kajian Tafsir Maudu'iy. *Jurnal Ilmiah AL-Jauhari: Jurnal Studi Islam dan Interdisipliner*, 1(1), 109-132.

Integrated Taxonomic Information System (ITIS) on-line database. Diakses pada Mei 2026, dari <http://www.itis.gov/>.

Irawan, C. B., & Zahid, A. (2024). Organisasi agama sebagai instrumen utama pelestarian lingkungan (studi kasus etika lingkungan gp ansor di Kecamatan Munjungan Kabupaten Trenggalek). *CONSEN: Indonesian Journal of Community Services and Engagement*, 4(1), 102-111.

Irianto, I. K. (2017). Kualitas air Sungai Badung dalam menunjang pengembangan pariwisata air ditinjau dari sifat fisik perairan. *LOGIC*, 17(2), 114-117.

Isnaningsih, N. R., & Patria, M. P. (2018). Peran komunitas moluska dalam mendukung fungsi kawasan mangrove di Tanjung Lesung, Pandeglang, Banten. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*, 6(2), 35-44. <https://www.researchgate.net/publication/326482828>

Isnaningsih, N. R., Basukiriadi, A., & Marwoto, R. M. (2017). The morphology and ontogenetic of *Tarebia granifera* (Lamarck, 1822) from Indonesia (Gastropoda: Cerithioidea: Thiaridae). *Treubia*, 44, 1-14.

Jauhari, Z. 2018. Analisis tingkat pencemaran dan mutu air sungai di Kota Palembang. *Jurnal Tekno Global*, 7(1), 14-20.

Jiwaningrat, Y., & Dibyosaputro, S. (2016). Interaksi antara karakteristik aliran dan material dasar pada proses penggerusan Sungai-Sungai Comal Pemalang, Jawa Tengah. *Jurnal Bumi Indonesia*, 5(1), 1-9.

Johan, T. I., & Ediwarman, E. (2011). Dampak penambangan emas terhadap kualitas air Sungai Singingi di Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau. *Jurnal ilmu lingkungan*, 5(2), 168-183.

Junaidi, F. F. (2014). Analisis distribusi kecepatan aliran sungai musi (ruas jembatan ampera sampai dengan pulau kemaro). *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2(3), 542-552.

Junardi, J., Idola, I., & Setyawan, T. R. (2020). Morphometric of freshwater crab *Parathelphusa maindroni* Rathbun, 1902 (Decapoda, Gecarcinucidae) from two habitat type in Gunung Palung National Park. *Bioscience*, 4(2), 140-150. DOI: 10.24036/0202042109311-0-00

Kadim, M. K. (2014). Zonasi Sungai Umbulrejo di Kecamatan Dampit Kabupaten Malang berdasarkan komunitas makrozoobentos. *The Nike Journal*, 2(2), 56-59.

Kadim, M. K., Pasingi, N., Polamololo, A. I., & Maharani, S. A. (2025). Keberadaan Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT) Sebagai Bioindikator Pencemaran di Sungai Bone Gorontalo. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 9(2), 153-164. <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2025.Vol.9.No.2.445>

Kadim, M. K., Sudaryanti, S., & Yuli, E. H. (2013). Pencemaran residu pestisida di Sungai Umbulrejo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang (Pollution of

- Pesticide Residues in The Umbulrejo River District Dampit, Malang). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 20(3), 262-268.
- Khaeksi, I. P., & Muskananfolo, M. R. (2015). Status pencemaran Sungai Plumbon ditinjau dari aspek total padatan tersuspensi dan struktur komunitas makrozoobentos. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*. 4(3), 1-10. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/maquares>
- Kinasih, A. R. N., & Purnomo, P. W. (2015). Analisis hubungan tekstur sedimen dengan bahan organik, logam berat (pb dan cd) dan makrozoobentos di Sungai Betahwalang, Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 4(3), 99-107. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/maquares>
- Krebs, Charles J. (2014). *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Sixth Edition*. Pearson Education Limited. United States of America.
- Kriska, G. (2013). *Freshwater invertebrates in Central Europe: a field guide*. Springer-Verlag.
- Kumar, A., & Vyas, V. (2014). Diversity of macrozoobenthos in the selected reach of River Narmada (Central Zone), India. *International Journal of Research in Biological Sciences*, 4(3), 60-68. <https://www.researchgate.net/publication/282246923>
- Kurniawan, J., Kamal, E., Razak, A., & Prarikeslan, W. (2024). Faktor-faktor yang mempengaruhi beban pencemaran sungai di Indonesia dilihat dari sumber pencemarannya. *Gudang Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 2(12), 76-86. <https://doi.org/10.59435/gjmi.v2i12.1113>
- Lestari, G., Narsan, V. O., & Suhendi. (2024). Analisis konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) dan fosfor terhadap fitoplankton dan zooplankton pada anak sungai Way Batanghari, Kota Metro. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 5(2), 151-161. <https://journal.trunojoyo.ac.id/juvenil>
- Luvitasari, A., Purnomo, P. W., & Rahman, A. (2021). Analisis kualitas dan status mutu air Kali Karanggeneng, Rembang. *J Fish Mar Res*, 5(2), 246-253.
- Malesi, W. O. A. W., & Putra, D. J. (2024). Uji kualitas air tanah di distrik Merauke ditinjau dari Parameter *Total Dissolved Solid* (TDS), dan Salinitas. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 8(2), 145-152. <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2024.Vol.8.No.2.248>
- Mariah, Y., Yasin, R., Kartini, E., Katiandagho, S., Naim, M., & Hasim, R. (2023). Penyuluhan dampak limbah busa sabun dari masyarakat pantai marunda pada ikan hasil tangkapan nelayan di kampung nelayan marunda cilincing. *Communnity Development Journal*, 4(6), 11697-11701.

- Marwoto, R. M., & Isnaningsih, N. R. (2012). The freshwater snail genus *Sulcospira* Troschel, 1857 from Java, with description of a new species from Tasikmalaya, West Java, Indonesia (Mollusca: Gastropoda: Pachychilidae). *The Raffles Bulletin of Zoology*, 60(1), 1-10.
- Maya, S., & Nurhidayah. (2020). *Zoologi Invertebrata*. Widina Bhakti Persada. Bandung.
- Modalo, R., Rampengan, R., Opa, E., Djamaluddin, R., Manengkey, H., & Bataragoa, N. (2018). Arah dan kecepatan arus perairan sekitar Pulau Bunaken pada periode umur bulan perbani di musim pancaroba II. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 6(1), 61-68.
- Muhtadi, A., Dhuha, O. R., Desrita, D., Siregar, T., & Muammar, M. (2017). Kondisi habitat dan keragaman nekton di hulu daerah aliran sungai wampu, kabupaten Langkat, provinsi Sumatera Utara. *DEPIK Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 6(2), 90-99. DOI: 10.13170/depik.6.2.5982
- Mutmainah, M. I. 2024. *Analisis Data Kuantitatif Uji Instrumen, Uji Asumsi Klasik, Uji Korelasi, dan Regresi Linier Berganda*. Penerbit Lakeisha. Klaten.
- Nafisah, N. A., Nisa, S. A. R., Wahyudi, C. I., & Hashifah, F. N. (2024). Distribusi dan karakteristik nimfa capung (Odonata) di habitat Sungai Hutan Petungkriyono. *Jurnal Biogenerasi*, 10(1), 776-782.
- Nangina, S. R., Langoya, M. L., & Katilia, D. Y. (2015). Makrozoobentos sebagai indikator biologis dalam menentukan kualitas air Sungai Suhuyon Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA Unsrat Online*, 4(2), 165-168. <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmuo>
- Nasir, S. M. (2021). Ulul albab dalam Al-Qur'an (tafsir tematik). *Aqlam: Journal of Islam and Plurality*, 6(2), 170-185. <http://journal.iain-manado.ac.id/index.php/AJIP/index>
- Nesemann, H., Shah, R. T., & Shah, D. N. (2011). Key to the larval stages of common Odonata of Hindu Kush Himalaya, with short notes on habitats and ecology. *Journal of Threatened Taxa*, 2045-2060. DOI: 10.11609/JoTT.o2759.2045-60
- Nggadi, O. M., & Messakh, J. J. (2022). Pengaruh sampah dan limbah terhadap pencemaran lingkungan Pesisir Oesapa Kecamatan Kelapa Lima, Kota Kupang. *BATAKARANG*, 3(1), 40-49.
- Nisara, I. J. P., Mz, N., Supendi, A., & Octorina, P. (2024). Kelimpahan makrozoobenthos di Situ Cijeruk Kabupaten Sukabumi. *Zebra: Jurnal Ilmu Peternakan dan Ilmu Hewani*, 2(2), 83-98. <https://doi.org/10.62951/zebra.v2i2.83>
- Orlando, T. Y., & Salles, F. F. (2023). New stage and species description on Brazilian thraulodes ulmer, 1920 (Ephemeroptera, Leptophlebiidae),

Neotropical Entomology, 52(6), 1100-1108.
<https://doi.org/10.1007/s13744-023-01078-6>

Oscosz, J., Galicia, D., & Miranda, R. (2011). *Identification Guide of Freshwater Macroinvertebrates of Spain*. Springer Science. New York

Panjaitan, A. J. R. R., Ulinuha, D., & Ernawati, N. M. (2023). Analisis *total suspended solid* (TSS) perairan Danau Toba di Kecamatan Girsang Sipangan Bolon, Sumatera Utara. *Current Trends in Aquatic Science*, 6(2), 139-142.

Pelealu, G. V., Koneri, R., & Butarbutar, R. R. (2018). Kelimpahan dan Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Air Terjun Tunan, Talawaan, Minahasa Utara, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Sains*, 18(2), 97-102.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai.

Phan, Q. T., Kompier, T., Karube, H., & Hayashi, F. (2018). A synopsis of the Euphaeidae (Odonata: Zygoptera) of Vietnam, with descriptions of two new species of Euphaea. *Zootaxa*, 4375(2), 151-190.
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.4375.2.1>

Pratiwi, I., & Setiorini, I. A. (2023). Penurunan nilai pH, COD, TDS, TSS pada air sungai menggunakan limbah kulit jagung melalui adsorben. *Jurnal Redoks*, 8(1), 55-62.

Purba, N. C., & Fitrihidajati, H. (2021). Kualitas perairan Sungai Sadar berdasarkan indeks keanekaragaman makrozoobentos dan kadar logam berat (Pb) di Kabupaten Mojokerto. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 10(3), 292-301.
<https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/index>

Purnama, M. F., sirza, L. O. M. J., sari, S. F., Findra, M. N., Agriansyah, A., Hidayat, H., & Anwar, K. (2022). Diversity report of freshwater gastropods in Buton Island, Indonesia. *Biodiversitas: Journal of Biological Diversity*, 23(4), 1938-1949. DOI: 10.13057/biodiv/d230428

Purusa, I, G. A., I., Arthana, I. W., & Kartika, I. W. D. (2020). Keanekaragaman dan distribusi makroinvertebrata di Perairan Hulu Tukad Cangkir Dan Tukad Pakerisan Kabupaten Gianyar. *Jurnal Bumi Lestari*, 20, 31-39.
<https://doi.org/10.24843/blje.2020.v20.i02.p04>

Purwanti, E. Y. (2021). Implementation of environmental education value in islamic education (analysis of tafsir al qur'an al-a'raf ayat 56-58). *Lisyabab: Jurnal Studi Islam Dan Sosial*, 2(2), 161-172.

Putri, C. W., & Prijono, S. (2025). analisis tingkat pencemaran limbah pabrik kertas menggunakan metode BIOTILIK pada aliran anak Sungai Brantas. *Environmental Pollution Journal*, 5(1), 75-86.
<https://ecotonjournal.id/index.php/epj>

- Putri, W. A. E., Purwiyanto, A. I. S., Agustriani, F., & Suteja, Y. (2019). Kondisi nitrat, nitrit, amonia, fosfat dan BOD di Muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11(1), 65-74. DOI: <http://dx.doi.org/10.29244/jitkt.v11i1.18861>
- Rahayu. Y., Juwana, I., & Marganingrum, D. (2018). Kajian perhitungan beban pencemaran air sungai di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cikapundung dari sektor domestik. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 2(1), 62-71.
- Rahman, R., Triarjunet, R., & Dewata, I. (2020). Analisis indeks pencemaran air Sungai Ombilin dilihat dari kandungan kimia anorganik. *Jurnal Kependudukan dan Pembangunan Lingkungan*, 1(3), 52-58.
- Rahmania, F. N., Afifudin, A. F. M., & Irawanto, R. (2022). Studi awal vegetasi riparian di Hilir Das Welang Jawa Timur. *Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan (SEMITAN)*, 1(1), 154-161.
- Rahmawati, N., & Hamid, I. (2025). Manifestasi antroposentrisme pada pengelolaan sumber daya alam di Desa Satui Barat Kabupaten Tanah Bumbu. *Huma: Jurnal Sosiologi*, 4(1), 107-117. DOI: <https://doi.org/10.20527/h-js.v4i1.354>
- Ramadhawati, D., Wahyono, H. D., & Santoso, A. D. (2021). Pemantauan kualitas air sungai cisadane secara online dan analisa status mutu menggunakan metode storet. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 13(2), 76-91.
- Ratih, I., Prihanta, W., & Susetyarini, R. E. (2015). Inventarisasi keanekaragaman makrozoobentos di daerah aliran sungai Brantas Kecamatan Ngoro Mojokerto sebagai sumber belajar biologi SMA kelas X. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 1(2), 158-169.
- Revansyah, M. A., Wms, P., Mita Putriyani, N. P. A., Men, L., Setianto, L. S., Fitrilawati, N. S., & Aprilia, A. (2023). Analisis TDS, pH, dan COD untuk mengetahui kualitas air warga Desa Cilayung. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, 12(2), 43-49.
- Ridwan, M., Sese, M. R., Iqram, M., & Priawandiputra, W. (2025). Composition of freshwater gastropods (Mollusca) in the Midstream of the Cisadane River, West Java, Indonesia. *Jurnal Riset Biologi dan Aplikasinya*, 7(2), 118-127. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/risetbiologi>
- Riley, W. B., Rosa, S. P., & da Silveira, L. F. L. (2021). A comprehensive review and call for studies on firefly larvae. *PeerJ*, 9(e12121), 1-24. DOI 10.7717/peerj.12121
- Royani, S., Fitriana, A. S., Enarga, A. B. P., & Bagaskara, H. Z. (2021). Kajian COD dan BOD dalam air di lingkungan tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah Kaliiori Kabupaten Banyumas. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 13(1), 40-49.

- Rufusova, A., Beracko, P., Bulánková, E., Derka, T., Kalaninová, D., Korte, T., & Stloukalová, V. (2017). *Benthic invertebrates and their habitats*. Comenius University in Bratislava. Bratislava.
- Rustiasih, E., Arthana, I. W., & Sari, A. H. W. (2018). Keanekaragaman dan kelimpahan makroinvertebrata sebagai biomonitoring kualitas perairan Tukad Badung, Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 1(1), 16-23.
- Safitri, D. (2025). Analisis kadar Biochemical Oxygen Demand (BOD) pada sampel air sungai. *Jurnal Kimia dan Rekayasa*, 6(1), 16-22.
- Salsabila, S. (2021). Analisis hadis pelestarian lingkungan hidup. *El-Sunnah: Jurnal Kajian Hadis Dan Integrasi Ilmu*, 2(1), 176-186. <http://jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/elsunnah>
- Saputri, I., Fatimatuzzahra, F., & Lestari, Y. (2023). Analisa kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) pada limbah cair disekitar kawasan penambangan batubara Kabupaten Bengkulu Utara. *Organisms: Journal of Biosciences*, 3(2), 63-69. <http://ejournal.radenintan.ac.id/index.php/organisme>
- Shen, M., Qing, Z., & Lin, S. (2022). The impact of environment situation on fireflies and the contribution of fireflies on environment situation. In *The 2nd International Conference on Biological Engineering and Medical Science (Theoretical and Natural Science)*. (4), 391-396. DOI: 10.54254/2753-8818/4/20220604
- Shihab, M. Quraish. (2002). *Tafsir Al Mishbah: Pesan, Kesan, dan keserasian Al-Qur'an*. Lentera Hati. Jakarta
- Siagian, E. T., Manik, R. R. D. S., & Sinaga, M. P. (2023). Studi keanekaragaman makrozoobentos di Sungai Tanjung Pinggir Kecamatan Siantar Martoba Kota Pematang Siantar Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Wilayah, Kota Dan Lingkungan Berkelanjutan*, 2(2), 10-27. <https://doi.org/10.58169/jwikal.v2i2.223>
- Siahaan, R., Indrawan, A., Soedharma, D., & Prasetyo, L. B. (2012). Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai indikator kualitas air Sungai Cisadane, Jawa Barat Banten. *Jurnal Bioslogos*, 2(1), 1-9.
- Simanjuntak, S. L., Muskananfolo, M. R., & Taufani, W. T. (2018). Analisis tekstur sedimen dan bahan organik terhadap kelimpahan makrozoobenthos di Muara Sungai Jajar, Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 7(4), 423-430. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/maquares>
- Suheriyanto, D., Qiptiyah, M., & Prahardika, B. A. (2017). Diversity of soil arthropods in the tea plantation of PTPN XII Bantaran Blitar. *El-Hayah: Jurnal Biologi*. 6(3), 96–103. DOI: 10.18860/elha.v6i3.5375
- Suheriyanto, D., Soemarno, S., Yanuwadi, B., & Leksono, A. S. (2016). Soil arthropod diversity on the forest floor and ex-road in manggis gadungan

- natural reserve Kediri regency, Indonesia. *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*. 78(5), 399-403.
- Suheriyanto. (2008). *Ekologi Serangga*. UIN Malang PRESS. Malang.
- Sulaeman, D., Nurruhwati, I., Hasan, Z., & Hamdani, H. (2020). Spatial distribution of macrozoobenthos as bioindicators of organic material pollution in the Citanduy River, Cisayong, Tasikmalaya Region, West Java, Indonesia. *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, 9(1), 32-42. DOI: 10.9734/AJFAR/2020/v9i130152
- Sutrisno, F. I. N., & Azmi, M. (2025). Eksploitasi lingkungan dalam QS. Ar-Rum ayat 41 (studi komparasi tafsir al-azhar dan al-misbah). *Mashahif: Journal of Qur'an and Hadits Studies*, 5(1), 1-12. <http://urj.uin-malang.ac.id/index.php/mashahif>
- Suwartiningsih, N., Pertiwi, D. A. I., & Budiantoro, A. (2020). Jenis-jenis udang air tawar di Sungai Bedog Kabupaten Bantul. *Jurnal Riset Daerah*, 20(3), 3729-3744.
- Syaridawati, Aderus, A., & Harun, H. (2025). Pluralitas Makhluk dalam Perspektif Teologis: Refleksi atas Keesaan Khalik dalam Keragaman Ciptaan. *Al-Ubudiyah: Jurnal Pendidikan dan Studi Islam*, 6(1), 64-71. DOI : <https://doi.org/10.55623>
- Thorp, J. H., & Covich, A. P. (2009). *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*. Academic Press. California.
- Thukral, A., Bhardwaj, R., Kumar, V., & Sharma, A. (2019). New indices regarding the dominance and diversity of communities, derived from sample variance and standard deviation. *Heliyon*, 5(10), 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02606>
- Tjokrokusumo, S. W. (2008). Pengaruh sedimentasi dan turbidity pada jejaring makanan ekosistem air mengalir (lotik). *Jurnal Hidrosfir Indonesia*. 3(3).
- Umanailo, S., Tahir, I., Akbar, N., Baksir, A., & Ismail, F. (2021). Distribusi jenis gastropoda di aliran sumber air panas Desa Payo dan Desa Bobo Kecamatan Jailolo Kabupaten Halmahera Barat. *Hemyscyllium*, 1(2), 73-87.
- Umar, D. M., Harding, J. S., & Winterbourn, M. J. (2013). *Freshwater invertebrates of the Mambilla plateau, Nigeria*. University of Canterbury. New Zealand.
- Vikriansyah, M. F., Prasetyo, H. D., & Latuconsina, H. (2025). Status kualitas air sungai berdasarkan variasi famili biotik indeks di Sungai Jilu Kota Malang–Jawa Timur. *Habitus Aquatica (Journal of Aquatic Resources & Fisheries Management)*, 6(1), 9-16. DOI: <https://doi.org/10.29244/HAJ.6.1.9>
- Widiatmono, B. R., Suharto, B., & Monica, F. Y. (2020). Identifikasi daya tampung beban pencemar dan kualitas air Sungai Lesti sebelum pembangunan hotel. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 6(3), 1-10.

- Wijaya, A. S., Nugrahani, M. P., & Putri, R. J. (2022). Struktur komunitas zooplankton di perairan sungai kawasan Pantai Cemara Banyuwangi. *Nusantara Hasana Journal*. 1(10): 101-111.
- Xu, Q. H. (2017). The final stadium larva of *Euphaea decorata* Hagen in Selys, 1853, from Fujian, China (Odonata: Zygoptera: Euphaeidae). *Zootaxa*, 4244(4), 595-599. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4244.4.10>
- Xu, S., Lucas, B., & Chou, T. (2022). Diversity in biology: definitions, quantification, and models. *Physical Biologi*, 17(3), 1-44. doi:10.1088/1478-3975/ab6754.
- Yonar, M., Luthfi, O. M., & Isdianto, A. (2021). Dinamika *Total Suspended Solid* (TSS) di sekitar terumbu karang Pantai Damas, Trenggalek. *Journal of Marine and Coastal Science*, 10(1), 48-57.
- Yousif, F., Ibrahim, A., Sleem, S., El-Bardicy, S., & Ayoub, M. (2009). Morphological and genetic analyses of *Melanoides tuberculata* populations in Egypt. *Global Journal of Molecular Science*, 4(2), 112-117.
- Yule, C. M., & Sen, Y. H. (2004). *Freshwater invertebrates of the Malaysian region*. Academy of Sciences. Malaysia.
- Zuliyanti, Anggela, R., & Cahyaningrum, W. (2022). Analisa pemanfaatan air sungai bagi rumah tangga di bantaran Sungai Melawi Desa Sungai Ana Kabupaten Sintang. *Pendidikan Geografi Dan Pariwisata*, 2(1), 35-51.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil uji lab air



LABORATORIUM LINGKUNGAN
 Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp.(0341) 551971, Fax. (0341) 551976
 Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860
 Jl. Proyek Bengawan Solo, Banaran, Pabelan, Kec. Kartasura, Kab. Sukoharjo Telp. (0271) 7499176
 E-mail : lablingkunganpjt1@gmail.com

Nomor : 41230 S/LL MLG/II/2026

Uraian Contoh Uji : S1 U1

Description of Sample

Metode Pengambilan Contoh Uji : -

Sample Method

Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1

Place of Analysis

Tanggal Analisa : 19 Januari - 02 Februari 2026

Testing Date(s)

Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

HASIL ANALISA
Result of Analysis



No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	5.58	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
2	COD (Spektro)	mg/L	18.19	-	SNI 6989.2:2019	
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	13.1	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
4	Oksigen terlarut (DO)	mg O2/L	6.44	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

*) Standard Baku Mutu sesuai dengan Threshold Value fully adopted from





LABORATORIUM LINGKUNGAN
 Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp.(0341) 551971, Fax. (0341) 551976
 Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860
 Jl. Proyek Bengawan Solo, Banaran, Pabelan, Kec. Kartasura, Kab. Sukoharjo Telp. (0271) 7499176
 E-mail : lablingkunganpjt1@gmail.com

Nomor : 41416 S/LL MLG/II/2026

Uraian Contoh Uji : S1 U2

Description of Sample

Metode Pengambilan Contoh Uji : -

Sample Method

Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1

Place of Analysis

Tanggal Analisa : 26 Januari - 09 Februari 2026

Testing Date(s)

Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

HASIL ANALISA
Result of Analysis



No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	6.37	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
2	COD (Spektro)	mg/L	19.64	-	SNI 6989.2:2019	
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	13.2	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
4	Oksigen terlarut (DO)	mg O2/L	6.12	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

*) Standard Baku Mutu sesuai dengan Threshold Value fully adopted from





LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860
Jl. Proyek Bengawan Solo, Banaran, Pabelan, Kec. Kartasura, Kab. Sukoharjo Telp. (0271) 7499176
E-mail : lablingkunganpjt1@gmail.com

Nomor : 41493 S/LL MLG/II/2026

Uraian Contoh Uji : S1 U3
Description of Sample
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 02 - 18 Februari 2026
Testing Date(s)

Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

HASIL ANALISA Result of Analysis



No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	6.77	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
2	COD (Spektro)	mg/L	18.01	-	SNI 6989.2:2019	
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	19.50	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
4	Oksigen terlarut (DO)	mg O2/L	5.22	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

*) Standard Baku Mutu sesuai dengan
Threshold Value fully adopted from

-



LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860
Jl. Proyek Bengawan Solo, Banaran, Pabelan, Kec. Kartasura, Kab. Sukoharjo Telp. (0271) 7499176
E-mail : lablingkunganpjt1@gmail.com

Nomor : 41229 S/LL MLG/I/2026

Uraian Contoh Uji : S2 U1
Description of Sample
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 19 Januari - 02 Februari 2026
Testing Date(s)

Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

HASIL ANALISA Result of Analysis



No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	5.86	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
2	COD (Spektro)	mg/L	18.29	-	SNI 6989.2:2019	
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	12.4	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
4	Oksigen terlarut (DO)	mg O2/L	6.52	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

*) Standard Baku Mutu sesuai dengan
Threshold Value fully adopted from

-





LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860
Jl. Proyek Bengawan Solo, Banaran, Pabelan, Kec. Kartasura, Kab. Sukoharjo Telp. (0271) 7499176
E-mail : lablingkunganpjt1@gmail.com

Nomor : 41415 S/LL MLG/II/2026

Uraian Contoh Uji : S2 U2
Description of Sample
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 26 Januari - 09 Februari 2026
Testing Date(s)

Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

HASIL ANALISA Result of Analysis



No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	6.31	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
2	COD (Spektr)	mg/L	18.88	-	SNI 6989 2:2019	
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	5.20	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
4	Oksigen terlarut (DO)	mg O2/L	6.48	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

*) Standard Baku Mutu sesuai dengan
Threshold Value fully adopted from



LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860
Jl. Proyek Bengawan Solo, Banaran, Pabelan, Kec. Kartasura, Kab. Sukoharjo Telp. (0271) 7499176
E-mail : lablingkunganpjt1@gmail.com

Nomor : 41492 S/LL MLG/II/2026

Uraian Contoh Uji : S2 U3
Description of Sample
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 02 - 18 Februari 2026
Testing Date(s)

Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

HASIL ANALISA Result of Analysis



No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	6.98	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
2	COD (Spektr)	mg/L	19.43	-	SNI 6989 2:2019	
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	16.8	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
4	Oksigen terlarut (DO)	mg O2/L	5.54	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

*) Standard Baku Mutu sesuai dengan
Threshold Value fully adopted from





LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860
Jl. Proyek Bengawan Solo, Banaran, Pabelan, Kec. Kartasura, Kab. Sukoharjo Telp. (0271) 7499176
E-mail : lablingkunganpjt1@gmail.com

Nomor : 41228 S/LL MLG/I/2026

Uraian Contoh Uji : S3 U1
Description of Sample
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 19 Januari - 02 Februari 2026
Testing Date(s)

Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

HASIL ANALISA

Result of Analysis



No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	6.44	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
2	COD (Spektr)	mg/L	19.23	-	SNI 6989.2:2019	
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	7.00	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
4	Oksigen terlarut (DO)	mg O2/L	6.85	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

*) Standard Baku Mutu sesuai dengan
Threshold Value fully adopted from

-



LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860
Jl. Proyek Bengawan Solo, Banaran, Pabelan, Kec. Kartasura, Kab. Sukoharjo Telp. (0271) 7499176
E-mail : lablingkunganpjt1@gmail.com

Nomor : 41414 S/LL MLG/II/2026

Uraian Contoh Uji : S3 U2
Description of Sample
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 26 Januari - 09 Februari 2026
Testing Date(s)

Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

HASIL ANALISA

Result of Analysis



No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	6.37	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
2	COD (Spektr)	mg/L	20.21	-	SNI 6989.2:2019	
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	5.55	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
4	Oksigen terlarut (DO)	mg O2/L	6.29	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

*) Standard Baku Mutu sesuai dengan
Threshold Value fully adopted from

-





LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp.(0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860
Jl. Proyek Bengawan Solo, Banaran, Pabelan, Kec. Kartasura, Kab. Sukoharjo Telp. (0271) 7499176
E-mail : lablingkunganpjt1@gmail.com

Nomor : 41231 S/LL MLG/I/2026

Uraian Contoh Uji : S4 U1
Description of Sample
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 19 Januari - 02 Februari 2026
Testing Date(s)

Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

HASIL ANALISA

Result of Analysis



No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	6.48	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
2	COD (Spektro)	mg/L	20.76	-	SNI 6989.2:2019	
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	6.40	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
4	Oksigen terlarut (DO)	mg O2/L	6.89	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

*) Standard Baku Mutu sesuai dengan
Threshold Value fully adopted from

-



LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp.(0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860
Jl. Proyek Bengawan Solo, Banaran, Pabelan, Kec. Kartasura, Kab. Sukoharjo Telp. (0271) 7499176
E-mail : lablingkunganpjt1@gmail.com

Nomor : 41413 S/LL MLG/II/2026

Uraian Contoh Uji : S4 U2
Description of Sample
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 26 Januari - 09 Februari 2026
Testing Date(s)

Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

HASIL ANALISA

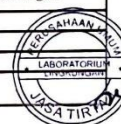
Result of Analysis



No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	5.76	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
2	COD (Spektro)	mg/L	19.08	-	SNI 6989.2:2019	
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	9.20	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
4	Oksigen terlarut (DO)	mg O2/L	6.05	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

*) Standard Baku Mutu sesuai dengan
Threshold Value fully adopted from

-





LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp.(0341) 551971, Fax. (0341) 551976

Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860

Jl. Proyek Bengawan Solo, Banaran, Pabelan, Kec. Kartasura, Kab. Sukoharjo Telp. (0271) 7499176

E-mail : lablingkunganpjt1@gmail.com

Nomor : 41490 S/LL MLG/II/2026

Uraian Contoh Uji : S4 U3
 Description of Sample
 Metode Pengambilan Contoh Uji : -
 Sample Method
 Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
 Place of Analysis
 Tanggal Analisa : 02 - 18 Februari 2026
 Testing Date(s)

Halaman 2 dari 2
 Page 2 of 2

HASIL ANALISA Result of Analysis



No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	6.31	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
2	COD (Spekro)	mg/L	17.95	-	SNI 6989.2:2019	
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	17.6	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
4	Oksigen terlarut (DO)	mg O2/L	5.46	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

*) Standard Baku Mutu sesuai dengan
 Threshold Value fully adopted from

-



LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp.(0341) 551971, Fax. (0341) 551976

Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860

Jl. Proyek Bengawan Solo, Banaran, Pabelan, Kec. Kartasura, Kab. Sukoharjo Telp. (0271) 7499176

E-mail : lablingkunganpjt1@gmail.com

Nomor : 41491 S/LL MLG/II/2026

Uraian Contoh Uji : S3 U3
 Description of Sample
 Metode Pengambilan Contoh Uji : -
 Sample Method
 Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
 Place of Analysis
 Tanggal Analisa : 02 - 18 Februari 2026
 Testing Date(s)

Halaman 2 dari 2
 Page 2 of 2

HASIL ANALISA Result of Analysis



No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	6.24	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
2	COD (Spekro)	mg/L	17.72	-	SNI 6989.2:2019	
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	9.20	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
4	Oksigen terlarut (DO)	mg O2/L	5.41	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

*) Standard Baku Mutu sesuai dengan
 Threshold Value fully adopted from

-





LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp.(0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkok Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860
Jl. Proyek Bengawan Solo, Banaran, Pabelan, Kec. Kartasura, Kab. Sukoharjo Telp. (0271) 7499176
E-mail : lablingkunganpjt1@gmail.com

Nomor : 41232 S/LL MLG/I/2026

Uraian Contoh Uji : S5 U1
Description of Sample
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 19 Januari - 02 Februari 2026
Testing Date(s)

Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

HASIL ANALISA Result of Analysis



No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	5.97	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
2	COD (Spektro)	mg/L	18.45	-	SNI 6989.2.2019	
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	6.00	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
4	Oksigen terlarut (DO)	mg O2/L	7.12	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

*) Standard Baku Mutu sesuai dengan
Threshold Value fully adopted from



LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp.(0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkok Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860
Jl. Proyek Bengawan Solo, Banaran, Pabelan, Kec. Kartasura, Kab. Sukoharjo Telp. (0271) 7499176
E-mail : lablingkunganpjt1@gmail.com

Nomor : 41417 S/LL MLG/II/2026

Uraian Contoh Uji : S5 U2
Description of Sample
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 26 Januari - 09 Februari 2026
Testing Date(s)

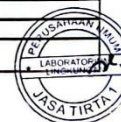
Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

HASIL ANALISA Result of Analysis



No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	6.22	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
2	COD (Spektro)	mg/L	19.25	-	SNI 6989.2.2019	
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	26.4	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
4	Oksigen terlarut (DO)	mg O2/L	6.26	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

*) Standard Baku Mutu sesuai dengan
Threshold Value fully adopted from





LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860
Jl. Proyek Bengawan Solo, Banaran, Pabelan, Kec. Kartasura, Kab. Sukoharjo Telp. (0271) 7499176
E-mail : lablingkunganpjt1@gmail.com

Nomor : 41494 S/LL MLG/II/2026

Uraian Contoh Uji : SS U3

Description of Sample

Metode Pengambilan Contoh Uji : -

Sample Method

Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1

Place of Analysis

Tanggal Analisa : 02 - 18 Februari 2026

Testing Date(s)

Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

HASIL ANALISA

Result of Analysis



No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	6.97	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
2	COD (Spektro)	mg/L	19.55	-	SNI 6989 2:2019	
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	10.0	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
4	Oksigen terlarut (DO)	mg O2/L	5.39	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

*) Standard Baku Mutu sesuai dengan Threshold Value fully adopted from



Lampiran 2. Dokumentasi pengambilan sampel



Pengambilan sampel air



Mengukur nilai TDS



Mengukur nilai pH air



Mengukur kecepatan arus



Pengambilan sampel makrozoobentos

Lampiran 3. Jumlah kelimpahan genus makrozoobentos

No.	Genus	I	II	III	IV	V	Jumlah
1.	Thraulodes	11	19	23	20	28	101
2.	Hydropsyche	28	36	42	37	43	186
3.	Euphaea	0	0	0	0	3	3
4.	Aquatica	0	0	0	0	2	2
5.	Stenelmis	0	0	9	18	22	49
6.	Sulcospira	12	13	8	9	7	49
7.	Melanoides	50	44	41	35	34	204
8.	Tarebia	20	19	11	13	9	72
9.	Parathelphusa	2	6	4	0	0	12
10.	Caridina	0	0	1	3	3	7
Jumlah		123	137	139	135	151	685

Lampiran 4. Perhitungan Indeks keanekaragaman dan indeks dominansi

Alpha diversity indices

Numbers
Plot

	I	II	III	IV	V	Kumulatif
Taxa_S	6	6	8	7	9	10
Individuals	123	137	139	135	151	685
Dominance_D	0,2613	0,2216	0,2203	0,1963	0,1941	0,2059
Simpson_1-D	0,7387	0,7784	0,7797	0,8037	0,8059	0,7941
Shannon_H	1,508	1,624	1,699	1,747	1,81	1,77
Evenness_e^H/S	0,753	0,8459	0,6838	0,8194	0,6789	0,5869
Brillouin	1,426	1,544	1,603	1,654	1,708	1,738
Menhinick	0,541	0,5126	0,6786	0,6025	0,7324	0,3821
Margalef	1,039	1,016	1,419	1,223	1,594	1,378
Equitability_J	0,8417	0,9066	0,8172	0,8977	0,8237	0,7685
Fisher_alpha	1,32	1,282	1,845	1,567	2,098	1,66
Berger-Parker	0,4065	0,3212	0,3022	0,2741	0,2848	0,2978
Chao-1	6	6	8	7	9	10
iChao-1	6	6	8	7	9	10
ACE	6	6	8,473	7	9	10
Squares	6	6	8,22	7	9	10

Bootstrap N: 9999
CI type: None
Recompute

☐ Unbiased versions
Shannon settings:
☐ Use ACE for S
☐ log2

Close
Copy
Print
Help

Lampiran 5. Hasil uji T

Diversity t tests

Shannon index			
I		II	
H _s	1,5081	H _s	1,6244
Variance:	0,0035444	Variance:	0,0021942
t	-1,5349		
df:	239,89		
p(same):	0,12612		
Simpson index			
D		D	
Variance:	0,26129	Variance:	0,22159
	0,00056263		0,00026325
t	1,3813		
df:	221,49		
p(same):	0,16856		

Close Copy Print Help

Diversity t tests

Shannon index			
I		III	
H _s	1,5081	H _s	1,6993
Variance:	0,0035444	Variance:	0,003931
t	-2,2113		
df:	261,98		
p(same):	0,027879		
Simpson index			
D		D	
Variance:	0,26129	Variance:	0,22033
	0,00056263		0,00030979
t	1,3866		
df:	233,18		
p(same):	0,16688		

Close Copy Print Help

Diversity t tests

Shannon index			
I		IV	
H _s	1,5081	H _s	1,7468
Variance:	0,0035444	Variance:	0,0023888
t	-3,0983		
df:	243,78		
p(same):	0,0021747		
Simpson index			
D		D	
Variance:	0,26129	Variance:	0,19627
	0,00056263		0,00020314
t	2,3495		
df:	203,66		
p(same):	0,019754		

Close Copy Print Help

Diversity t tests

Shannon index			
I		V	
H _s	1,5081	H _s	1,8099
Variance:	0,0035444	Variance:	0,0035538
t	-3,5825		
df:	271,21		
p(same):	0,0004033		
Simpson index			
D		D	
Variance:	0,26129	Variance:	0,19407
	0,00056263		0,00018861
t	2,4523		
df:	200,9		
p(same):	0,015047		

Close Copy Print Help

Diversity t tests

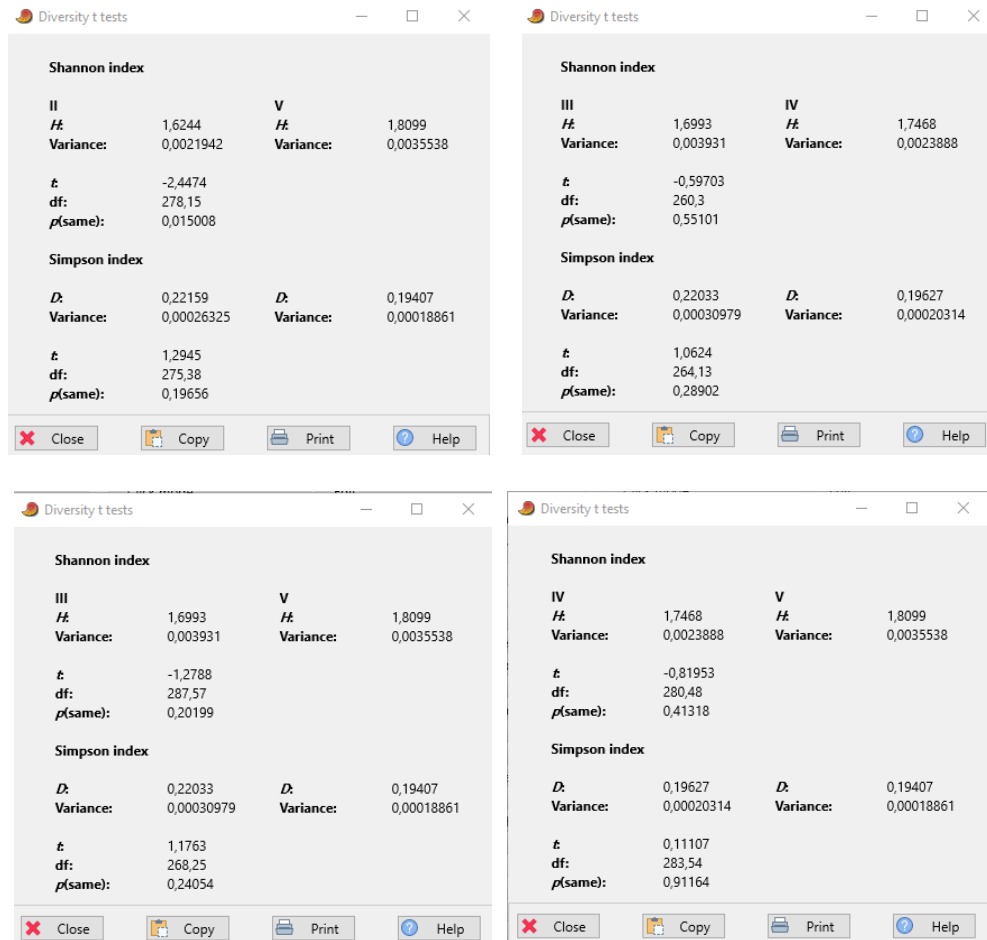
Shannon index			
II		III	
H _s	1,6244	H _s	1,6993
Variance:	0,0021942	Variance:	0,003931
t	-0,95718		
df:	256,42		
p(same):	0,33938		
Simpson index			
D		D	
Variance:	0,22159	Variance:	0,22033
	0,00026325		0,00030979
t	0,052576		
df:	274,5		
p(same):	0,95811		

Close Copy Print Help

Diversity t tests

Shannon index			
II		IV	
H _s	1,6244	H _s	1,7468
Variance:	0,0021942	Variance:	0,0023888
t	-1,8076		
df:	271,33		
p(same):	0,071768		
Simpson index			
D		D	
Variance:	0,22159	Variance:	0,19627
	0,00026325		0,00020314
t	1,1724		
df:	268,04		
p(same):	0,24206		

Close Copy Print Help



Lampiran 6. Perhitungan korelasi menggunakan PAST 4.17

Correlation																
Table	Plot															
		Suhu air (oC)	pH	TSS (mg/L)	TDS (mg/L)	DO (mgO ₂ /L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	Kecepatan Ar	Thraulodes	Hydropsyche	Euphaea	Sulcospira	Aquatia	Stenelmis	Correlation statistic
Suhu air (oC)		0,97505	0,97505	-0,48918	0,80474	-0,45986	-0,067015	-0,40464	-0,64749	-0,57725	-0,386	-0,84812	0,47741	-0,84812	-0,7764	☒ Linear r (Pearson)
pH		0,97505	0,97505	-0,48918	0,80474	-0,45986	-0,067015	-0,40464	-0,64749	-0,57725	-0,386	-0,84812	0,47741	-0,84812	-0,7764	☐ Spearman's D
TSS (mg/L)		-0,48918	-0,31174	0,90346	0,11269	-0,38969	-0,39505	-0,54829	-0,31209	-0,34211	-0,53997	0,4044	0,27948	0,4044	-0,043446	☐ Spearman's rs
TDS (mg/L)		0,80474	0,90346	0,11269	0,11269	-0,38969	-0,39505	-0,54829	-0,31209	-0,34211	-0,53997	0,4044	0,27948	0,4044	-0,043446	☐ Kendall's tau
DO (mgO ₂ /L)		-0,45986	-0,52733	-0,38969	-0,71755	0,8427	0,62306	0,68272	0,94335	0,927	0,58977	-0,54769	0,58977	0,54462	-0,9255	☐ Polyserial rho
BOD (mg/L)		-0,067015	-0,076847	-0,39505	-0,23535	0,8427	0,62306	0,68272	0,94335	0,927	0,58977	-0,54769	0,58977	0,54462	-0,9255	☐ Partial linear
COD (mg/L)		-0,40464	-0,58333	-0,54829	-0,86227	0,62306	0,17252	0,17252	0,21004	0,68969	0,71808	0,40825	-0,24687	0,40825	0,072239	☐ Phi (compositional)
Kecepatan Ar		-0,64749	-0,7963	-0,31209	-0,96108	0,68272	0,21004	0,94213	0,83336	0,80869	0,5145	-0,82965	0,5145	-0,82965	0,94454	☐ Tetrachoric (binary)
Thraulodes		-0,57725	-0,67886	-0,34211	-0,83271	0,94335	0,68969	0,72908	0,83336	0,80869	0,5145	-0,82965	0,5145	-0,82965	0,94454	
Hydropsyche		-0,386	-0,51895	-0,53997	-0,74959	0,927	0,71808	0,7591	0,80869	0,97391	0,97391	0,70091	-0,7887	0,70091	0,76801	
Euphaea		-0,84812	-0,81569	0,4044	-0,63012	0,58977	0,40825	0,21129	0,5145	0,70091	0,54265	1	-0,60471	1	0,67462	
Sulcospira		0,47741	0,62877	0,27948	0,71343	-0,54769	-0,24687	-0,6936	-0,82965	-0,7887	-0,78884	-0,60471	-0,60471	-0,60471	-0,88086	
Aquatia		-0,84812	-0,81569	0,4044	-0,63012	0,58977	0,40825	0,21129	0,5145	0,70091	0,54265	1	-0,60471	1	0,67462	
Stenelmis		-0,7764	-0,89378	-0,043446	-0,9255	0,54462	0,072239	0,79448	0,94454	0,76801	0,69202	0,67462	-0,88086	0,67462	-0,94345	
Melanoides		0,72368	0,85108	0,22912	0,98815	-0,71318	-0,23476	-0,91481	-0,99198	-0,84987	-0,79624	-0,57503	0,78604	-0,57503	-0,88506	
Tarebia		0,50285	0,65571	0,36542	0,79208	-0,70283	-0,39295	-0,77475	-0,88825	-0,89295	-0,8954	-0,61877	0,97801	-0,61877	-0,88506	
Paratethys		0,69441	0,74249	-0,4186	0,55871	0,075858	0,4901	-0,36236	-0,55882	-0,22192	-0,10269	-0,5145	0,60742	-0,5145	-0,77384	
Caridina		-0,78256	-0,89738	-0,0063884	-0,92708	0,45652	-0,060193	0,80997	0,93559	0,67836	0,59593	0,58977	-0,80243	0,58977	0,98489	

Table format

☐ Statistic \ p(uncon)

☒ Statistic

☐ p(uncon)

☐ Permutation p

☐ Bayes factor

☐ Bonferroni correction



JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 220602110028
Nama : ARI SULAIMAN
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Jurusan : BIOLOGI
Dosen Pembimbing 1 : Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.
Dosen Pembimbing 2 : KIVAH AHA PUTRA, M.Pd.I
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Umbulrejo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	27 Agustus 2025	Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.	Rancangan penelitian	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
2	03 September 2025	Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.	Penjelasan penggunaan aplikasi pendukung penelitian	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
3	10 September 2025	Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.	Penjelasan penggunaan Ejaan Bahasa Indonesia (EBI) baik dan benar	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
4	18 September 2025	Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.	Bagian -bagian tugas akhir	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
5	25 September 2025	Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.	Prosedur penelitian	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
6	02 Oktober 2025	Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.	Konsultasi karakteristik lokasi penelitian	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
7	09 Oktober 2025	Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.	Rancangan Rencana Penelitian	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
8	14 Oktober 2025	KIVAH AHA PUTRA, M.Pd.I	Bimbingan agama	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
9	18 Desember 2025	Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.	Bimbingan BAB I dan BAB III	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
10	20 April 2026	Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.	Bimbingan foto pengamatan BAB IV	Genap 2026/2027	Sudah Dikoreksi
11	22 April 2026	Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.	Presentasi seminar hasil penelitian	Genap 2026/2027	Sudah Dikoreksi
12	28 April 2026	KIVAH AHA PUTRA, M.Pd.I	Bimbingan integrasi BAB I dan BAB IV	Genap 2026/2027	Sudah Dikoreksi
13	05 Mei 2026	Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.	Review naskah skripsi BAB I hingga BAB V	Genap 2026/2027	Sudah Dikoreksi
14	12 Mei 2026	KIVAH AHA PUTRA, M.Pd.I	Bimbingan integrasi BAB IV	Genap 2026/2027	Sudah Dikoreksi
15	18 Mei 2026	Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.	Koreksi naskah skripsi BAB I hingga BAB V	Genap 2026/2027	Sudah Dikoreksi
16	21 Mei 2026	KIVAH AHA PUTRA, M.Pd.I	Bimbingan role model	Genap 2026/2027	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2

KIVAH AHA PUTRA, M.Pd.I

Malang, _____
Dosen Pembimbing 1

Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.

Kajur / Kaprodi,





KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

Form Checklist Plagiasi

Nama : Ari Sulaiman
NIM : 220602110028
Judul : Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Umbulrejo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang

No	Tim Check plagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc		
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si		
4	Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc		
5	Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD.Med.Sc	21%	

Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi



Prof. Dr. Retno Susilowati, M.Si
NIP. 19671113 199402 2 001