

**KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI KONTONG
KECAMATAN PUJON KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

**Oleh:
FILZATUN NADHIFAH
NIM. 210602110121**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025**

**KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI KONTONG
KECAMATAN PUJON KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

**Oleh:
FILZATUN NADHIFAH
NIM. 210602110121**

**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
2025**

**KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI KONTONG
KECAMATAN PUJON KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

Oleh:
FILZATUN NADHIFAH
NIM. 210602110121

Telah disetujui dan disahkan pada
tanggal: 4 Juni 2025

Pembimbing I



Dr. Kiptiyah, M.Si.
NIP. 19731005 200212 2 003

Pembimbing II



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



Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi

Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002

**KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI KONTONG
KECAMATAN PUJON KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

Oleh:
FILZATUN NADHIFAH
NIM. 210602110121

telah dipertahankan
di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai salah satu
persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.)
Tanggal: 26 Juni 2025

Ketua Penguji	: Bayu Agung Prahardika, M.Si NIP. 19900807 201903 1 011	(.....)
Anggota Penguji 1	: Tyas Nyonita Punjungsari, S.Pd., M.Sc NIP. 19920507 201903 2 026	(.....)
Anggota Penguji 2	: Dr. Kiptiyah, M.Si NIP. 19731005 200212 2 003	(.....)
Anggota Penguji 3	: Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si NIPPPK. 19870522 202321 1 016	(.....)



Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi

Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur saya ucapkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala karena telah mencurahkan nikmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan dan penelitian skripsi saya. Sholawat serta salam saya panjatkan kepada Nabi Muhammad shallallahu 'alaihi wa sallam karena telah menjadi suri tauladan bagi umatnya. Tulisan ini penulis persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua penulis yang tercinta, yaitu ayah Sujono dan ibu Ida Farida atas doa, kasih sayang, pengorbanan, dan keikhlasan yang tak pernah terputus, serta cinta yang menjadi sumber kekuatan penulis dalam menjalani setiap langkah kehidupan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu.
2. Saudara-saudara tercinta penulis, Haikal dan Fahri, yang telah memberikan penulis semangat dengan segala tingkah konyolnya dan meskipun sangat menyebalkan tetapi menjadi salah satu alasan penulis untuk tetap semangat dalam menulis skripsi ini hingga selesai.
3. Dosen-Dosen tercinta yang dimana tidak bisa penulis sebutkan satu-satu namanya yang sudah memberikan ilmu dan arahan yang sangat bermanfaat hingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
4. Sahabat-sahabat tercinta, Elok, Iza, Rara, Dahlia, Tika, Pina, Aza, dan masih banyak lagi yang tidak bisa penulis sebutkan satu-satu namanya, yang telah menemani, memberikan semangat, dan bantuan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
5. Seluruh tim Pujon yang senantiasa membantu dalam proses penelitian hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu.
6. Pemilik NIM 210602110146 yang telah hadir sebagai penyemangat, menemani, memberikan doa, waktu, perhatian, dan pengertian kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu.
7. Seluruh teman-teman Deimos Galaxias yang senantiasa memberikan semangat kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. Seluruh pihak yang terlibat dalam proses penelitian serta penulisan skripsi ini.

MOTTO

“Setiap orang mempunyai rute hidupnya masing-masing, kamu tidak tertinggal oleh siapapun, dan kamu tidak mendahului siapapun”

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

(Q.S Al-Insyirah: 5-6)

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Filzatun Nadhifah
NIM : 210602110121
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai
Konto Kecamatan Pujon Kabupaten Malang.

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-banar 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 dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi akademik maupun hukum atas perbuatan tersebut.

Malang, 26 Juni 2025

Yang membuat pernyataan,



Filzatun Nadhifah
NIM. 210602110121

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 KONTOK KECAMATAN PUJON KABUPATEN MALANG

Filzatun Nadhifah, Kiptiyah, Muhammad Asmuni Hasyim

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

ABSTRAK

Seiring berjalannya waktu banyak sungai yang sudah tercemar, hal ini menjadi permasalahan yang berdampak pada makhluk hidup baik manusia maupun organisme sungai. Makrozoobentos merupakan organisme yang hidupnya menetap didasar perairan salah satunya sungai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman makrozoobentos, nilai parameter fisika-kimia, serta korelasi antara parameter fisika-kimia dengan keanekaragaman makrozoobentos di Sungai Konto, tepatnya di Desa Sukomulyo dan Desa Bendosari, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. Jenis penelitian ini yaitu deskriptif kuantitatif dengan metode eksplorasi, penempatan stasiun menggunakan pendekatan metode *purposive sampling* dengan 3 stasiun dan 3 kali ulangan. Parameter penelitian meliputi indeks keanekaragaman Sahnnon-wiener (H'), indeks dominansi (D), dan analisis korelasi dengan PAST 4.17. Parameter fisika air berupa suhu, TDS, dan TSS, sedangkan parameter kimia air yaitu pH, DO, BOD, dan COD. Hasil penelitian didapatkan 10 genus makrozoobentos. Nilai indeks keanekaragaman stasiun I (2,026), stasiun II (1,080), stasiun III (1,924). Nilai indeks dominansi stasiun I (0,162), stasiun II (0,245, dan stasiun III (0,209). Parameter fisika-kimia pH, DO memenuhi baku mutu air kategori kelas II, COD kategori kelas III, TSS, dan TDS kategori kelas I, dan parameter BOD tidak memenuhi baku mutu. Hasil analisis korelasi menunjukkan DO dan BOD korelasi tertinggi dengan Genus Acentrella. Suhu korelasi tertinggi dengan Genus Erpobdella, pH dengan Genus Thiara, TDS dengan Genus Antocha, COD dengan Genus Baetis, dan TSS korelasi tertinggi dengan Genus Sulcospira.

Kata kunci: Keanekaragaman, Kecamatan Pujon, Makrozoobentos, Sungai Konto.

MACROZOOBENTOS DIVERSITY IN KONTO RIVER PUJON DISTRICT, MALANG REGENCY

Filzatun Nadhifah, Kiptiyah, Muhammad Asmuni Hasyim

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

ABSTRACT

Over time, many rivers have been polluted, this has become a problem that has an impact on living things, both humans and river organisms. Macrobenthos are organisms that live at the bottom of waters, one of which is a river. This study aims to determine the diversity of macrobenthos, the value of physical-chemical parameters, and the correlation between physical-chemical parameters and the diversity of macrobenthos in the Konto River, precisely in Sukomulyo Village and Bendosari Village, Pujon District, Malang Regency. This type of research is descriptive quantitative with an exploration method, station placement using a purposive sampling method approach with 3 stations and 3 replications. The research parameters include the Sahnnon-wiener diversity index (H'), dominance index (D), and correlation analysis with PAST 4.17. The physical parameters of water are temperature, TDS, and TSS, while the chemical parameters of water are pH, DO, BOD, and COD. The results of the study obtained 10 macrobenthos genera. The diversity index value of station I (2.026), station II (1.080), station III (1.924). The dominance index value of station I (0.162), station II (0.245, and station III (0.209). The physicochemical parameters pH, DO meet the water quality standards for class II category, COD category class III, TSS, and TDS category class I, and the BOD parameter does not meet the quality standards. The results of the correlation analysis showed that DO and BOD had the highest correlation with the Genus Acentrella. Temperature had the highest correlation with the Genus Erpobdella, pH with the Genua Thiara, TDS with the Genua Antocha, COD with the Genus Baetis, and TSS had the highest correlation with the Genus Sulcospira.

Keywords: Diversity, Pujon District, Macrozoobenthos, Konto River.

تنوع الماكروزويبتوس في نهر كوتو، منطقة بوجون، ومحافظة مالانج.

فيلزاتون نديفة، كيتية، محمد أسموني هاشم

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

الملخص

مع مرور الوقت، أصبحت العديد من الأنهار ملوثة، فأصبح هذا الأمر مشكلة تؤثر في الكائنات الحية، سواء أكانت إنساناً أم كائنات نهرية. وتعد makroozoobentos كائنات حية تعيش مستقرة في قاع المسطحات المائية، ومنها الأنهار. ويهدف هذا البحث إلى معرفة تنوع makroozoobentos، وقيم المعاملات الفيزيائية والكيميائية، بالإضافة إلى دراسة العلاقة بين هذه المعاملات وتنوع makroozoobentos في نهر كوتو، وتحديدًا في قريتي سوكوموليو وبندوساري، في ناحية بوجون، بمحافظة مالانج. هذا النوع من البحث وصفي كمي، يعتمد على أسلوب الاستكشاف، وتحديد مواقع المحطات باستخدام أسلوب أخذ العينات الهادفة، مع ثلاث محطات وثلاث تكرارات. تشمل معايير البحث مؤشر تنوع ساهنون-وينر (H')، ومؤشر الهيمنة (D)، وتحليل الارتباط باستخدام PAST 4.17. معايير فيزياء المياه هي درجة الحرارة، والمواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS)، والمواد الصلبة العالقة الكلية (TSS)، بينما معايير كيمياء المياه هي الرقم الهيدروجيني (pH)، والأكسجين الذائب (DO)، والطلب البيولوجي البيو كيميائي (BOD)، والطلب الكيميائي الكيميائي (COD). وقد أظهرت النتائج وجود ١٠ أجناس من الماكروزويبتوس. وكانت قيم مؤشر التنوع في المحطة الأولى (٢٠٢٦)، والثانية (١٠٨٠)، والثالثة (١٩٢٤). أما مؤشر السيطرة فبلغ في المحطة الأولى (١٦٢)، والثانية (٢٤٥)، والثالثة (٢٠٩). وبالنسبة لمعاملات الماء الفيزيائية والكيميائية، فقد توافقت كل من pH و DO مع معايير الجودة البيئية من الدرجة الثانية، بينما يندرج COD ضمن الفئة الثالثة، و TSS و TDS ضمن الفئة الأولى، في حين أن BOD لم يحقق المعايير المعتمدة. وقد بينت نتائج تحليل الارتباط أن أعلى علاقة كانت بين DO و BOD مع جنس Acentrella، ودرجة الحرارة مع جنس Erpobdella، و pH مع جنس Thiara، و TDS مع جنس Antocha، و COD مع جنس Baetis، وأعلى علاقة لـ TSS كانت مع جنس Sulcospira.

قائس: التنوع الحيوي؛ منطقة بوجون؛ الماكروزويبتوس؛ نهر كوتو.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT penulis panjatkan karena atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Konto Kecamatan Pujon Kabupaten Malang". Tidak lupa sholawat serta salam disampaikan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW. Yang telah menegakkan agama islam yang terpatri hingga akhir zaman. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada seluruh pihak yang membantu menyelesaikan skripsi ini, terkhusus kepada:

1. Prof. Dr. H.M. Zainuddin, MA, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Hj. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P selaku Ketua Program Studi Biologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Tyas Nyonita Punjungsari, S.Pd, M.Sc, selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingan kepada penulis dari awal hingga akhir studi.
5. Dr. Kiptiyah, M.Si, selaku pembimbing skripsi yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran.
6. Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si, selaku dosen pembimbing agama yang telah banyak memberikan bimbingan terkait integrasi sains dan islam.

Semoga segala kebaikan yang diberikan oleh beberapa pihak tersebut kepada penulis mendapatkan balasan kebaikan dari Allah SWT. Penulis masih melakukan kesalahan dalam penyusunan skripsi ini, oleh karena itu, penulis meminta maaf atas kesalahan yang dilakukan penulis dan berharap adanya kritik dan saran yang membangun sehingga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan referensi demi pengembangan ke arah yang lebih baik. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan rida-Nya kepada kita semua. Aamiin

Malang, Mei 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	vii
HALAMAN PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
المُلَخَّص	xi
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Batasan Masalah	8

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sungai	9
2.1.1 Definisi dan Klasifikasi Sungai	9
2.1.2 Pemanfaatan Sungai	10
2.1.3 Parameter Fisika dan Kimia Sungai	12
2.2 Baku Mutu Air Sungai	18
2.3 Sungai Konto	20
2.4 Makrozoobentos	22
2.4.1 Klasifikasi Makrozoobentos	23
2.4.2 Habitat dan Peran Makrozoobentos	32
2.5 Keanekaragaman	33

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian	36
3.2 Waktu dan Tempat	36
3.3 Alat dan Bahan	37
3.4 Prosedur Penelitian	37
3.4.1 Studi Pendahuluan	37
3.4.2 Pengambilan Sampel Makrozoobentos	39
3.4.3 Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia	40

3.5 Analisis Data.....	41
3.5.1 Identifikasi Makrozoobentos	41
3.5.2 Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener	42
3.5.3 Indeks Dominansi (D)	42
3.5.4 Analisis Korelasi	42
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Identifikasi Genus Makrozoobentos	44
1. Spesimen 1	44
2. Spesimen 2	45
3. Spesimen 3	47
4. Spesimen 4	48
5. Spesimen 5	50
6. Spesimen 6	51
7. Spesimen 7	53
8. Spesimen 8	54
9. Spesimen 9	56
10. Spesimen 10	57
4.2 Indeks Keanekaragaman dan Indeks Dominansi Makrozoobentos	63
4.3 Parameter Fisika-Kimia Air	68
4.4 Nilai Korelasi Keanekaragaman Makrozoobentos Dengan Parameter Fisika-Kimia Sungai	75
BAB V. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran	84
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN.....	96

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Baku Mutu Air Sungai Berdasarkan PP Indonesia. 22 Tahun 2021.....	20
3.1 Titik Koordinat Stasiun di Sungai Konto	37
3.2 Nilai Koefisien Indeks Keanekaragaman	42
3.3 Nilai Koefisien Indeks Dominansi.....	42
3.4 Nilai Koefisien Korelasi	43
4.1 Tabel Jumlah Makrozoobentos.....	56
4.2 Nilai Indeks Keanekaragaman (H') dan Indeks Dominansi	64
4.3 Nilai Parameter Fisika-Kimia Sungai Konto	68
4.4 Nilai korelasi indeks keanekaragaman makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia air sungai.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Gambar Kondisi Lokasi Penelitian	22
2.2. Kelompok Utama Makrozoobentos	24
2.3. Ephemeroptera	26
2.4. Odonata.	27
2.5. Plecoptera	28
2.6. Trichoptera	29
2.7. Coleoptera	29
2.8. Diptera	30
2.9. Tubellaria	32
3.1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel Makrozoobentos	38
3.2. Foto Lokasi Penelitian.....	39
3.3. Titik Pengambilan Sampel Makrozoobentos.	40
4.1 Spesimen 1	44
4.2 Spesimen 2	46
4.3 Spesimen 3	47
4.4 Spesimen 4	49
4.5 Spesimen 5	50
4.6 Spesimen 6	52
4.7 Spesimen 7	53
4.8 Spesimen 8	55
4.9 Spesimen 9	56
4.10 Spesimen 10	57
4.11 Kondisi Sekitar Stasiun II	67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan bahan	96
2. Tabel jumlah makrozoobentos	97
3. Indeks Keanekaragaman dan Dominansi menggunakan PAST 4.17.....	97
4. Tabel pengukuran parameter fisika-kimia	98
5. Perhitungan korelasi menggunakan PAST 4.17.....	100
6. Perhitungan uji T menggunakan PAST 4.17.....	101
7. Dokumentasi penelitian.....	102
8. Pengukuran parameter fisika-kimia Jasa Tirta.....	103

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air menyediakan manfaat besar yang mendukung berbagai kebutuhan hidup, termasuk kebutuhan rumah tangga seperti air minum dan kebersihan, serta kebutuhan industri, pertanian, dan pembangkit energi. Namun, disisi lain, air juga memiliki potensi untuk menimbulkan dampak negatif jika tidak dikelola dengan baik, seperti banjir, erosi, dan pencemaran (Maryunani, 2018). Salah satu ekosistem air yang banyak dimanfaatkan adalah sungai. Sungai berperan penting dalam kehidupan semua makhluk hidup karena menyediakan habitat bagi berbagai biota perairan seperti udang, ikan, dan kepiting. Selain itu, sungai juga memiliki berbagai fungsi penting bagi manusia yaitu menyediakan air bersih yang digunakan untuk mandi, mencuci, dan memenuhi berbagai kebutuhan domestik lainnya.

Kualitas air sungai sangat mempengaruhi kelangsungan hidup biota yang ada di dalamnya serta manusia yang memanfaatkannya. Aktivitas masyarakat yang terjadi di bantaran sungai, seperti pembuangan limbah pabrik dan kotoran hewan ternak, seringkali menjadi penyebab utama penurunan kualitas air sungai. Penurunan kualitas air ini tidak hanya berdampak pada ekosistem sungai, tetapi juga dapat mengganggu kesehatan dan kesejahteraan masyarakat yang tinggal di sekitar sungai (Rachman *et al.*, 2016). Oleh karena itu, menjaga kualitas air sungai menjadi sangat penting untuk memastikan ekosistem sungai tetap sehat dan fungsi sungai bagi kehidupan manusia dapat terus berjalan dengan baik.

Salah satu kelompok hewan yang paling dominan di sungai adalah kelompok invertebrata, dimana invertebrata yang paling banyak adalah bentos. Bentos merupakan kumpulan organisme yang hidup di dasar perairan, baik dengan cara menempel pada substrat maupun beristirahat di atas sedimen dasar. Adanya keanekaragaman biota ini juga terdapat dalam Al-Qur'an Surat Al-Fathir ayat 28 yang berbunyi:

وَمِنَ النَّاسِ وَالْدَّوَابِّ وَالْأَنْعَامِ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ كَذَلِكَ ۚ إِنَّمَا يَخْشَى اللَّهَ مِنْ عِبَادِهِ الْعُلَمَاءُ ۚ إِنَّ اللَّهَ عَزِيزٌ غَفُورٌ ۝

Artinya: “Dan (demikian pula) di antara manusia, makhluk bergerak yang bernyawa, dan hewan-hewan ternak ada yang bermacam-macam warnanya (dan jenisnya). Di antara hamba-hamba Allah yang takut kepada-Nya, hanyalah para ulama. Sesungguhnya Allah Maha Perkasa lagi Maha Pengampun”. (Q.S. Al-Fathir [35]: 28).

Menurut Tafsir Wajiz, Allah telah menciptakan berbagai makhluk hidup dengan karakteristik yang beragam. Contoh yang diberikan dalam ayat ini mencakup ular yang melata, serta hewan ternak seperti ayam dan kambing, yang memiliki berbagai warna dan jenis. Pada penggalan ayat “*alwânuhû kadzâlik(a)*” menurut Tafsir Tahlili (Kemenag, 2011) menjelaskan bahwa Allah menciptakan hewan yang bermacam-macam warnanya sekalipun dari jenis yang satu, bahkan ada binatang yang satu, tetapi memiliki warna yang berbeda-beda. Keragaman ini juga ditemukan dalam buah-buahan dan gunung-gunung yang berbeda-beda bentuk, warna, dan ukuran. Ayat ini dapat menunjukkan bahwa kekuasaan Allah lah yang mampu menciptakan makhluk hidup dan alam dengan variasi yang begitu luas.

Ayat ini juga menegaskan dua sifat Allah yang penting, yaitu Dia adalah Maha Perkasa (Al-Aziz), yang berarti memiliki kekuatan dan kekuasaan mutlak

atas segala sesuatu, dan Maha Pengampun (Al-Ghafur), yang berarti selalu siap mengampuni dosa-dosa hamba-Nya yang bertobat dengan sungguh-sungguh. Meskipun Allah memiliki kekuatan untuk menghukum, Dia juga penuh kasih sayang dan memberikan kesempatan kepada manusia untuk bertaubat dan memperoleh ampunan.

Allah SWT menciptakan semua makhluk hidup yang memiliki bentuk berbeda-beda termasuk hewan untuk keseimbangan alam itu sendiri dan dapat diambil manfaatnya untuk kebutuhan hidup manusia, salah satunya yaitu organisme air seperti makrozoobentos. Makrozoobentos merupakan salah satu jenis dari bentos, dimana bentos merupakan kelompok organisme yang hidup dibagian dasar perairan (Bentik), berdasarkan jenisnya bentos dibagi menjadi dua yaitu fitobentos dan zoobentos. Fitobentos adalah organisme bentik fotosintetik yang bersifat tumbuhan sedangkan Zoobentos adalah organisme hewan (Komala, 2023). Lalu Zoobentos dibagi menjadi dua berdasarkan ukurannya yaitu mikrozoobentos dan makrozoobentos (Purba, 2022).

Menurut Sarah *et al.* (2020), Makrozoobentos merupakan hewan bentos yang berukuran 1,0 mm atau lebih, dan setiap spesiesnya memiliki batas ukuran yang berbeda-beda. Penelitian ini menggunakan faktor biotik berupa makrozoobentos karena organisme ini cenderung menetap di satu lokasi serta memiliki sensitivitas yang berbeda-beda serta respon yang cepat terhadap perubahan kualitas lingkungan, sehingga organisme ini sangat berguna sebagai indikator kualitas lingkungan perairan (Widhiandari *et al.*, 2021). Fungsi utama dari makrozoobentos adalah organisme yang berperan penting dalam ekosistem air tawar seperti

dekomposisi material organik serta dapat dijadikan sebagai indikator kualitas perairan (Purba, 2022).

Pengaruh perubahan lingkungan dapat dilihat berdasarkan komposisi, kelimpahan, dominansi dan keanekaragamannya. Faktor lingkungan, sangat mempengaruhi kelangsungan hidup makrozoobentos, termasuk faktor biotik seperti ketersediaan makanan, serta faktor abiotik seperti parameter fisika-kimia dan jenis substrat dasar pada sungai. Semua faktor ini menentukan seberapa sehat dan cocoknya suatu habitat perairan untuk kehidupan makrozoobentos (Tarigan, 2019).

Kecamatan Pujon merupakan salah satu kecamatan yang ada di kabupaten malang yang dimana menurut Profil PemKab Malang, 2023 memiliki ketinggian rata-raa 1.299 mdpl, dimana terletak didataran tinggi yang memiliki luas wilayah sekitar 38,68 km². Hasil utama dari mata pencaharian masyarakat disana antara lain yaitu sayur-sayuran, buah-buahan, dan susu sapi. Kecamatan pujon merupakan wilayah yang memiliki iklim yang sejuk dan menjadi tujuan wisata, seperti air terjun Coban Rondo, Taman Kemesraan dan masih banyak lagi. Salah satu sungai yang mengalir kecamatan pujon tepatnya di Desa Sukomulyo dan Bendosari adalah Sungai Konto. Sumber dari Sungai Konto berasal dari pegunungan Argowayang-Anjasmoro dan bermuara di Bendungan Selorejo.

Sungai Konto merupakan anak sungai Brantas dimana di sekitar aliran Sungai Konto terdapat banyak kegiatan masyarakat sekitar seperti sektor pertanian, perkebunan, peternakan, dan lain-lainnya, sehingga sungai ini sering dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk mengairi pertanian, sebagai tempat wisata, dan masih banyak lagi. Dengan adanya bahan organik dan bahan anorganik terlarut

yang masuk kedalam aliran Sungai Konto dapat mengakibatkan permasalahan yang serius yaitu pencemaran perairan yang dapat mempengaruhi kehidupan biota perairan, salah satunya adalah makrozoobentos (Ananta & Harahap, 2022).

Penelitian mengenai keanekaragaman makrozoobentos di sungai telah banyak dilakukan, seperti pada penelitian Harahap (2022) tentang keanekaragaman makrozoobentos di Sungai Aek Buru Kota Labuhan Batu Utara. Pada penelitian ini peneliti menemukan 9 Famili makrozoobentos yaitu *Hydropsychidae*, *Polycentropodidae*, *Heptageniidae*, *Ephemerellidae*, *Baetidae*, *Limoniidae*, *Euphaeidae*, *Corydalidae*, *Dugesiiidae*. Dalam penelitian ini dari keanekaragaman makrozoobentosnya menunjukkan bahwa kondisi perairan ini masih baik dengan indeks keanekaragaman berkisar 0,367-0,602. Penelitian lainnya dilakukan oleh Puspitasari *et al.* (2023) tentang keanekaragaman makrozoobentos di Sungai Logawa Jawa Tengah, dimana keanekaragaman makrozoobentos di sungai ini memiliki kategori sedang hingga rendah dengan nilai indeks keanekaragaman 0,62-1,89. Hal ini dikarenakan adanya perubahan parameter fisika-kimia sungai yang disebabkan oleh aktivitas masyarakat disekitarnya seperti penambangan pasir dan limpasan limbah rumah tangga, sehingga dapat mempengaruhi kehidupan dari makrozoobentos, parameter tersebut meliputi suhu, kecepatan arus, pH, DO, dan COD. Hubungan korelasi antara parameter fisika-kimia di perairan Sungai Logawa dengan keanekaragaman makrozoobentos juga menunjukkan kategori sedang hingga kuat, sehingga keanekaragaman makrozoobentos menjadi rendah.

Penelitian ini dilakukan di Sungai Konto tepatnya di Desa Sukomulyo, Bendosari, dan Desa Wiyurejo, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. Penelitian

makrozoobentos pada Sungai Konto tepatnya di ketiga desa tersebut dilakukan karena pada daerah tersebut sungai ini menjadi salah satu kebutuhan utama bagi masyarakat sekitar termasuk masyarakat Kecamatan Pujon seperti pengairan untuk pertanian, dan masih banyak lagi. Sehingga penelitian ini digunakan untuk mengetahui dan memberikan informasi bagaimana kualitas air pada Sungai Konto dengan cara mengetahui keanekaragaman serta hubungan antara parameter fisika-kimia air dengan makrozoobentos di Sungai Konto tepatnya di Desa Sukomulyo, Bendosari, dan Wiyurejo, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. Analisis data dari penelitian ini yaitu dilakukan dengan menghitung Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H') karena untuk mengkarakterisasi kumpulan data kelimpahan dan jumlah spesies yang ada dalam suatu komunitas ke dalam angka tunggal yaitu indeks keanekaragaman (Thukral *et al.*, 2019). Selanjutnya menggunakan Indeks Dominansi (D) karena dapat menggambarkan dominansi suatu organisme biotik dalam suatu komunitas ekologi (Latuconsina, 2021) dan analisis korelasi antara parameter fisika-kimia dengan keanekaragaman makrozoobentos untuk mengetahui ada dan tidaknya hubungan antara keduanya. Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan para pembaca untuk dapat menjaga kelestarian dari sungai agar kualitas airnya tetap terjaga karena sungai sangat penting bagi semua makhluk hidup.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa saja genus yang ditemukan di Sungai Konto, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang?

2. Berapa nilai indeks keanekaragaman dan indeks dominansi makrozoobentos di Sungai Konto, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang?
3. Berapa nilai parameter fisika dan kimia di Sungai Konto, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang?
4. Bagaimana hasil analisis korelasi antara jumlah individu makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia di Sungai Konto, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilaksanakan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui genus yang ditemukan dan morfologinya yang diidentifikasi di Sungai Konto, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang.
2. Untuk mengetahui indeks keanekaragaman dan indeks dominansi makrozoobentos di Sungai Konto, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang.
3. Untuk mengetahui parameter fisika dan kimia di Sungai Konto, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang.
4. Untuk mengetahui hasil analisis korelasi antara jumlah individu makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia di Sungai Konto, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dilaksanakannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk memberikan informasi kepada masyarakat sekitar tentang kualitas air dari Sungai Konto tepatnya di Desa Sukomulyo, Bendosari, dan Desa Wiyurejo, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang.

2. Untuk menambah informasi kepada masyarakat dan peneliti tentang kondisi sungai yang diteliti.
3. Untuk memberikan pemahaman kepada peneliti dan masyarakat tentang ekosistem sungai dan keanekaragaman hayati melalui makrozoobentos.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Objek yang digunakan adalah makrozoobentos yang ditangkap menggunakan jaring surber dengan ukuran 30x30 cm.
2. Identifikasi spesimen makrozoobentos dilakukan berdasarkan pengamatan morfologi hingga tingkat genus menggunakan literatur buku dan jurnal.
3. Parameter fisika dan kimia yang diukur berupa pH, suhu, TDS, TSS, DO, BOD, dan COD.
4. Analisis data yang dihitung adalah Indeks keanekaragaman Shannon wiener (H'), Indeks Dominansi (D), dan analisis korelasi keanekaragaman makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia menggunakan PAST 4.17.
5. Penelitian dilakukan di Sungai Konto tepatnya di Desa Sukomulyo, Bendosari, dan Desa Wiyurejo, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang yang dilaksanakan pada bulan Februari 2025.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sungai

2.1.1 Definisi dan Klasifikasi Sungai

Sungai didefinisikan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 2021 sebagai aliran atau tampungan air yang terbentuk alami maupun buatan berupa jaringan pengairan serta airnya, diawali dari hulu hingga muara, tepi kanan dan kirinya dibatasi dengan garis sempadan. Sungai merupakan aliran air tawar alami yang bergerak dari daerah yang lebih tinggi menuju daerah yang lebih rendah, dengan tujuan akhirnya biasanya ke laut, danau, atau sungai yang lebih besar. Permadi (2015) menjelaskan bahwa arus air di hulu sungai yang biasanya berada di pegunungan, umumnya lebih kuat dibandingkan dengan arus di hilir. Aliran sungai sering kali berkelok-kelok akibat proses erosi dan pengendapan yang terjadi sepanjang alirannya (Zulyanti *et al.*, 2022). Menurut Latuamury (2020) Sungai adalah sumber air yang penting sebagai elemen alami dan integritas ekologis yang sangat diperlukan untuk kehidupan manusia. Dalam konteks alaminya, sungai memiliki geomorfologi yang kompleks, menciptakan variasi bentuk dan fungsi, serta menyediakan habitat yang beragam bagi biota air, yang mengarah pada klasifikasi sungai (Likens, 2010).

Sungai pada umumnya digolongkan dalam beberapa bagian, awalnya dari sumber mata air yang mengalir ke anak sungai. Anak sungai kemudian bergabung membentuk aliran sungai utama, kemudian aliran air menuju ujung sungai tempat

menyatu dengan laut yang disebut muara. Menurut Latuamury (2020) sungai terbagi menjadi 3 berdasarkan daerahnya yaitu sebagai berikut:

1. Sungai hulu, yaitu bagian awal dari sebuah sungai yang terjauh dari muara dan biasanya terletak di pegunungan, dimana memiliki arus sungai yang deras, biasanya dijumpai dengan bentukan air terjun.
2. Sungai zona transisi (peralihan), yaitu sungai bagian tengah lanjutan dari bagian hulu yang memiliki aliran air yang tidak terlalu deras.
3. Sungai hilir, yaitu bagian sungai yang paling terakhir yang dimana alirannya akan menuju ke laut, memiliki arus yang tenang.

Klasifikasi sungai berdasarkan luas daerah aliran sungai dan lebar menurut Juwono & Subagiyo (2019) digolongkan sebagai berikut:

1. Sungai kecil, yaitu memiliki luas DAS (Daerah Aliran Sungai) $< 50 \text{ km}^2$,
2. Sungai sedang, yaitu memiliki luas DAS (Daerah Aliran Sungai) $50 \text{ km}^2 - 300 \text{ km}^2$
3. Sungai besar, yaitu memiliki luas DAS (Daerah Aliran Sungai) $\geq 300 \text{ km}^2$.

2.1.2 Pemanfaatan Sungai

Air yang tersedia di sungai adalah sumber kehidupan penting bagi manusia, terutama jika ekosistem sungai tersebut terjaga dengan baik, karena mendukung berbagai aktivitas manusia. Sungai dimanfaatkan oleh masyarakat untuk berbagai keperluan dan kegiatan, seperti pertanian, sumber mineral, rumah tangga, dan penggunaan lainnya (Abidin, 2018). Hal ini telah disebutkan dalam Firman Allah SWT pada Al quran Surat Az-Zumar ayat 21 yang berbunyi:

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنَابِيعَ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ يُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا مُخْتَلِفًا
أَلْوَانَهُ ثُمَّ يَهِيَجُ فَتَرَىٰ مِنْهُ مَصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهُ حُطَامًا ۚ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَذِكْرًا لِأُولَى الْأَلْبَابِ ●

Artinya: “*Tidakkah engkau memperhatikan bahwa Allah menurunkan air (hujan) dari langit, lalu Dia mengalirkannya menjadi sumber-sumber air di bumi. kemudian dengan air itu ditumbuhkan- Nya tanam-tanaman yang bermacam-macam warnanya, kemudian ia menjadi kering, engkau melihatnya kekuningkuningan, kemudian Dia menjadikannya hancur berderai. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat pelajaran bagi ululalbab*”. (Q.S. Az-Zumar [39]: 21).

Tafsir Tahlili (Kemenag, 2011) menjelaskan bahwa pada ayat di atas Allah telah menurunkan hujan, dan dengan air hujan itu Dia (Allah) menghidupkan tumbuh-tumbuhan dan makhluk lain melalui proses tertentu. Menurut Tafsir ilmi (Kemenag, 2010) dalam kenyataannya untuk tanaman atau tumbuhan bahkan seluruh makhluk hidup tidak dapat bertahan hidup pada air. Dalam penggalan ayat “*fa salakahû yanâbî‘a fil-ardli*” menurut Tafsir Ilmi air hujan yang turun ke bumi akan mengalir dipermukaan sebagai sungai ataupun menggenang seperti danau yang dapat dimanfaatkan untuk pengairan tanaman dan juga dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup lain, tanpa air seluruh makhluk hidup tidak dapat bertahan. Dalam hal ini dapat didefinisikan bahwa sungai sangat bermanfaat bagi makhluk hidup seperti pada contoh diatas, tetapi banyak dari manusia menyalah gunakan pemanfaatan sungai, sehingga dapat menimbulkan permasalahan bagi ekosistem sungai.

Sungai tidak hanya berperan sebagai aliran air, tetapi juga merupakan sumber penting mineral padat yang digunakan dalam konstruksi, seperti pasir dan kerikil. Aktivitas pengambilan pasir, yang dikenal sebagai penambangan pasir, mencakup pengambilan berbagai ukuran partikel agregat dari dasar sungai. Kegiatan ini memiliki dampak yang signifikan terhadap lingkungan, baik secara langsung

maupun tidak langsung. Dampak langsung biasanya terlihat pada terganggunya ekosistem, misalnya akibat tergesernya habitat di wilayah dataran banjir. Sementara itu, dampak tidak langsung berkaitan dengan perubahan karakter fisik sungai, seperti perubahan alur sungai, pola aliran air, serta sedimentasi yang pada akhirnya memengaruhi penyebaran habitat dan peran ekosistem secara keseluruhan (Koehnken *et al.*, 2020).

Lingkungan dan perilaku masyarakat saling mempengaruhi, kondisi lingkungan dapat membentuk perilaku masyarakat, dan sebaliknya, perilaku masyarakat juga mempengaruhi kondisi lingkungan. Namun, dengan bertambahnya jumlah penduduk, semakin berkurangnya daerah resapan air, dan semakin banyaknya pemukiman di sekitar sungai, kualitas air sungai cenderung menurun. Penurunan ini sering kali disebabkan oleh aktivitas masyarakat di pinggir sungai (Ajiansyah & Surdin, 2016), seperti penggunaan sungai sebagai tempat pembuangan limbah, baik dari rumah tangga maupun industri. Akibat dari penurunan kualitas air ini, air sungai bisa menjadi tidak layak untuk digunakan, dan jika tetap digunakan oleh masyarakat, bisa menimbulkan bahaya bagi kesehatan (Halder & Islam, 2015). Menurut data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 75% air sungai di Indonesia telah tercemar berat, terutama oleh limbah rumah tangga (Saputri & Arsi, 2019).

2.1.3 Parameter Fisika dan Kimia Sungai

Sungai sebagai sumber berlangsungnya kehidupan perlu diperhatikan parameter fisik dan kimia dari sungai tersebut. Parameter fisika pada air dapat berupa suhu, cahaya, warna, kekeruhan, kecerahan, total padatan suspensi (TSS), total padatan terlarut (TDS), dan salinitas air. Sedangkan parameter kimia pada air

sungai berupa pH, DO (*dissolved oxygen*), BOD, dan COD. Suhu badan air masih kurang dari lethal temperature yaitu 35-40 °C, maka dapat dikatakan suhu tersebut normal dan tidak akan membahayakan kehidupan organisme akuatik (Irwan *et al*, 2017).

Parameter fisika yang dapat diukur secara fisik akan mempengaruhi kehidupan organisme yang ada di sungai, antara lain:

a. Suhu

Suhu dapat didefinisikan sebagai ukuran panas atau dinginnya suatu perairan. Suhu suatu badan air dapat dipengaruhi oleh musim, ketinggian dari permukaan laut, sirkulasi udara, tutupan di sekitar aliran sungai, dan aliran serta kedalaman badan air. Perubahan suhu dapat mempengaruhi proses fisika, kimia berupa kelarutan gas seperti O_2 , CO_2 dan NH_4^+ yang pada saat tertentu akan mempengaruhi semua organisme akuatik (Gawad & Abdel-Aal, 2018). Menurut Sipayung & Poedjirahajoe (2021) suhu berperan sebagai pengatur proses metabolisme dan fungsi fisiologis organisme seperti makrozoobentos. Suhu secara tidak langsung berpengaruh terhadap kelarutan karbondioksida dan dapat mempengaruhi proses reproduksi dan penyebaran dari organisme sungai terutama makrozoobentos (Desinawati *et al.*, 2018). Suhu badan air dibawah 35-40°C dapat dikatakan normal dan tidak membahayakan kehidupan organisme akuatik (Irwan *et al.*, 2017).

b. *Total Dissolved Solid* (TDS)

Total Dissolved Solid (TDS) atau padatan terlarut total merupakan salah satu indikator fisika yang digunakan untuk mengukur jumlah zat terlarut dalam air. Pada perairan tawar, nilai TDS umumnya berada dalam kisaran 0–1000 mg/L (Setiawan *et al.*, 2023). TDS terdiri atas berbagai garam anorganik dan sebagian senyawa

organik yang terlarut dalam air. Menurut Ibrahim *et al.* (2020), fluktuasi kadar TDS dalam air biasanya disebabkan oleh limbah industri, intensitas curah hujan, atau pencampuran air laut ke dalam sistem air tawar yang dikenal sebagai intrusi. Sumber utama TDS dalam badan air berasal dari aktivitas pertanian, limbah rumah tangga, serta limbah industri. Beberapa senyawa organik yang menyumbang TDS juga bisa berasal dari proses pelapukan batuan dan pelarutan tanah. Zat-zat kimia tersebut dapat berbentuk kation, anion, molekul tunggal, maupun agregat molekul. Unsur-unsur kimia yang umum ditemukan di antaranya adalah kalsium, kalium, fosfat, nitrat, natrium, dan klorida. Menurut Evans & Kultz (2019), dampak peningkatan TDS pada organisme akuatik termasuk makrozoobentos bersifat multifaset, mencakup efek fisiologis seperti stres osmotik dan ketidakseimbangan ion, yang menguras energi vital organisme untuk pertumbuhan dan reproduksi (Yulianto *et al.*, 2023). Umumnya kadar TDS untuk kelangsungan hidup makrozoobentos memiliki kadar yang berbeda-beda, tetapi secara umum kadar TDS dalam rentang 28-729 ml/L dapat berkorelasi negatif dengan kekayaan taksa makroinvertebrata bentik (Adesakin *et al.*, 2023).

c. *Total Suspended Solid* (TSS)

TSS (*Total Suspended Solid*) merupakan zat yang tersuspensi, dimana biasanya terdiri dari zat organik dan anorganik yang melayang-layang dalam air, secara fisik zat ini dapat menjadi penyebab kekeruhan pada air (Rahardi *et al.*, 2021). Selain menjadi penyebab kekeruhan menurut Balfas & Citra (2024) TSS juga dapat mempengaruhi morfologi sungai dikarenakan adanya sedimen dan erosi yang menyebabkan sungai menjadi keruh dan pendangkalan yang disebabkan oleh

lumpur. Menurut Pamuji *et al.* (2015) TSS mempunyai pengaruh terhadap kesuburan perairan yang juga dapat mempengaruhi keberadaan dari organisme akuatik termasuk makrozoobentos. Baku mutu dari TSS (*Total Suspended Solid*) pada sungai menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yaitu sebesar 40-400 mg/l. Menurut Bilotta & Brazier (2008), partikel tersuspensi yang melimpah dapat menyumbat struktur penyaring, mengurangi kemampuan makrozoobentos untuk mendapatkan nutrisi yang cukup. Hal ini menyebabkan penurunan efisiensi makan, pertumbuhan terhambat, dan penurunan tingkat vitalitas, yang pada gilirannya memengaruhi kelangsungan hidup dan reproduksi. Menurut Culp *et al.*, (2011) untuk mendukung kehidupan organisme air termasuk makrozoobentos, memerlukan kandungan TSS <80 mg/L.

Sedangkan parameter kimia pada air sungai yang dapat diukur adalah sebagai berikut:

a. pH

pH merupakan nilai ukuran yang menggambarkan tingkat keasaman dan kebasaan. Perubahan pH dapat berdampak pada setiap organisme yang berkaitan langsung dengan air. Sebagian besar organisme akuatik akan sensitif terhadap perubahan pH, sedangkan kisaran konsentrasi pH yang optimal bagi organisme air termasuk makrozoobentos sekitar 7-8 (Sulaeman *et al.*, 2020). Semakin tinggi konsentrasi pH pada suatu perairan, maka kepadatan makrozoobentos akan semakin menurun, begitupun sebaliknya (Syahrial *et al.*, 2020). Tingkat nilai pH dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti CO₂, DO, dan cahaya matahari. Fluktuasi

nilai pH dapat dipengaruhi oleh pembuangan sampah organik dan sampah anorganik ke sungai (Hertika *et al.*, 2022). Perubahan pH dapat secara drastis mengubah konsentrasi dan bentuk bahan kimia beracun dalam air, selanjutnya akan memengaruhi toksisitasnya terhadap organisme akuatik. Peningkatan bahan beracun seperti konsentrasi logam terlarut dalam air menjadi lebih tinggi akan lebih mudah diserap oleh jaringan organisme, menjadikannya jauh lebih toksik bagi kehidupan akuatik termasuk makrozoobentos (Saalidong *et al.*, 2022).

b. *Dissolved Oxygen (DO)*

Kadar oksigen terlarut atau DO (*dissolved oxygen*) dalam air dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti suhu, keberadaan tumbuhan yang melakukan fotosintesis, serta kemampuan cahaya menembus air yang ditentukan oleh tingkat kedalaman dan kekeruhannya. Selain itu, aliran air, jumlah bahan organik yang mengalami dekomposisi, serta kekerasan air juga berperan penting. Faktor lingkungan lainnya yang turut memengaruhi konsentrasi DO meliputi keberadaan vegetasi air, tingkat pencemaran bahan organik, kepadatan fauna air, serta pola curah hujan (Dirisu *et al.*, 2018). Menurut Ibrahim *et al.* (2020), kadar DO minimal sebesar 2 mg/L sudah dianggap cukup untuk mendukung kehidupan organisme akuatik termasuk makrozoobentos. Oksigen terlarut ini sangat esensial bagi semua makhluk hidup di perairan untuk proses metabolisme, pertumbuhan, dan reproduksi. Namun, seiring bertambahnya kedalaman perairan, kandungan oksigen terlarut cenderung menurun (Hertika *et al.*, 2022).

c. *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Biological Oxygen Demand merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui jumlah bahan organik yang dapat terombak secara biologi dalam air. Nilai pengukuran BOD yang rendah menunjukkan bahwa hanya sedikit jumlah oksigen yang diperlukan untuk aktivitas bakteri aerobik perombak zat organik, yang berarti masih tersedia oksigen yang cukup untuk kehidupan biota air (Setyahartini *et al.*, 2024). Nilai BOD dapat dikatakan sebagai indikator oksigen terlarut dengan implikasi yang berpotensi berbahaya untuk keanekaragaman hayati yang ada di sungai (Ngatimin *et al.*, 2020). Peningkatan BOD seringkali terkait dengan pencemaran nutrien (seperti nitrat dan fosfat) yang memicu eutrofikasi, yaitu pertumbuhan alga yang berlebihan atau dikenal sebagai *algal bloom*. Apabila terjadi peningkatan alga yang diikuti oleh penipisan oksigen dan degradasi habitat dapat secara signifikan mengubah hubungan trofik dan ketersediaan serta kualitas sumber daya pangan bagi fauna benthik. Organisme yang bergantung pada sumber makanan spesifik atau habitat yang sehat akan terpengaruh, menyebabkan perubahan dalam struktur komunitas makrozoobentos (Xu *et al.*, 2022). Menurut Napitupulu *et al.* (2024) kadar BOD 1,01-3,49 mg/L sangat mendukung kehidupan makrozoobentos.

d. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan parameter kimia pada air yang menunjukkan ukuran dari zat organik yang dapat di oksidasi dengan sempurna secara kimia (Setyahartini *et al.*, 2024). COD dapat dikatakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk memecah zat organik secara kimiawi dengan mengubahnya menjadi CO₂ dan H₂O, dan dikatakan dalam mg/l. Apabila semakin tinggi COD maka

semakin tinggi pula pencemaran pada air tersebut (Hertika *et al.*, 2022). *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang tinggi menunjukkan beban signifikan materi organik dan anorganik yang dapat dioksidasi dalam air yang dapat menyebabkan penipisan cepat oksigen terlarut, menghasilkan kondisi hipoksia (oksigen rendah, biasanya <2-3 mg/L). Sehingga hal ini dapat mempengaruhi kehidupan organisme air termasuk makrozoobentos dimana sangat rentan terhadap penipisan oksigen karena mereka hidup di sedimen, yang secara alami cenderung memiliki tingkat oksigen lebih rendah daripada kolom air di atasnya (Kendzierska & Janas, 2024). Selain itu kondisi hipoksia/anoksia yang parah atau berkepanjangan bersifat mematikan bagi sebagian besar kehidupan akuatik, termasuk makrozoobentos, menyebabkan peristiwa kematian massal (Ge *et al.*, 2025). Menurut Hasbi *et al.* (2015) dalam penelitiannya, keberadaan makrozoobentos masih ditemukan hingga COD sekitar 38 mg/L, namun keanekaragamannya sangat rendah. Kadar COD yang baik untuk makrozoobentos dengan keanekaragaman tinggi yaitu dibawah 20 mg/L.

2.2 Baku Mutu Air Sungai

Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 mengatakan bahwa baku mutu air merupakan ukuran batasan atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang harus ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air. Adanya baku mutu air memberikan dampak yang signifikan dalam menjaga kualitas lingkungan dan membantu melindungi sumber daya air sehingga dapat dimanfaatkan oleh manusia dan makhluk hidup lainnya. Pengawasan standar baku mutu air sangat diperlukan karena hal ini dapat dengan mudah mendeteksi dan mengukur dampak yang akan dihasilkan oleh polutan atau

bahan pencemar dari kegiatan masyarakat sekitar yang masuk kedalam ekosistem air. Nursaini & Harahap (2022) menyatakan bahwa pemantauan kualitas air sangat penting karena hasil pemantauan dapat menunjukkan tingkat pencemaran air dan menunjukkan bagaimana kondisi ekosistem sungai yang berkaitan dengan parameter air seperti parameter fisika kimia air.

Pemantauan kualitas air sungai harus sesuai dengan baku mutu air yang telah ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Pada tabel 2.1 dapat dilihat nilai batas baku mutu air sungai sesuai dengan PP Indonesia. 22 tahun 2021. Klasifikasi baku mutu air menurut PP Indonesia. 22 tahun 2021 adalah sebagai berikut:

1. Kelas 1, air pada kategori ini layak digunakan sebagai sumber air baku untuk keperluan air minum, maupun untuk kebutuhan lain yang mengharuskan kualitas air setara dengan standar tersebut.
2. Kelas 2, air pada kelas ini cocok dimanfaatkan untuk kegiatan rekreasi berbasis air, budidaya ikan air tawar, peternakan, pengairan lahan pertanian, atau penggunaan lain yang membutuhkan kualitas air serupa.
3. Kelas 3, air dalam kelas ini dapat digunakan untuk budidaya ikan air tawar, peternakan, serta pengairan tanaman, termasuk juga peruntukan lain yang memerlukan mutu air dengan standar yang sama.
4. Kelas 4, air pada tingkat ini diperuntukkan bagi keperluan pengairan pertanian atau untuk tujuan lain yang menuntut kualitas air dengan persyaratan sejenis.

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Sungai Berdasarkan PP Indonesia. 22 Tahun 2021

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

Keterangan: Dev 3 adalah $\pm 3^{\circ}\text{C}$ dari suhu normal alami.

Banyak sungai Indonesia yang berperan penting, baik dari segi ekologi, sosial, maupun ekonomi (Sanusi *et al.*, 2022). Sungai besar seperti sungai Brantas mendukung kegiatan agraris, transportasi, dan energi, serta menjadi sumber penghidupan bagi masyarakat sekitarnya. Salah satu anak sungai Brantas yang terletak di Kabupaten Malang adalah Sungai Konto. Sungai Konto merupakan sungai yang terletak di Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang.

Keberadaan sungai ini memberikan manfaat bagi masyarakat setempat, seperti menjadi sumber irigasi utama untuk pertanian di Pujon, sehingga kualitas air sungai harus tetap dijaga. Dengan adanya pemantauan kualitas air sungai secara berkala dan rutin oleh masyarakat maka dapat dijadikan sebagai acuan untuk menanggulangi dampak negatif dan penurunan kualitas air sungai sehingga dapat menunjang kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya (Amrillah *et al.*, 2023).

2.3 Sungai Konto

Sungai Konto merupakan salah satu anak Sungai Brantas yang menjadi bagian dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas hulu (Putri & Rachmawati, 2016). Sungai ini memiliki peran penting secara ekologi dan ekonomi bagi masyarakat

Kabupaten Malang, terutama di Kecamatan Pujon dan sekitarnya. Sungai ini bersumber dari Pegunungan Argowayang hingga Anjasmoro, kawasan di Jawa Timur yang dikenal dengan kawasan hijau dan udara sejuk. Alirannya menuju barat laut, melewati dataran tinggi subur, serta menyediakan air untuk kebutuhan pertanian, peternakan seperti peternakan sapi perah dan kebutuhan rumah tangga masyarakat setempat. Sungai Konto menjadi sumber utama irigasi bagi desa-desa sekitarnya, yaitu untuk mendukung budidaya padi, jagung, dan sayuran dataran tinggi.

Sepanjang alirannya, Sungai Konto melewati daerah berbatu dan curam, sehingga sungai ini memiliki arus yang deras ketika musim hujan. Di musim kemarau, debit airnya tetap stabil, sehingga memudahkan irigasi. Sungai ini juga menjaga kesuburan tanah di bantaran, mengurangi risiko kekeringan, dan membantu mengontrol erosi di perbukitan. Selain fungsi ekologis dan ekonomis, Sungai Konto juga memiliki daya tarik wisata alam seperti rafting, dan disekitarnya juga terdapat destinasi wisata lainnya seperti Taman Merak, Taman Kemesraan dan masih banyak lagi.

Bagi masyarakat Pujon dan sekitarnya, Sungai Konto merupakan elemen vital kehidupan dan budaya. Upaya pelestarian terus dilakukan untuk menjaga kelestarian alirannya dari ancaman pencemaran dan penggundulan hutan di daerah hulu. Pengelolaan yang baik memastikan fungsi ekologis dan ekonomis Sungai Konto tetap terjaga, mendukung kesejahteraan masyarakat serta keberlanjutan lingkungan hingga ke muaranya di Sungai Brantas. Kondisi sekitar Sungai Konto dapat dilihat pada gambar 2.1.

Pengambilan sampel pertama dilakukan di Desa Sukomulyo, yang didominasi oleh aktivitas rumah tangga, dengan aktifitas lainnya yaitu wisata alam, dan pertanian. Sebagian besar limbah domestik yang masuk ke badan air di wilayah ini berasal dari Desa Ngabab, yang memiliki aktivitas utama berupa rumah tangga dan perdagangan. Pengambilan sampel kedua diambil di Desa Sukomulyo dan Desa Bendosari, dimana aktifitas masyarakat Desa Bendosari dominan tempat wisata dan pertanian. Sementara itu, stasiun 3 berada di Desa Wiyurejo, yang berbatasan langsung dengan Desa Bendosari. Aktivitas masyarakat di Wiyurejo meliputi rumah tangga, pertanian, dan perkebunan. Limbah dari Bendosari cenderung mengalir dan terakumulasi di wilayah ini.



Gambar 2.1 Gambar Kondisi Lokasi Penelitian (Dokumentasi pribadi, 2024)

2.4 Makrozoobentos

Makrozoobentos merupakan organisme yang memiliki tipe hidup sesil, merayap, maupun menggali lubang di substrat dasar perairan. Tempat hidup organisme ini dapat meliputi lumpur, pasir, batuan, pecahan karang, hingga karang mati. Berdasarkan posisinya Benthos dapat dibedakan menjadi infauna dan epifauna. Hewan infauna benthik adalah hewan yang hidup pada substrat lunak

dengan cara menggali lubang atau membuat terowongan, sedangkan hewan epifauna benthik adalah hewan yang hidup menempel pada substrat (Purba, 2022). Makrozoobentos termasuk golongan organisme bentos makroskopis yang memiliki ukuran tubuh sebesar 1,0 mm atau lebih. Menurut Kimku *et al.* (2024), sebagai organisme yang hidup di perairan, makrozoobentos memiliki kepekaan terhadap komposisi dan kelimpahannya. Kepekaan ini bergantung pada toleransi mereka terhadap perubahan lingkungan, sehingga makrozoobentos sering digunakan sebagai indikator tingkat pencemaran air. Makrozoobentos merupakan salah satu kelompok organisme yang tidak memiliki tulang belakang atau invertebrata yang dapat digunakan sebagai bioindikator kualitas air, karena ukurannya yang makro dan memiliki sensitivitas terhadap perubahan lingkungan sehingga dapat dengan mudah untuk diidentifikasi (Afifatur, 2022).

2.4.1 Klasifikasi Makrozoobentos

Makrozoobentos dikelompokkan berdasarkan kepekaannya terhadap polutan menurut Roziaty *et al.* (2017) adalah sebagai berikut:

1. Kelompok intoleran, yaitu memiliki kepekaan yang sangat tinggi terhadap perubahan suatu lingkungan, contohnya: Ephemeroptera, Trichoptera, dan Plecoptera
2. Kelompok fakultatif, yaitu kelompok benthos yang mampu hidup dengan toleransi sedang terhadap polutan, contohnya Odonata, beberapa Diptera (Tipulidae dan Rhagionidae), Pelecypoda.
3. Kelompok toleran, yaitu kelompok yang pada dasarnya mampu hidup di perairan yang tercemar berat dengan kepadatan yang tinggi, contohnya beberapa Diptera yaitu Tanypodinae dan Simuliidae, Hirudinae, Gastropoda.

Klasifikasi makrozoobentos berdasarkan taksonominya menurut Oscoz *et al.* (2011) dapat dibagi menjadi beberapa kelompok utama yaitu seperti pada gambar berikut:



Gambar 2.2. Kelompok Utama Makrozoobentos (Oscoz *et al.*, 2011). (a) dan (b) Oligochaeta, (c) Hirudinea, (d) Insecta, (e) Hydracarina, (f) Crustacea, (g) Mollusca, (h) Nematoda.

A. Oligochaeta

Oligochaeta merupakan salah satu kelas dalam filum *Annelida* yang tergolong sebagai makrozoobentos karena hidup di dasar perairan dan memiliki ukuran tubuh yang cukup besar untuk diamati tanpa bantuan alat optik. Spesies Oligochaeta yang hidup di air tawar umumnya memiliki panjang tubuh bervariasi antara 1 hingga 150 mm, dengan bentuk tubuh memanjang, simetris bilateral, dan terdiri atas banyak segmen. Ciri khas kelompok ini adalah adanya empat bundel rambut (*setae*) pada setiap segmen tubuh serta penebalan kelenjar pada individu dewasa. Oligochaeta berperan penting dalam proses bioturbasi, yakni pengadukan

sedimen yang terakumulasi di dasar danau dan sungai. Melalui aktivitas seperti menggali, bergerak, makan, bernapas, dan mengeluarkan sisa metabolisme, mereka memfasilitasi pertukaran fisik dan kimia antara lapisan sedimen dan kolom air (Oscor *et al.*, 2011). Beberapa famili Oligochaeta yang paling dikenal di antaranya adalah Naididae, Enchytraeidae, Haplotaxidae, Lumbriculidae dan Lumbricidae (Rufusova *et al.*, 2017).

B. Hirudinea

Hirudinea merupakan salah satu kelas dalam filum Annelida atau juga biasanya disebut sebagai subkelas dari kelas Clitellata dan Oligochaeta, dimana mereka memiliki ciri tubuh yang bersegmen yang berotot dan kontraktil serta memiliki alat penghisap di ujung posterior dan anteriornya (Oscor *et al.*, 2011). Organisme ini biasanya memiliki warna putih, abu-abu, coklat, hijau, dan lainlainnya. Tubuhnya berukuran 0,8 hingga 15 mm. Habitat dari kelompok ini biasanya berada di perairan air tawar (Thorp & Rogers, 2010). Terdapat beberapa jenis Hirudinea seperti Achaetobdella, Euhirudinea dan Hirudinida (Sket & Trontelj, 2008).

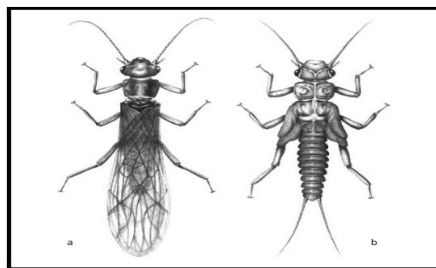
C. Insecta

Insecta merupakan salah satu kelas yang larvanya juga termasuk kedalam makrozoobentos, dimana terdapat beberapa larva dari insekta mendiami perairan tawar. Beberapa kelompok insekta tersebut adalah sebagai berikut:

a. Ephemeroptera

Ordo Ephemeroptera (lalat capung) merupakan salah satu serangga tertua yang terdiri dari sekitar 3.200 jenis. Nimfa kelompok ini menghuni perairan

mengalir tetapi terdapat pula kelompok yang lebih menyukai perairan tergenang. Siklus hidup dari lalat capung meliputi empat tahap yaitu telur, nimfa, sub imago, dan imago. Tubuh nimfanya memiliki bentuk yang berbeda-beda seperti pada gambar 2.3 (Rufusova *et al*, 2017). Ukuran tubuh nimfanya berkisar antara 2-30 mm (tidak termasuk ekor dan antena), lalat capung dewasa memiliki waktu yang singkat yaitu sekitar beberapa jam hingga hari untuk bereproduksi. Nimpfa lalat capung umumnya bergerak dengan merangkak di atas substrat, kebutuhan oksigen dari nimfa lalat capung bervariasi sehingga organisme ini dapat digunakan sebagai indikator suatu perairan (Thorp & Rogers, 2010).

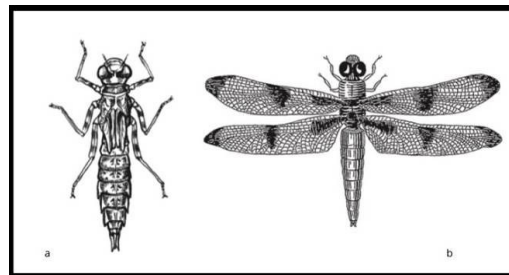


Gambar 2.3. Ephemeroptera (Rufusova *et al.*, 2017), (a) Larva, (b) Lalat capung dewasa.

b. Odonata

Ordo Odonata terdiri dari tiga subordo yakni seperti Anisoptera, Zygoptera, dan Anisozygoptera. Odonata adalah ordo serangga tua yang mengalami hemimetabola. Semua larvanya memiliki ciri modifikasi labium seperti topeng atau masker. Larvanya menangkap mangsa dengan topeng yang dapat diperpanjang, yang terlipat di bawah kepala dan dada (Rufusova *et al.*, 2017). Larva dari ordo yang telah disebutkan dapat dikatakan sebagai makrozoobentos karena memiliki ukuran yang dapat dilihat dengan mata telanjang, larva insecta umumnya berukuran

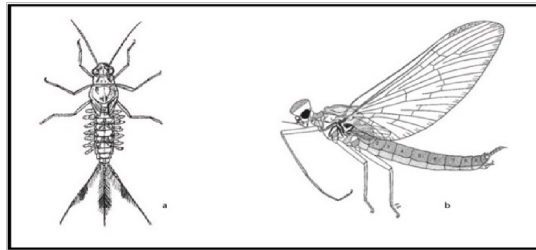
lebih besar dari 0,5 mm dimana termasuk kedalam kriteria ukuran dari makrozoobentos (Purba, 2022). Larva ini hidup didasar perairan, memiliki sifat yang relatif diam, dan sensitif terhadap perubahan lingkungan (Afriani, 2017). Gambar dari contoh larva Odonata dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Odonata (Rufusova *et al.*, 2017), (a) Larva, (b) Capung dewasa.

c. Plecoptera

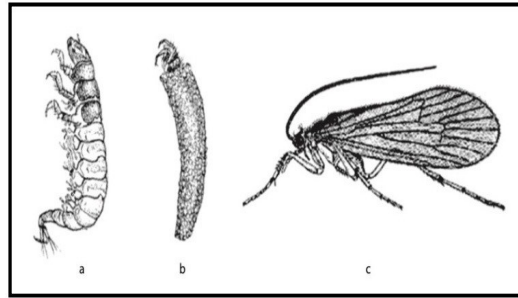
Ordo plecoptera (lalat batu) adalah ordo kecil serangga hemimetabola dengan jumlah kira-kira 3.500 spesies. Ordo ini tidak ditemukan di perairan tergenang. Lalat batu umumnya bukan penerbang yang kuat dan beberapa tanpa sayap. Larva dan dewasa memiliki pasangan cerci menonjol dari ujung perut, serta memiliki antena yang panjang seperti pada gambar 2.5. Persebaran mereka dominan ada di aliran pegunungan atau sub pegunungan serta tidak ada di perairan yang tergenang. Perkembangan larva Plecoptera memerlukan waktu 1-4 tahun. Kelompok ini juga dapat dijadikan sebagai indikator yang sangat baik untuk mengetahui aliran air (Rufusova *et al.*, 2017).



Gambar 2.5. Plecoptera (Rufusova *et al.*, 2017), (a) Serangga dewasa, (b) Larva.

d. Trichoptera

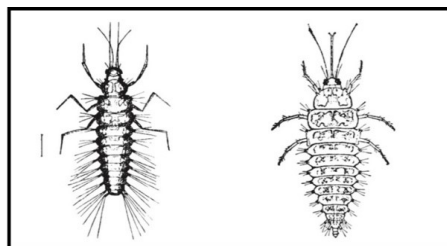
Ordo Trichoptera, yang dikenal juga sebagai lalat kadis, mencakup sekitar 15.000 spesies baik yang masih ada maupun yang telah punah. Serangga ini dapat ditemukan di hampir semua tipe perairan, baik yang mengalir maupun yang tergenang. Pada fase larva, mereka kerap membangun struktur mirip jaring seperti kepompong sebagai tempat perlindungan, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.6 (Oscoz *et al.*, 2011). Ujung tubuhnya memiliki kaki perut dengan cakar anal, yang merupakan bentuk adaptasi terhadap arus air yang deras (Rufusova *et al.*, 2017). Larva Trichoptera memiliki bentuk tubuh yang memanjang dan ramping, dengan ukuran berkisar antara 2 hingga 43 mm. Bagian kepala dan beberapa segmen toraksnya mengalami pengerasan (sklerotisasi) secara parsial maupun menyeluruh. Selain itu, lalat kadis juga sering dimanfaatkan sebagai indikator biologis untuk menilai kualitas dan kerusakan lingkungan perairan, karena sebagian besar spesiesnya hidup melimpah di perairan yang bersih (Thorp & Rogers, 2010).



Gambar 2.6. Trichoptera (Rufusova *et al.*, 2017). (a) Larva, (b) Jaring larva, (c) lalat dewasa

e. Coleoptera

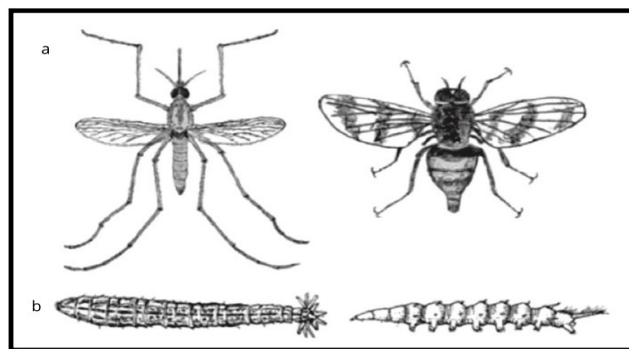
Coleoptera (kumbang air) merupakan salah satu ordo yang besar, terdapat sekitar 12.000 spesies akuatik di seluruh dunia (Rufusova *et al.*, 2017). Larvanya memiliki struktur tubuh yang sangat beragam, sebagian besar berbentuk panjang dan agak silindris seperti pada gambar 2.7, berbentuk pipih dan bulat, sehingga bentuk-bentuk ini dapat membantu mereka agar bertahan dengan arus sungai. Larva kumbang memiliki kapsul kepala yang sangat sklerotisasi dan memiliki antena yang biasanya terdiri dari 2-3 segmen. Panjang larva sangat bervariasi antar spesies, berkisar antara 2-70 mm. Kumbang air cenderung hidup di daerah dengan arus lambat hingga tenang (Thorp & Rogers, 2010).



Gambar 2.7. Coleoptera (Rufusova *et al.*, 2017). Morfologi tubuh larva.

f. Diptera

Diptera (lalat sejati) merupakan serangga holometabola yang memiliki tahapan hidupnya meliputi telur, larva, pupa, dan imago. Siklus hidupnya bersifat musiman arva hidup diberbagai tipe habitat dan dapat dijadikan sebagai kelompok indikator biologis terhadap penilaian ekosistem air tawar (Rufusova *et al.*, 2017). Larva diptera tidak memiliki kaki dada yang tersegmentasi, beberapa spesies memiliki kaki penggerak yang berdaging di dada atau di perut, kepala larva mungkin terbuka dan mengalami sklerotisasi. Dada dan perutnya biasanya terdapat pelat sklerotisasi yang tersebar dengan tubuhnya berbentuk tabung dan panjang seperti pada gambar 2.8. Panjang tubuhnya rata-rata 2-25 mm tetapi dapat mencapai 10 cm pada beberapa spesies tertentu (Thorp & Rogers, 2010).



Gambar 2.8. Diptera (Rufusova *et al.*, 2017). (a) Serangga dewasa, (b) Larva

D. Crustacea

Crustacea adalah kelompok invertebrata yang terdiri dari sekitar 67.000 spesies di seluruh dunia. Crustacea termasuk kedalam makrozoobentos karena memiliki habitat didasar perairan, serta memiliki sifat yang relatif diam. Contohnya seperti Decapoda, yaitu hidup dengan menggali lubang di dasar perairan untuk

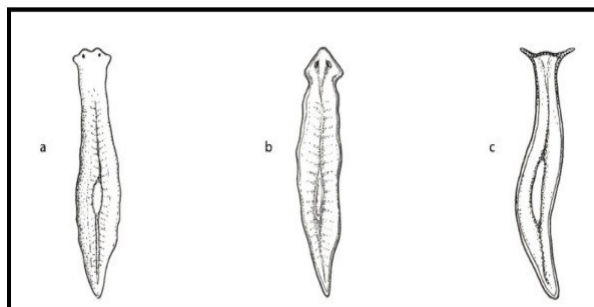
menghindari predator (Pratiwi, 2001). Tubuh dari Crustacea ini dibagi menjadi tiga bagian yaitu Cephalon, thorax, dan abdomen. Terdapat Crustacea yang dimana kepala (cephalon) dan dada (thorax) bersatu membentuk cephalothorax. Cirinya yang dapat dibedakan dari kelompok arthropoda yang lain yakni memiliki dua pasang antena seperti pada gambar 2.1 (f) yang berfungsi sebagai sensorik dan lebih dari empat pasang anggota badan biramous, dan memiliki eksoskeleton yang akan berganti ketika tumbuh (Rufusova *et al.*, 2017). Cephalothorax dilindungi oleh kulit keras yang disebut karapas dan 5 pasang kaki yang terdiri dari 1 pasang penjepit dan 4 kaki berjalan (Ikhwan, 2024).

E. Mollusca

Mollusca merupakan filum dengan kelompok hewan yang bersifat triploblastik somata dan bertubuh lunak serta multiseluler. Mollusca termasuk dalam hewan yang lunak baik yang dengan cangkang ataupun tanpa cangkang. Seperti contohnya dari jenis kerang-kerangan, siput dan lain sebagainya seperti pada gambar 2.1. Filum ini memiliki tubuh yang simetri bilateral dimana tidak memiliki tulang belakang (invertebrata), dapat hidup di air maupun di darat. Tubuhnya terdiri atas kaki muscular, massa viseral, dan mineral dengan bentuk kepala yang beragam. Hewan ini memiliki radula atau lidahnya bergigi. Kaki Mollusca berfungsi untuk bergerak, merayap, dan menggali substrat, sebagian Mollusca yang tidak memiliki kaki, yaitu memiliki tentakel yang berfungsi untuk menangkap mangsa (Nasution *et al.*, 2024). Mollusca termasuk kedalam kelompok makrozoobentos karena memiliki habitat didasar perairan seperti Bivalvia dan Gastropoda yang dimana sering ditemukan pada substrat perairan dan relatif diam (Nadaa *et al.*, 2021).

F. Tubellaria

Tubellaria merupakan hewan yang memiliki bentuk tubuh yang pipih dan simetris bilateral. Sebagian besar habitatnya berada di laut, namun terdapat pula yang menghuni perairan tawar dan habitat darat beriklim sedang dan tropis, seperti beberapa famili yaitu Planariidae, Dendrocoelidae, dan Dugesiidae (Rufusova *et al.*, 2017). Tubellaria merupakan jenis cacing pipih yang tidak bersegmen seperti pada gambar 2.9. Semua spesies tidak memiliki kerangka yang keras, tubuhnya memiliki bentuk yang memanjang dengan penampang bervariasi dari datar hingga silindris dengan kedua ujung tubuhnya meruncing. Memiliki warna yang bervariasi dan hampir tidak berwarna hingga berwarna hitam (Thorp & Rogers, 2010).



Gambar 2.9. Tubellaria (Rufusova *et al.*, 2017). (a) Dendrocoelidae, (b) Dugesiidae, (c) Planariidae.

2.4.2 Habitat dan Peran Makrozoobentos

Habitat yang berarus deras dan berbatu memiliki vegetasi tepi sungai serta nutrisi atau masukan partikel organik seperti sobekan daun serta materi terlarut lainnya. Keadaan ini menimbulkan jenis makrozoobentos ditemukan dalam jumlah tinggi. Komunitas makrozoobentos diprediksikan tidak terlalu menyukai kondisi habitat dengan substrat dasar berpasir lembut dan cukup berlumpur (Oktarina & Syamsudin, 2017). Makrozoobentos mempunyai kontribusi yang sangat penting

dalam fungsi ekosistem, daur material organik, serta proses mineralisasi pada endapan perairan. Selain itu juga berkontribusi pada perpindahan energi dalam rantai makanan (Sharma *et al.*, 2013). Keberadaan grazer sangat penting dalam rantai makanan, karena menunjang makrozoobentos lainnya yang pola mencari makanannya collector (pengumpul). Makhluk hidup atau sekumpulan makhluk hidup yang keberadaannya mampu menjelaskan keadaan suatu lingkungan disebut bioindikator. EPT merupakan singkatan dari ordo Ephemeroptera, Plecoptera, dan Trichoptera yang dapat dipakai untuk menilai status perairan. Makroinvertebrata EPT sangat peka untuk merespon perubahan keadaan ekosistem sungai. Ordo tersebut bisa bertahan dalam keadaan perairan yang sehat dan bebas cemaran. Pencemaran yang masuk ke perairan, meskipun hanya sedikit, mampu menyebabkan populasi EPT berkurang (Firdhausi, 2019).

2.5 Keanekaragaman

Perhitungan Indeks keanekaragaman merupakan alat utama yang digunakan untuk karakteristik kuantitatif statistik komunitas. Hal ini dapat membantu dalam penilaian fitur ekologi dan biologis lingkungan melalui struktur komunitas. Perubahan keanekaragaman habitat yang disebabkan oleh kekuatan alogenik dan polutan dapat dinilai dengan menggunakan indeks keanekaragaman. Dengan begitu indeks keanekaragaman berfungsi untuk mengkarakterisasi kumpulan data kelimpahan dan jumlah spesies yang ada dalam suatu komunitas ke dalam angka tunggal yaitu indeks keanekaragaman (Thukral *et al.*, 2019).

Keanekaragaman mencakup dua aspek penting, yaitu jumlah spesies dalam suatu komunitas dan kelimpahan setiap spesies tersebut. Apabila jumlah spesies

sedikit dan variasi antar spesies rendah atau terdapat spesies tertentu yang memiliki jumlah jauh lebih banyak atau dominan maka tingkat keanekaragaman ekosistem tersebut rendah. Namun sebaliknya, apabila jumlah spesies banyak, variasi kelimpahannya tinggi serta tidak ada spesies yang mendominasi maka keanekaragaman ekosistem menjadi tinggi (Tis'in, 2017). Menurut Thukral *et al.* (2019) keanekaragaman dapat dikategorikan menjadi 3 tingkatan yaitu keanekaragaman alfa (α), yaitu menunjukkan kekayaan spesies pada tingkat komunitas individu, keanekaragaman beta (β), yaitu menunjukkan tingkat pergantian spesies, dan keanekaragaman gama (γ), yaitu mewakili jumlah spesies di beberapa komunitas yang bersebelahan dan pada tingkat lanskap.

Keanekaragaman suatu biota air dapat ditentukan dengan menggunakan Indeks Shannon Wiener (H'). Menurut Azizi *et al.* (2021) selain menggambarkan keanekaragaman, Indeks Shannon Wiener (H') juga dapat menggambarkan produktivitas ekosistem, tekanan pada ekosistem, dan kestabilan ekosistem. Menurut Koesoebiono (1987) dalam Fachrul (2007) rumus Indeks Shannon Wiener (H') adalah sebagai berikut:

$$H = - \sum_{i=1}^s P_i \ln p_i$$

Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener dilambangkan dengan H' menggunakan p_i untuk menyatakan proporsi jumlah individu jenis ke- i , n_i untuk jumlah individu dari jenis ke- i dan N untuk total jumlah seluruh individu dari semua jenis makrozoobentos yang ditemukan pada setiap stasiun. Kriteria nilai tertentu dari Indeks keanekaragaman Shannon Wiener yaitu apabila $H' < 1$ dapat diartikan

keanekaragaman rendah dengan jumlah individu tidak seragam dan terdapat dominansi, $1 \leq H' \leq 3$ dapat diartikan keanekaragaman sedang dengan jumlah individu per spesies yang tidak seragam namun tanpa dominansi, sedangkan $H' > 3$ dapat diartikan keanekaragaman tinggi dengan jumlah individu per spesies seragam dan tanpa dominansi (Lilis *et al.*, 2019).

Keanekaragaman pada dasarnya dapat dipelajari karena dua karakteristik terpenting yaitu dominansi dan keanekaragaman. Indeks Dominansi memberikan gambaran tentang dominansi suatu organisme biotik dalam suatu komunitas ekologi. Indeks ini menjelaskan suatu spesies yang memiliki jumlah lebih banyak dari spesies lainnya yang didapat dilokasi pengambilan data (Latuconsina, 2021). Indeks Dominansi memiliki nilai kritis yaitu apabila nilai $< 0,5$ menandakan tidak ada jenis yang mendominasi, sedangkan apabila $0,5-1$ menandakan adanya jenis tertentu yang mendominasi (Desinawati *et al.*, 2018). Perhitungan indeks dominansi berdasarkan rumus indeks simpson menurut Odum (1993) dalam Fachrul (2007) adalah sebagai berikut:

$$D = \sum \left(\frac{N_i}{N} \right)^2$$

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif dengan pendekatan metode eksplorasi. Hasil penelitian yang dipaparkan secara membandingkan dengan literatur tentang morfologi serta menghitung jumlah makrozoobentos serta analisis parameter fisika-kimia, sedangkan analisis kuantitatif meliputi indeks keanekaragaman, dominansi, dan nilai korelasi keanekaragaman makrozoobentos menggunakan software PAST 4.17 dengan parameter fisika-kimia air pada setiap stasiun di lokasi penelitian.

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di kecamatan pujon, yaitu pada Sungai Konto, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang, Jawa Timur sebagai lokasi pengambilan sampel makrozoobentos dan parameter air. Penelitian dilakukan pada bulan Oktober tahun 2024 hingga bulan Februari tahun 2025. Identifikasi struktur morfologi makrozoobentos dilaksanakan di Laboratorium Optik, Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan uji parameter kimia dianalisis di Laboratorium Lingkungan Perum Jasa Tirta Malang. Populasi pada penelitian ini adalah seluruh makrozoobentos yang terdapat di substrat berpasir di Sungai Konto, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang, Jawa Timur.

3.3 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah jaring surber, botol vial, nampan, pinset, kuas, pH meter, TDS meter, mikroskop stereo, kamera, alat tulis, dan buku identifikasi. Bahan yang digunakan adalah sampel makrozoobentos, sampel air sungai dan alkohol 70%.

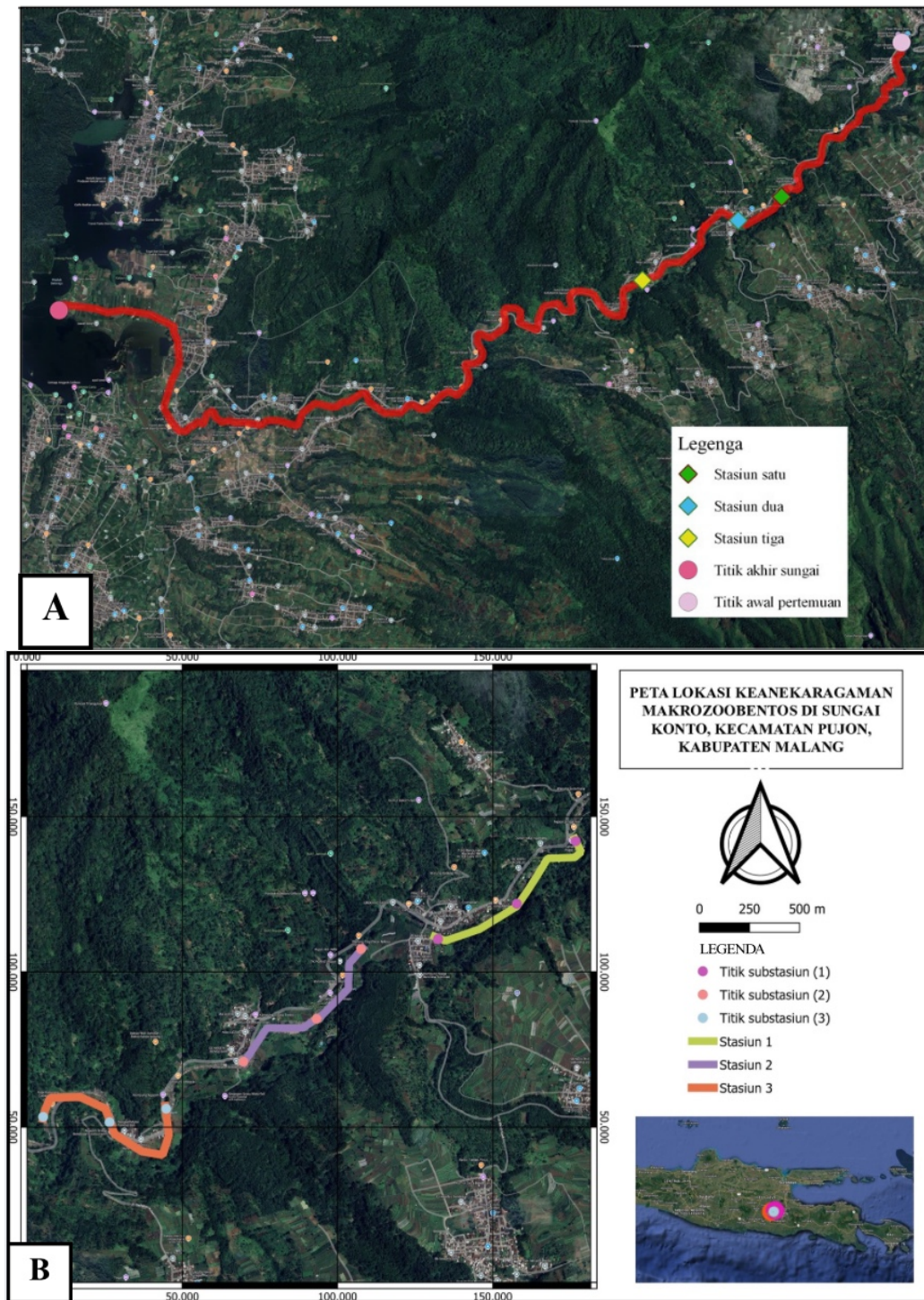
3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan untuk menentukan lokasi stasiun penelitian. Metode yang digunakan dalam penentuan stasiun penelitian adalah metode *Purposive Sampling*. *Purposive sampling* merupakan teknik pengambilan sampel dengan memperhatikan pertimbangan-pertimbangan tertentu oleh peneliti, yaitu kondisi lingkungan sekitar stasiun, aktivitas masyarakat, dan lokasi perairan. Deskripsi kondisi stasiun dapat dilihat pada tabel 3.1, peta lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1, dan peta lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 3.2.

Tabel 3.1 Titik Koordinat Stasiun di Sungai Konto

Stasiun	Titik Koordinat	Deskripsi Stasiun Sungai Konto
I	7°51'20"S 112°26'20"E	Kawasan rumah tangga (Desa Sukomulyo)
II	7°51'33"S 112°25'46"E	Kawasan wisata alam (Desa Sukomulyo dan Bendosari)
III	7°51'58"S 112°25'15"E	Kawasan pertanian dan perkebunan (Desa Bendosari dan Wiyurejo)



Gambar 3.1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel Makrozoobentos. (Desain Pribadi, 2025). (A) Peta Sungai Konto keseluruhan, (B) Stasiun pengamatan Sungai Konto, Kecamatan Pujon (Desa Sukomulyo, Bendosari, dan Wiyurejo).

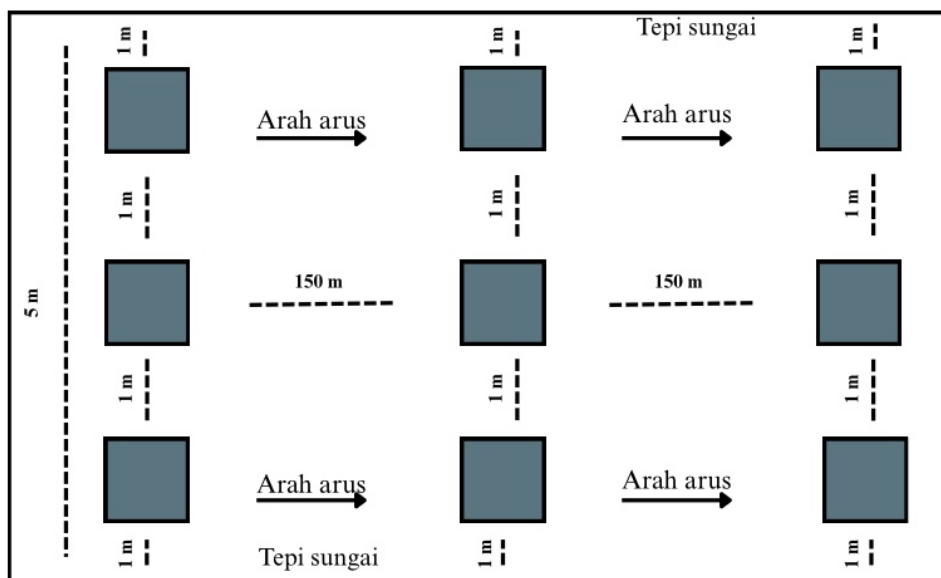


Gambar 3.2. Foto Lokasi Penelitian (Dokumen pribadi, 2024). (A) Stasiun 1 (B) Stasiun 2, (C) Stasiun 3.

3.4.2 Pengambilan Sampel Makrozoobentos

Pengambilan sampel makrozoobentos dilakukan pada pagi hari sebanyak 3 kali ulangan yang terdiri dari 3 stasiun, dengan per stasiun memiliki panjang 1,6 km dengan jarak per stasiun 500 meter. Metode *purposive sampling* merupakan teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu, pengambilan sampel berdasarkan penempatan plot. Pada setiap stasiun dibagi menjadi 3 sub stasiun

dengan setiap sub stasiun terdapat 3 titik pada sisi samping dan tengah sungai, dengan jarak titik pengambilan sepanjang 1 m. Pengambilan sampel dengan menggunakan jaring surber dengan ukuran 30x30 cm, seperti pada gambar 3.3. Menurut Pelealu *et al.* (2018), penggunaan jaring surber diarahkan secara berlawanan dengan arus sungai lalu pada substrat pasir yang bercampur dengan kerikil diarahkan kedalam jaring surber, setelah itu substrat yang ikut akan dituang kedalam nampan lalu diambil spesimen makrozoobentos yang ikut masuk kedalam jaring surber menggunakan kuas. Selanjutnya sampel yang didapat dimasukkan kedalam botol vial yang sudah diberi label dan diberi cairan alkohol 70%.



Gambar 3.3. Titik Pengambilan Sampel Makrozoobentos (Desain pribadi, 2025)

3.4.3 Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia

Pengukuran parameter fisika dan kimia dilakukan secara *in-situ* dan *ex-situ*. Pengukuran secara *in-situ* (lokasi penelitian) yaitu pada pengukuran parameter

fisika dengan menggunakan termometer digital untuk mengukur suhu, TDS meter dan pH meter. Pengukuran secara *ex-situ* yaitu parameter kimia air yang diambil dilokasi penelitian dengan cara pengambilan sampel air dilakukan pada setiap stasiun dengan 3 kali pengulangan. Sampel air di ambil menggunakan botol polyten (botol berwarna hitam) yang berkapasitas 500 ml dan diberi label. Sampel air yang telah diambil disimpan di *cool box* agar tidak mengalami perubahan untuk diukur parameter kimianya. Parameter kimia yang diukur antara lain adalah DO, pH, BOD, dan COD di ukur di Laboratorium Lingkungan Perum Jasa Tirta Malang.

3.5 Analisis Data

Analisis data pada sampel makrozoobentos dilakukan dengan identifikasi makrozoobentos, menghitung Indeks keanekaragaman (H'), Indeks Dominansi dan analisi korelasi antara jumlah individu Makrozoobentos dengan faktor fisika-kimia menggunakan software PAST 4.17. Berikut paparan penjelasan dari analisis data tersebut:

3.5.1 Identifikasi Makrozoobentos

Identifikasi makrozoobentos meliputi struktur morfologinya dengan membandingkan dengan literatur. Makrozoobentos yang ditemukan di lokasi penelitian diidentifikasi menggunakan mikroskop Stereo di laboratorium dan di amati karakter morfologinya sampai pada tingkat genus dengan membandingkan dengan buku acuan yaitu Benthic Invertebrates and Their Habitats (Rufusova *et al*, 2017), Identification Guide of Freshwater Macroinvertebrates of Spain (Thorp & Rogers, 2011), Field Guide to Freshwater Invertebrates of North America (Thorp & Rogers, 2010), dan beberapa jurnal lainnya.

3.5.2 Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H')

Analisis data pada sampel makrozoobentos yang diidentifikasi adalah menggunakan indeks keanekaragaman Shannon Wiener (H') menurut Koesoebiono (1987) dalam Fachrul (2007). Menurut Lilis *et al.* (2019) indeks koefisien pada indeks keanekaragaman Shannon Wiener (H') dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Nilai Koefisien Indeks Keanekaragaman

Indeks koefisien	Keterangan
$H' < 1$	Keanekaragaman rendah
$1 \leq H' \leq 3$	Keanekaragaman sedang
$H' > 3$	Keanekaragaman tinggi

3.5.3 Indeks Dominansi (D)

Menurut Wishnu *et al* (2020) Indeks dominansi digunakan untuk menentukan apakah terdapat organisme makrozoobentos yang mendominasi suatu lingkungan perairan menurut Odum (1993) dalam Fachrul (2007). Tabel indek koefisien pada indeks dominansi menurut Desinawati *et al.* (2018) dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Nilai Koefisien Indeks Dominansi

Indeks koefisien	Keterangan
0,5-1	Tidak ada jenis yang mendominasi
<0,5	Ada jenis yang mendominasi

3.5.4 Analisis Korelasi

Analisis hubungan korelasi antara keanekaragaman makrozoobentos dengan faktor kimia-fisika menggunakan analisis *Korelasi Pearson*. Menurut Sanny (2020) nilai koefisien korelasi dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Nilai Koefisien Korelasi

Interval koefisien korelasi	Tingkat hubungan
0,00-0,199	Sangat rendah
0,20-0,399	Rendah
0,40-0,599	Sedang
0,60-0,799	Kuat
0,80-1,000	Sangat kuat

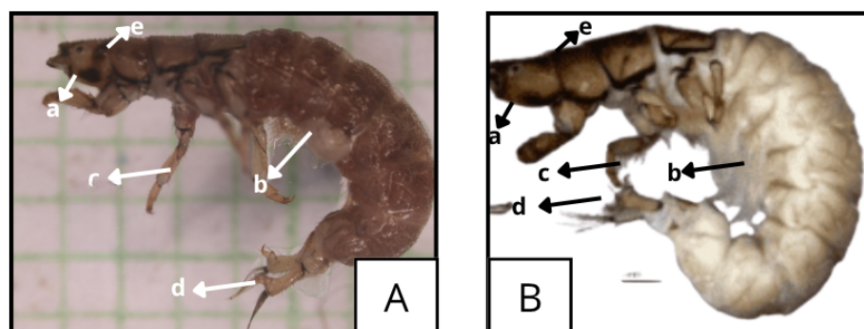
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Genus Makrozoobentos

Hasil penelitian yang telah dilakukan di Sungai Konto di Desa Sukomulyo dan Desa Bendosari, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang adalah telah ditemukan sebanyak 11 genus yang memiliki ciri morfologi yang berbeda-beda diantaranya:

1. Spesimen 1

Hasil observasi dalam penelitian ini menunjukkan bahwa spesimen 1 memiliki karakter ciri morfologi yang dapat dilihat pada gambar 4.1 sebagai berikut:



Gambar 4.1. Spesimen 1, A) Foto pengamatan, (B) Gambar literatur (Oscoz *et al.*, 2011). (a) caput (kepala), (b) abdomen, (c) kaki, (d) satae yang memiliki bulu, (e) segmen toraks yang terdapat pelat sklerotisasi.

Morfologi dari organisme ini seperti pada gambar 4.1 yaitu terdiri dari caput (kepala), toraks, kaki, serta abdomen. Ciri khas dari spesimen 1 adalah pada tiga segmen pertama dibagian punggungnya terdapat pelat sklerotisasi dan pada ujung satae nya memiliki bulu. Tubuhnya berbentuk silindris dan memiliki 3 pasang kaki. Dari ciri-ciri morfologi yang telah disebutkan diatas dapat diketahui bahwa

spesimen 1 yaitu termasuk ke dalam Genus *Hydropsyche* dimana sesuai dengan literatur Oscoz *et al.* (2011). Spesimen yang ditemukan berukuran 7 mm, hal ini sesuai dengan literatur Thorp & Rogers (2010) yang dimana dikatakan bahwa genus ini memiliki ukuran sekitar 3-30 mm.

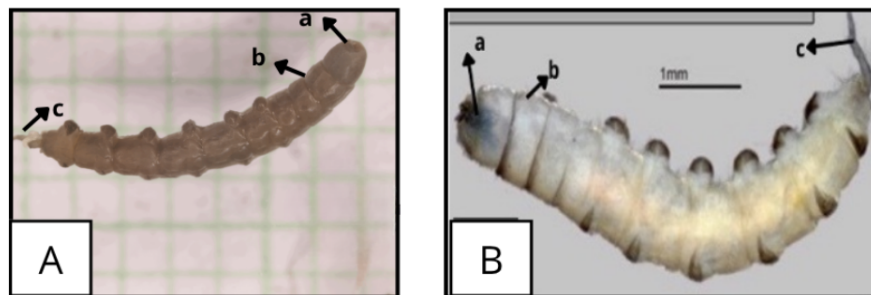
Genus *Hydropsyche* termasuk kedalam Famili *Hydropsychidae* dimana memiliki ciri khas tubuh yang berbentuk silindris yang ditutupi spikula yang berwarna gelap dan ketiga segmen torak pada bagian punggung ditutupi oleh pelat yang ter sklerotisasi, cakar analnya membentuk kait kokoh dibagian apikal serta memiliki insang pada dua segmen toraks terakhir yang bercabang dibagian ventral, spesimen yang termasuk kedalam ordo *Trichoptera* ini biasanya memiliki tempat persembunyian berupa jaring dan mendiami sungai yang memiliki arus yang deras (Oscoz *et al.*, 2011).

Klasifikasi dari Genus *Hydropsyche* menurut GBIF (2025) adalah:

Kingdom : Animalia
 Phylum : Arthropoda
 Class : Insecta
 Order : Trichoptera
 Family : Hydropsychidae
 Genus : *Hydropsyche* (Pictet, 1834).

2. Spesimen 2

Hasil observasi dalam penelitian ini menunjukkan bahwa spesimen 2 memiliki karakter ciri morfologi yang dapat dilihat pada gambar 4.2 sebagai berikut:



Gambar 4.2. Spesimen 2 (A) Foto pengamatan, (B) Gambar literatur (Oscos *et al.*, 2011). (a) caput (kepala), (b) kaki yang tersegmentasi, (c) posterior berupa satae.

Spesimen 2 memiliki ciri morfologi seperti pada gambar 4.2 yaitu tubuhnya terdiri dari caput (kepala), badan, kaki, dan posterior. Ciri khusus dari spesimen ini adalah memiliki kepala yang berwarna lebih gelap daripada badannya, memiliki kaki yang tersegmentasi, tubuhnya beruas-ruas mirip seperti ulat. Memiliki posterior berupa satae. Tubuhnya berwarna coklat muda. Dari ciri-ciri yang telah disebutkan diatas dapat disimpulkan bahwa spesimen 7 termasuk kedalam Genus *Antocha* sesuai dengan literatur Oscos *et al.* (2011).

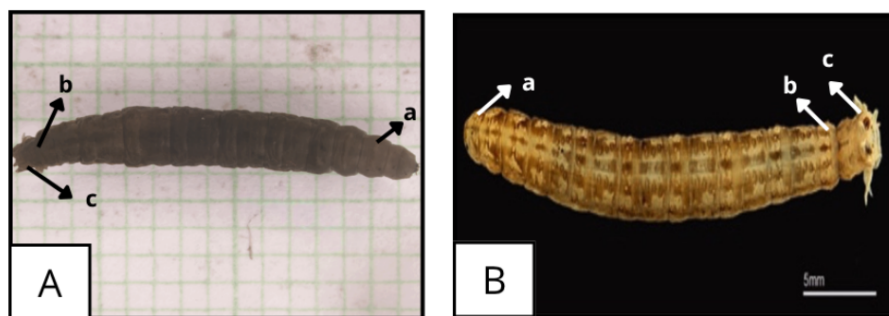
Antocha merupakan salah satu genus dalam Famili Limoniidae, dimana famili ini memiliki ciri yaitu memiliki dua sklerit lateral dan satu sklerit punggung serta memiliki sklerotisasi yang baik. Umumnya famili ini memiliki empat lobus anal yang mengalami sklerotisasi dan berpigmen dengan jumlah setae yang bervariasi dengan ukuran yang berbeda. Genus ini memiliki kapsul kepala yang mengeras tidak terlihat dari luar, kaki tersegmentasi tidak ada di dada. Larva pada famili ini mendiami habitat yang bersifat akuatik seperti sungai, larva pada famili ini memiliki kemampuan untuk menggembungkan ruas kedua dari belakang sebagai alat untuk menempelkan tubuhnya pada substrat (Oscos *et al.*, 2011).

Klasifikasi Genus *Antocha* menurut GBIF (2025) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
 Phylum : Arthropoda
 Class : Insecta
 Order : Diptera
 Family : Limoniidae
 Genus : *Antocha* (Sacken, 1860)

3. Spesimen 3

Hasil observasi dalam penelitian ini menunjukkan bahwa spesimen 3 memiliki karakter ciri morfologi yang dapat dilihat pada gambar 4.3 sebagai berikut:



Gambar 4.3. Spesimen 3 (A) Foto pengamatan, (B) Gambar literatur (Oscor *et al.*, 2011). (a) Posterior, (b) Anterior, (c) Anal.

Spesimen ini memiliki ciri morfologi seperti pada gambar 4.3 yaitu tubuhnya terdiri dari posterior, interior, dan anal. Ciri yang dimiliki spesimen ini yaitu memiliki tubuh yang berwarna hitam kecoklatan, dengan panjang tubuh 15 mm dan memiliki bentuk tubuh yang silindris. Spesimen ini memiliki ciri khas yaitu terdapat cakram spiral yang terletak di posterior, dari ciri-ciri yang telah disebutkan

dapat disimpulkan bahwa spesimen ini termasuk kedalam genus *Tipula* sesuai dengan literatur Oscoz *et al.* (2011). Hal ini juga didukung oleh Simbolon *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa larva *Tipula* memiliki bentuk tubuh bulat memanjang, memiliki segmen, pada bagian posteriornya memiliki bagian yang menyerupai tanduk atau cakram spiral.

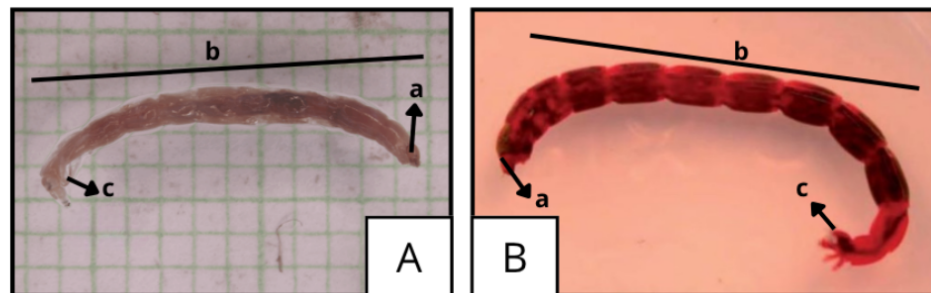
Genus *Tipula* termasuk kedalam Famili Tipuliidae dimana menurut Oscoz *et al.* (2011), famili ini memiliki ciri tubuhnya memanjang, terdapat segmen pada bagian abdomennya. Ukuran tubuhnya sekitar 3-50 mm dan tubuhnya biasanya berwarna putih dan coklat (Thorp & Rogers, 2010). Menurut Rufusova *et al* (2017) larva pada famili ini memiliki ciri khas yaitu terdapat cakram spiral yang digunakan untuk mengambil napas dari udara yang terletak di ujung perut dan dikelilingi oleh 6 lobus.

Klasifikasi Genus *Tipula* menurut GBIF (2025) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Arthropoda
Class	: Insecta
Order	: Diptera
Family	: Tipulidae
Genus	: <i>Tipula</i> (Linnaeus, 1758)

4. Spesimen 4

Hasil observasi dalam penelitian ini menunjukkan bahwa spesimen 4 memiliki karakter ciri morfologi yang dapat dilihat pada gambar 4.4 sebagai berikut:



Gambar 4.4. Spesimen 4 (A) Foto pengamatan, (B) Gambar literatur (Perveen, 2021). (a) Kepala, (b) Abdomen, (c) Lobus anal

Spesimen ini memiliki ciri morfologi seperti pada gambar 4.4 yaitu tubuhnya terdiri dari anterior dengan kepala yang kecil, abdomen, serta lobus anal yang terletak di posterior. Ciri khas dari spesimen yang ditemukan ini adalah memiliki tubuh yang silindris berwarna merah, memiliki kapsul kepala larva yang lengkap. Dari ciri-ciri yang disebutkan spesimen 5 termasuk kedalam Genus *Chironomus*. Sesuai dengan literatur Perveen (2021). Menurut Rufusova *et al.* (2017) genus *Chironomus* terdapat beberapa larva yang berwarna merah. Pada posteriornya yang terdapat alat pelengkap insang, serta terdapat proleg atau kaki tambahan untuk memudahkan spesimen bergerak pada bagian anteriornya (Gerber & Gabriel, 2002).

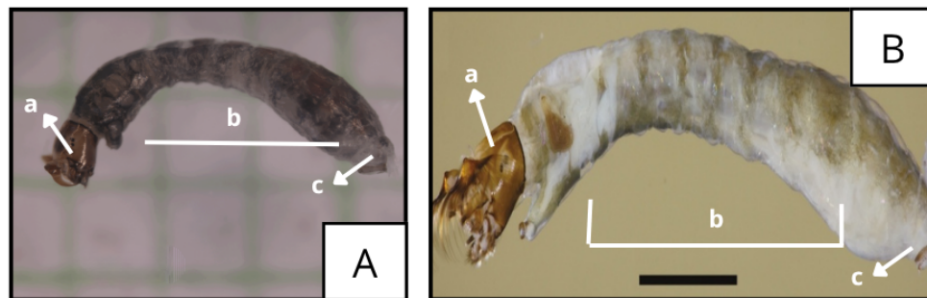
Genus *Chironomus* termasuk kedalam Family Chironomidae. Menurut Oscoz *et al.* (2010) Famili Chironomidae yang dimana famili ini dicirikan memiliki kapsul kepala yang berkembang baik dengan antena multisegmental, tubuhnya silindris yang memiliki 2 pasang proleg. Panjang tubuh spesimen 5 yaitu sekitar 12 mm, memiliki tubuh yang bersegmen serta tubuhnya yang berwarna merah.

Klasifikasi Genus *Chironomus* menurut GBIF (2025) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
 Phylum : Arthropoda
 Class : Insecta
 Order : Diptera
 Family : Chironomidae
 Genus : *Chironomus* (Meigen, 1803)

5. Spesimen 5

Hasil observasi dalam penelitian ini menunjukkan bahwa spesimen 5 memiliki karakter ciri morfologi yang dapat dilihat pada gambar 4.5 sebagai berikut:



Gambar 4.5. Spesimen 5 (A) Foto pengamatan, (B) Gambar literatur (Kim, 2015). (a) kepala, (b) abdomen, (c) posterior.

Berdasarkan hasil pengamatan, spesimen ini memiliki ciri morfologi seperti pada gambar 4.5 yaitu tubuhnya berwarna abu-abu kehitaman. Panjang larva sekitar 5 mm, dengan kepala berwarna coklat, bentuk tubuh silinder, dan bagian belakang abdomen tampak lebih besar. Pada bagian kepala terlihat sepasang sikat mulut yang mencolok, serta terdapat proleg. Dari ciri-ciri di atas dapat disimpulkan bahwa

spesimen ini termasuk kedalam Genus *Simulium* sesuai dengan literatur Kim (2015). Hal ini juga didukung oleh Ajayi & Olusi (2018), larva *Simulium* memiliki kepala berwarna coklat dengan bentuk persegi panjang, serta dilengkapi dengan sepasang kipas sefalik. Larva ini memiliki struktur seperti kait (proleg) yang berfungsi untuk menempel pada inang. Tubuh larva berbentuk silinder, dengan bagian belakang abdomen yang lebih lebar dibandingkan bagian depannya, dan panjang tubuh berkisar antara 4 hingga 12 mm.

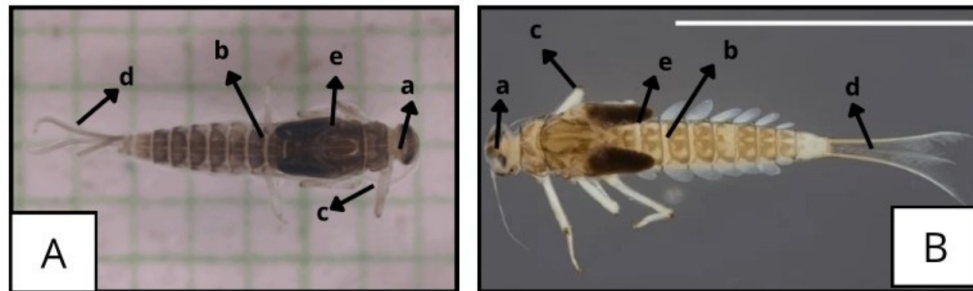
Genus *Simulium* termasuk kedalam Famili Simuliidae. Menurut Oscoz *et al.*, (2011) menyatakan bahwa larva Simuliidae memiliki tubuh silindris dengan dua bagian yang melebar, satu di toraks dan satu lagi di ujung posterior abdomen. Segmentasi tubuh pada larva Simuliidae tidak terlalu jelas serta pada bagian abdomen yang melebar terdapat cakram seperti penghisap dan berfungsi untuk menempel pada substrat (Thorp & Rogers, 2010).

Klasifikasi Genus *Simulium* menurut GBIF (2025) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
 Phylum : Arthropoda
 Class : Insecta
 Order : Diptera
 Family : Simuliidae
 Genus : *Simulium* (Latreille, 1802)

6. Spesimen 6

Hasil observasi pada spesimen 6 yaitu memiliki karakteristik ciri morfologi yang dapat dilihat pada gambar 4.6 sebagai berikut:



Gambar 4.6. Spesimen 6 (A) Foto pengamatan, (B) Gambar literatur (Yanai *et al.*, 2018). (a) Kepala, (b) Abdomen, (c) Kaki, (d) Ekor, (e) Bakal sayap yang terletak di toraks.

Spesimen ini memiliki ciri morfologi seperti pada gambar 4.6 yaitu tubuhnya terdiri caput (kepala), toraks, abdomen, dan ekor. Ciri khas dari spesimen ini adalah memiliki tubuh yang memanjang dengan bakal sayap yang terdapat di atas toraks. Mata nya terletak di bagian atas caput dimana menyatu dengan toraks dan memiliki antena. Spesimen ini memiliki 3 ekor dan memiliki 3 pasang kaki. Dari ciri-ciri yang telah disebutkan diatas dapat disimpulkan bahwa spesimen 3 termasuk kedalam Genus Baetis sesuai dengan literatur Yanai *et al.* (2018).

Genus Baetis termasuk kedalam Famili Baetiidae yang memiliki ciri tubuh yang subsilindris fusiform dimana matanya terletak di dorsolateral dan antenanya lebih panjang dari kepalanya, Ukuran tubuh anggota famili ini berkisar antara 5 hingga 9 mm (Rufusova *et al.*, 2017). Memiliki 6-7 pasang insang perut yang bisa berbentuk satu atau bilamelar. Spesimen ini hidup di substrat yang berbatu dan memiliki kemampuan berenang untuk melawan arus dikarenakan spesies ini memiliki badan yang berbentuk fusiform. Genus Baetis memiliki ekor yang berjumlah 3 ekor yang memiliki ukuran yang sama sehingga memudahkan mereka untuk berenang. Spesies ini biasanya memiliki tubuh yang berwarna krem hingga

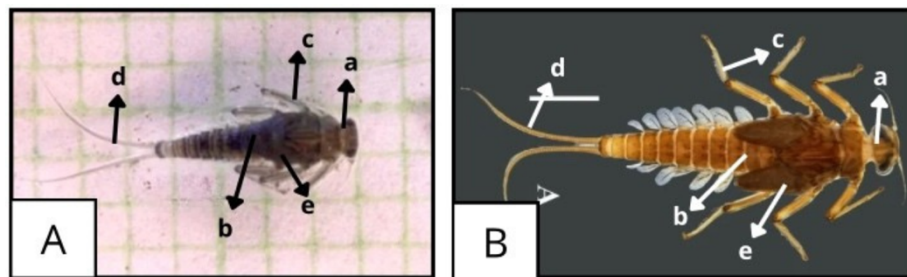
coklat yang memiliki ukuran sekitar 2-8 mm, memiliki habitat dengan arus sungai yang deras (Thorp & Rogers, 2010).

Klasifikasi dari Genus *Baetis* menurut GBIF (2025) adalah:

Kingdom : Animalia
 Phylum : Arthropoda
 Class : Insecta
 Order : Ephemeroptera
 Family : Baetidae
 Genus : *Baetis* (Leach, 1815).

7. Spesimen 7

Hasil observasi dalam penelitian ini menunjukkan bahwa spesimen 7 memiliki karakter ciri morfologi yang dapat dilihat pada gambar 4.7 sebagai berikut:



Gambar 4.7. Spesimen 7 (A) Foto pengamatan, (B) Gambar literatur (Tungpaiojwong *et al.*, 2022). (a) kepala, (b) abdomen, (c) kaki, (d) ekor, (e) bakal sayap.

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, spesimen 7 memiliki ciri morfologi seperti pada gambar 4.7, yaitu memiliki panjang tubuh sekitar 4,5 mm dengan bentuk tubuh yang pipih. Warna tubuhnya coklat, memiliki bakal sayap

pada bagian toraksnya serta memiliki dua ekor. Spesimen ini memiliki bakal sayap pada bagian toraksnya. Dari ciri morfologi yang telah disebutkan dapat dilihat bahwa spesimen 10 termasuk kedalam Genus *Acentrella*. Hal ini sesuai dengan Phlai-ngam *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa larva *Acentrella* memiliki ukuran tubuh yang umumnya antara 3-5 mm dengan bentuk tubuh yang pipih secara ventral, bagian toraksnya melebar sementara abdomen mengecil.

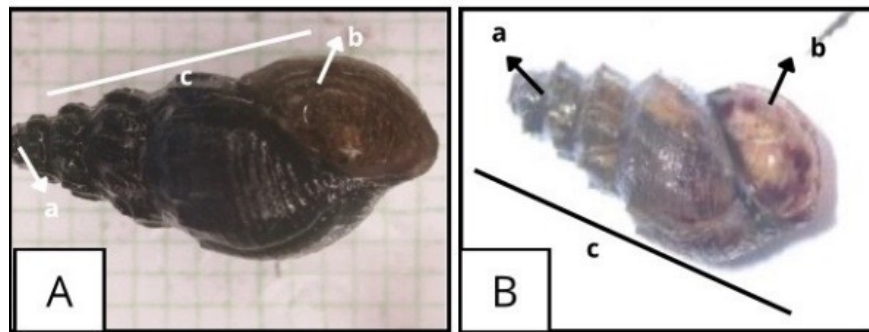
Genus *Acentrella* termasuk kedalam Famili Baetidae, menurut Ocos *et al.* (2011) Famili Baetidae memiliki tubuh fusiform, terkadang memiliki tujuh pasang insang pada abdomennya, memiliki antena yang lebih panjang daripada kepalanya. Tubuhnya biasanya berwarna cokelat atau bergaris cokelat dan krem (Thorp & Rogers, 2010). Famili ini biasanya mendiami substrat berbatu serta sungai yang memiliki arus yang deras.

Klasifikasi Genus *Acentrella* menurut GBIF (2025) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Arthropoda
Class	: Insecta
Order	: Ephemeroptera
Family	: Baetidae
Genus	: <i>Acentrella</i> (Bengtsson, 1912)

8. Spesimen 8

Hasil observasi dalam penelitian ini menunjukkan bahwa spesimen 6 memiliki karakter ciri morfologi yang dapat dilihat pada gambar 4.8 sebagai berikut:



Gambar 4.8. Spesimen 8 (A) Foto pengamatan, (B) Gambar literatur (Tulandi, 2022). (a) Apex, (b) Operculum, (c) Cangkang.

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, spesimen ini memiliki ciri morfologi seperti pada gambar 4.8 yaitu cangkangnya berwarna coklat, memiliki operkulum, panjang cangkangnya 14 mm dengan cangkang yang berbentuk seperti menara dan bagan ulir utamanya yang besar serta memiliki apex yang sedikit tumpul. Spesimen ini memiliki tipe cangkang memanjang serta ujung cangkangnya tidak terlalu tinggi. Dari ciri-ciri yang telah disebutkan diatas spesimen 6 termasuk kedalam Genus *Thiara*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Cianfanelli *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa Genus *Mieniplotia* atau *Thiara* memiliki cangkang dengan tinggi sekitar 10-32 mm, ujung cangkangnya tidak terlalu tinggi dan memiliki bercak motif yang menyebar serta terdapat duri dicangkanya. Sofiana *et al.* (2023) menambahkan bahwa Genus *Thiara* memiliki tipe cangkang memanjang.

Genus *Thiara* termasuk kedalam Famili *Thiaridae*, dimana menurut Gerber & Gabriel (2002), Famili *Thiaridae* memiliki cangkang yang kokoh dan tebal dengan uliran spiral yang berkembang baik. Famili ini bergerak lambat dan umumnya dapat ditemukan di habitat perairan yang mengalir dengan substrat bebatuan kecil atau

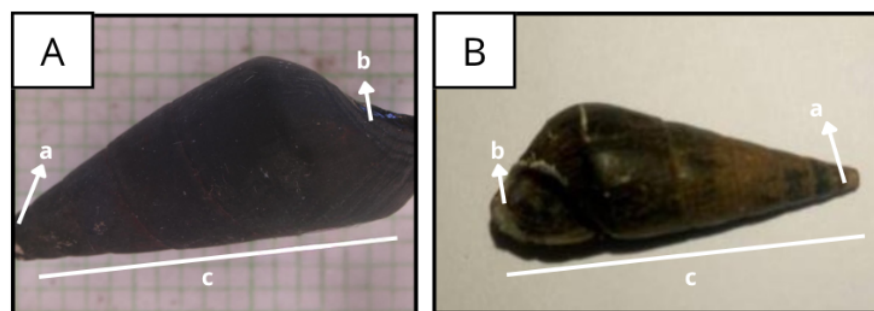
kerikil. Hal ini sesuai dengan kondisi lokasi penelitian yaitu memiliki substrat berpasir dan terdapat kerikil serta bebatuan.

Klasifikasi Genus *Thiara* menurut WoRCS (2025) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
 Phylum : Mollusca
 Class : Gastropoda
 Order : Caenogastropoda
 Family : Thiariidae
 Genus : *Thiara* (Roding, 1798)

9. Spesimen 9

Hasil observasi spesimen 8 pada penelitian ini memiliki karakter ciri morfologi yang dapat dilihat pada gambar 4.8 sebagai berikut:



Gambar 4.9. Spesimen 9. (A) Foto pengamatan, (B) Gambar literatur (Buwono *et al.*, 2025). (a) apex, (b) operculum, (c) cangkang.

Spesimen ini memiliki ciri morfologi seperti pada gambar 4.9 yaitu memiliki bentuk cangkang yang mengerucut ke bagian ujungnya (apex) dengan ujung yang tumpul. Warna cangkangnya yaitu hitam, memiliki permukaan yang halus dengan ukuran cangkang sekitar 17 mm. Dari ciri-ciri yang telah disebutkan

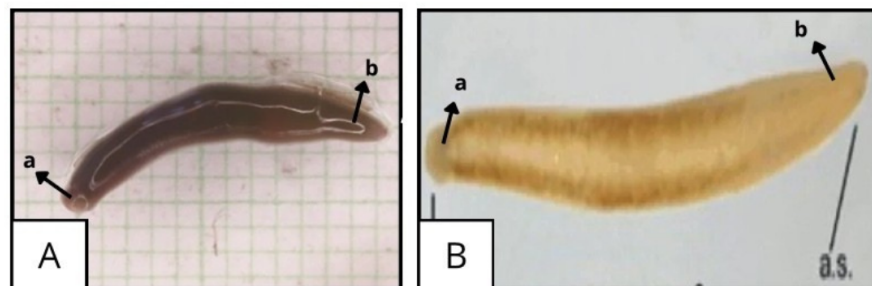
dapat disimpulkan bahwa spesimen ini termasuk kedalam Genus *Sulcospira*. Hal ini sesuai dengan Buwono *et al.* (2025) yang menyatakan bahwa *Sulcospira* merupakan gastropoda yang memiliki warna cangkang coklat kehitaman hingga berwarna hitam pekat, serta memiliki cangkang yang permukaannya halus.

Klasifikasi Genus *Sulcospira* menurut GBIF (2025) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
 Phylum : Mollusca
 Class : Gastropoda
 Order : Sorbeoconcha
 Family : Pachychilidae
 Genus : *Sulcospira* (Troschel, 1858)

10. Spesimen 10

Hasil observasi dalam penelitian ini menunjukkan bahwa spesimen 10 memiliki karakter ciri morfologi yang dapat dilihat pada gambar 4.10 sebagai berikut:



Gambar 4.9. Spesimen 9 (A) Foto pengamatan, (B) Gambar literatur (Kutschera, 2004). (a) posterior, (b) anterior.

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, Spesimen 10 memiliki ciri seperti pada gambar 4.10 yaitu memiliki struktur tubuh posterior dan anterior. Tubuhnya pipih, berwarna coklat kemerahan, panjang tubuhnya sekitar 13 mm serta memiliki alat penghisap anterior. Dari ciri-ciri tersebut menurut Kutschera (2004) spesimen 9 termasuk kedalam genus *Erpobdella*. Genus *Erpobdella* termasuk kedalam Famili *erpobdellidae*.

Menurut Oscoz *et al.* (2011) Famili *Erpobdella* adalah lintah ramping agak pipih yang memiliki penghisap anterior yang tidak jelas serta termasuk kedalam kelompok hermaprodit. Famili ini mampu beradaptasi dengan berbagai kondisi perairan, termasuk lingkungan yang kaya bahan organik, sehingga dapat digunakan sebagai indikator ekosistem yang mengalami pencemaran. Warna pada famili ini bisa berupa warna putih, abu-abu, coklat, hijau, kuning, hingga hitam (Thorp & Rogers, 2010).

Klasifikasi Genus *Erpobdella* menurut GBIF (2025) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Annelida
Class	: Clitellata
Order	: Arhynchobdellida
Family	: Erpobdellidae
Genus	: <i>Erpobdella</i> (Lamarck, 1818).

Jumlah spesimen makrozoobentos yang ditemukan di setiap stasiun disajikan pada tabel 4.1 yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.1. Tabel jumlah makrozoobentos

No.	Filum	Kelas	Ordo	Famili	Genus	Stasiun			Jumlah (Individu)
						I	II	III	
1	Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	Hydropsyche	13	6	5	24
2			Diptera	Limoniidae	Antocha	4	1	4	9
3				Tipulidae	Tipula	3	2	2	7
4				Chironomidae	Chironomus	24	28	32	84
5				Simuliidae	Simulium	19	9	13	41
6			Ephemeroptera	Baetidae	Baetis	6	2	8	16
7					Acentrella	6	4	5	15
9	Mollusca	Gastropoda	Caenogastropoda	Thiaridae	Thiara	6	4	6	16
10			Sorbeoconcha	Pachychilidae	Sulcospira	3	2	3	8
11	Annelida	Clitellata	Arhynchobdellida	Erpobdellidae	Erpobdella	5	4	4	13
Jumlah						89	62	82	233

Berdasarkan tabel 4.1 total spesimen makrozoobentos yang telah ditemukan pada seluruh stasiun di Sungai Konto adalah 233 spesimen. Jumlah genus makrozoobentos yang didapat sebanyak 10 genus yaitu Hydropsyche, Antocha, Tipula, Chironomus, Simulium, Baetis, Acentrella, Thiara, Sulcospira, dan Erpobdella. Tabel 4.1 menunjukkan jumlah terbanyak yaitu pada Genus Chironomus dengan jumlah individu sebanyak 84 ekor.

Genus Chironomus merupakan genus dengan jumlah individu terbanyak yang ditemukan pada setiap stasiun. Singkam *et al.* (2023) menyatakan bahwa Chironomus merupakan genus yang memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap berbagai kondisi suhu di lingkungan perairan, terutama pada habitat air tawar, seperti sungai, danau, rawa, serta mampu bertahan dengan tingkat salinitas yang bervariasi. Sehingga genus ini mudah untuk dijumpai. Genus Chironomus termasuk kedalam Famili Chironomidae yang dimana memiliki tubuh yang berwarna merah. Menurut Sulistiyarto (2023) larva Chironomidae memiliki pigmen

warna merah yang berasal dari hemoglobin yang ada ditubunya. Hemoglobin ini memungkinkan larva tersebut untuk menyimpan dan mengangkut oksigen secara efisien, terutama dalam lingkungan perairan dengan kadar oksigen yang rendah. Sulistiyarto (2016) menambahkan bahwa larva Chironomidae memerlukan suhu 21°C - 32°C , hal ini sesuai dengan suhu pada Sungai Konto dengan suhu kisaran $23,40^{\circ}\text{C}$ - $23,97^{\circ}\text{C}$.

Keberadaan dari larva Chironomus pada suatu perairan dapat dijadikan indikator pencemaran organik pada sungai yang tercemar limbah domestik dan industri (Wahyuningsih *et al.*, 2024). Genus Chironomus termasuk kedalam Famili Chironomidae dimana kehadiran famili ini menurut Sulistiyarto (2014), larva Chironomidae merupakan sumber makanan penting bagi berbagai organisme akuatik, termasuk ikan. Keberadaan mereka mendukung kelangsungan hidup predator-predator tersebut dan menjaga keseimbangan ekosistem perairan.

Genus kedua dengan jumlah tertinggi adalah Genus Simulium dengan jumlah individu yang ditemukan di seluruh stasiun adalah sebesar 41 ekor. Menurut Balqish *et al.* (2024) larva Simulium memiliki toleransi yang bervariasi terhadap kualitas air. Sehingga spesimen ini dapat ditemukan di habitat perairan yang bersih hingga tercemar. Genus Simulium termasuk kedalam Famili Simuliidae dimana ini larva dari famili ini menempel substrat di dalam sungai (Sukhomlin *et al.*, 2022). Menurut Oscoz *et al.* (2011) Famili Simuliidae mendiami substrat seperti lempengan batu, kerikil, batang pohon yang terendam, dan batang tumbuhan yang terendam. Hal ini sesuai dengan kondisi lokasi penelitian dimana terdapat banyak kerikil.

Rohmah *et al.* (2018) menyatakan bahwa suhu optimal untuk perkembangan larva Simulim berkisar antara 16°C-28°C. Sedangkan pH yang disukai oleh larva Simulium adalah berkisar antara 6,56-8,90. Hal ini juga sesuai dengan hasil pengukuran suhu dan pH yang telah dilakukan di lokasi penelitian. Larva Simuliidae merupakan organisme penyaring (filter-feeders) yang menggunakan struktur seperti kipas di sekitar mulutnya untuk menangkap partikel organik halus, alga, dan bakteri dari air yang mengalir. Dengan aktivitas ini, mereka membantu dalam proses daur ulang nutrien, mengubah materi organik menjadi bentuk yang dapat dimanfaatkan oleh organisme lain dalam rantai makanan (Ciadamidaro *et al.*, 2016).

Genus ketiga dengan jumlah tertinggi yaitu Genus Hydropsyche dengan jumlah individu yang ditemukan diseluruh stasiun sebanyak 24 ekor. Genus Hydropsyche termasuk kedalam famili hydropsychidae, dimana genus ini memiliki toleransi yang berbeda-beda terhadap kualitas lingkungan, sehingga genus ini dapat ditemukan di berbagai kondisi sungai dari yang bersih hingga yang tercemar. Hal ini juga didukung oleh Kremer & Caldwell (2021) yang menyatakan bahwa genus dari Famili Hydropsychidae memiliki toleransi yang bervariasi terhadap polusi organik. Octavina *et al.* (2025) menyatakan bahwa Genus Hydropsyche yang memiliki toleransi yang tinggi terhadap perubahan kualitas air dapat hidup di lingkungan yang tercemar dengan kadar oksigen yang rendah.

Larva Hydropsyche biasanya dapat ditemukan di perairan dengan arus yang sedang hingga cepat dan bersubstrat batu maupun pasir (Marpaung *et al.*, 2014). Hal ini sesuai dengan kondisi lokasi penelitian yaitu Sungai Konto memiliki

substrat yang berbatu dan berpasir. Larva Hydropsychidae memainkan peran multifungsi dalam ekosistem perairan, mulai dari penyaringan partikel organik hingga menjadi indikator biologis kualitas air. Kehadiran dan aktivitas mereka sangat penting untuk menjaga keseimbangan dan kesehatan ekosistem perairan tawar (Prommi, 2018).

Penelitian ini ditemukan lebih banyak larva insecta daripada gastropoda dan clitellata, hal ini dikarenakan pada larva insecta yang ditemukan umumnya memiliki habitat sungai yang berpasir dengan bebatuan serta memiliki arus yang deras (Kimku *et al.*, 2024). Sedangkan gastropoda sebagian besar cenderung lebih melimpah dilingkungan dengan arus yang lebih tenang karena bentuk tubuh dan cara bergerak gastropoda kurang efisien dalam menahan diri di arus deras (Adesakin *et al.*, 2023).

Berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan pada makrozoobentos yang ditemukan di Sungai Konto menunjukkan bahwa organisme tersebut memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan dan mendukung kehidupan makhluk lainnya. Hal ini sejalan dengan Firman Allah SWT dalam Q.S. Al-Hijr ayat 21 yang berbunyi:

● وَإِنْ مِنْ شَيْءٍ أَلَّاعِنَدْنَا خَزَائِنُهُ وَمَا نُنْزِلُهُ إِلَّا بِقَدَرٍ مَّعْلُومٍ

Artinya: “Dan tidak ada sesuatu pun, melainkan pada sisi kamilah khazanahnya. Kami tidak menurunkannya melainkan dengan ukuran tertentu”. (Q.S. Al-Hijr [15]: 21).

Ayat ini menurut Tafsir Ilmi (Kemenag, 2010) menjelaskan bahwa kuasa Allah dimana segala sesuatu yang ada dilangit dan bumi merupakan ciptaan Allah. Semua berasal dari perbendaharaannya yang tak terbatas. Pada penggalan ayat

“*biqodarin ma'lum*” yang artinya dengan ukuran tertentu, menurut Tafsir Ilmi Allah menciptakan dan menurunkan segala sesuatunya dengan kadar tertentu sesuai kebutuhan dan keperluannya (alam dan manusia) serta tidak kurang dan tidak berlebihan. Menurut Tafsir Talili (Kemenag, 2011) dalam ayat ini juga menjelaskan bahwa diatas bumi maupun didalam perut bumi Allah ciptakan segala sesuatunya untuk manusia, sehingga manusia diberi tugas untuk mengelola mengambil manfaat dan memeliharanya.

Ayat ini juga dapat dikaitkan dengan makrozoobentos dimana mereka memiliki ukuran yang bermacam-macam dan memainkan peran yang sangat penting dalam menjaga keseimbangan dan fungsi ekosistem sungai. Makrozoobentos bertindak sebagai dekomposer, sumber makanan, bioindikator, pengontrol alga, dan berpartisipasi dalam siklus nutrisi (Setyowati *et al.*, 2025). Apabila suatu ekosistem terganggu akibat perubahan kualitas air atau aktivitas masyarakat lainnya, maka hal ini akan menyebabkan populasi dan keanekaragaman makrozoobentos terganggu. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan agar masyarakat lebih sadar terhadap pentingnya menjaga ekosistem sekitar terutama sungai, agar organisme seperti makrozoobentos dapat hidup dan berkembang biak dengan baik sehingga ekosistem yang ada tetap terjaga kelestariannya.

4.2 Indeks Keanekaragaman dan Indeks Dominansi Makrozoobentos

Berdasarkan data jumlah makrozobentos yang telah diidentifikasi, didapatkan nilai Indeks Keanekaragaman (H') dan Indeks Dominansi yang dapat dilihat pada tabel 4.2, yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.2. Nilai Indeks Keanekaragaman (H') dan Indeks Dominansi

Keterangan	Stasiun			Kumulatif
	I	II	III	
Jumlah Genus	10	10	10	10
Jumlah Individu	89	62	82	233
Indeks Keanekaragaman (H')	2,026*	1,808*	1,924*	1,96
Indeks Dominansi	0,162*	0,245*	0,209*	0,192

Keterangan: I: Kawasan rumah tangga, II: Kawasan wisata alam, III: Kawasan pertanian, *: Uji T *diversity* menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$).

Hasil nilai uji T *diversity* dari nilai indeks keanekaragaman pada stasiun I dan II didapatkan nilai 0,211, pada stasiun I dan III didapatkan nilai 0,375, dan pada stasiun II dan III didapatkan nilai 0,661. Hasil uji T pada nilai indeks dominansi pada stasiun I dan II didapatkan nilai 0,138, pada stasiun I dan III didapatkan nilai 0,241 dan pada stasiun II dan III didapatkan nilai 0,636. Dari hasil uji T *diversity* indeks keanekaragaman dan indeks dominansi pada stasiun I sampai III memiliki nilai $p > 0,05$. Menurut Grabowski (2016) apabila nilai $p > 0,05$ maka dari ketiga indeks keanekaragaman tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Hal ini dapat dikarenakan kondisi pada stasiun I, II, III tidak memiliki perbedaan yang signifikan yaitu memiliki substrat berupa pasir dan bebatuan, aktivitas masyarakat yang cenderung sama pada setiap stasiun, dan hasil pengukuran parameter fisika-kimia yang telah dilakukan tidak memiliki perbedaan angka yang jauh.

Berdasarkan tabel 4.2 nilai Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H') dan Indeks Dominansi makrozoobentos menunjukkan pada nilai Indeks Keanekaragaman kumulatif di Sungai Konto yaitu sebesar 1,960 yang menunjukkan bahwa tingkat keanekaragaman sedang. Hal ini sesuai Wahyuningsih *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa indeks keanekaragaman Shannon Wiener

yang apabila nilai $1 \leq H' \leq 3$ maka termasuk keanekaragaman sedang. Rosalina *et al.* (2022) menambahkan bahwa semakin kecil jumlah jenis dan variasi jumlah individu tiap jenis dalam suatu ekosistem yang ditemukan atau terdapat beberapa jenis dengan jumlah individu yang lebih besar, maka tingkat keanekaragaman suatu ekosistem tersebut akan menurun. Sedangkan nilai Indeks Dominansi kumulatif di Sungai Konto yaitu sebesar 0,192 yang menunjukkan bahwa tidak ada spesies yang mendominasi pada lokasi penelitian. Hal ini sesuai dengan Adlim *et al.* (2024) yang menyatakan bahwa jika nilai Indeks Dominansi $< 0,5$, maka tidak ada kecenderungan dominansi pada spesies tertentu, sedangkan apabila nilai $> 0,5$, maka terdapat adanya kecenderungan dominansi pada spesies tertentu.

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa stasiun I memiliki nilai Indeks Keanekaragaman (H') yang dihasilkan adalah sebesar 2,022 yang artinya memiliki kategori keanekaragaman sedang. Sedangkan nilai Indeks Dominansi menunjukkan nilai 0,164 yang artinya tidak ada spesies yang mendominasi. Stasiun 1 merupakan kawasan sungai yang dekat dengan pemukiman warga, sehingga lokasi ini sering digunakan oleh warga sekitar untuk melakukan aktivitas seperti membuang limbah domestik, dan lain-lainnya. Menurut Hidayat *et al.* (2023) aktivitas manusia dan penggunaan sumber daya air merupakan penyebab utama terjadinya perubahan kualitas air atau pencemaran pada sungai. Adanya aktivitas masyarakat pada stasiun ini menunjukkan terjadinya pencemaran yang menyebabkan keanekaragaman makrozoobentos sedang dan tidak ada spesies yang mendominasi. Tetapi stasiun I merupakan stasiun yang memiliki nilai indeks keanekaragaman yang paling tinggi diantara stasiun lainnya. Hal tersebut dapat disebabkan oleh kondisi stasiun I,

dimana memiliki kedalaman yang kurang dari 1 meter. Hal ini diperkuat oleh Simanjuntak *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa perairan dangkal cenderung memiliki keanekaragaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan perairan yang lebih dalam. Perairan yang memiliki kedalaman yang dangkal memungkinkan cahaya matahari menembus hingga ke dasar perairan secara maksimal, oleh karena itu makrozoobentos di wilayah yang dangkal cenderung lebih beragam, dan menunjukkan interaksi kompetitif yang lebih kompleks.

Berdasarkan tabel 4.2, stasiun II memiliki nilai indeks keanekaragaman paling rendah diantara stasiun lainnya yaitu memiliki nilai sebesar 1,834 sehingga menunjukkan kategori keanekaragaman yang sedang. Sedangkan nilai indeks dominansi pada stasiun II menghasilkan nilai sebesar 0,238 yang artinya nilai $<0,5$ sehingga tidak ada spesies yang mendominasi. Stasiun II merupakan kawasan sekitar taman wisata alam seperti rafting, air terjun, dan lain-lainnya yang sering dikunjungi baik warga sekitar maupun masyarakat dari luar kota. Nilai indeks di stasiun II mengalami penurunan dibanding nilai indeks stasiun I serta memiliki nilai indeks keanekaragaman paling rendah diantara lainnya, hal ini dikarenakan terdapat beberapa pengukuran kualitas parameter air pada stasiun II memiliki nilai yang lebih rendah dibanding stasiun I dan II serta pada stasiun II memiliki hasil pengukuran parameter fisika-kimia yang dominan rendah daripada stasiun I dan III. Kondisi stasiun II juga banyak ditemukan sampah plastik yang berada di bantaran air sungai serta terdapat sampah-sampah lainnya, hal ini menyebabkan sungai lebih kotor sehingga spesimen makrozoobentos yang ditemukan sedikit. Kondisi stasiun II dapat dilihat pada gambar 4.11. Menurut Ratih *et al.* (2015), pencemaran air

umumnya disebabkan oleh limbah yang berasal dari aktivitas domestik, industri, dan pertanian. Aktivitas-aktivitas tersebut dapat menurunkan kualitas air, yang pada akhirnya berdampak buruk terhadap kehidupan biota di perairan.



Gambar 4.11. Kondisi Sekitar Stasiun II (Dokumentasi Pribadi, 2025).

Stasiun III menurut tabel 4.2 memiliki hasil nilai indeks keanekaragaman sebesar 1,906 yang menunjukkan kategori keanekaragaman sedang. sedangkan nilai indeks dominansi pada stasiun II yaitu sebesar 0,211 yang menunjukkan bahwa tidak ada spesies yang mendominasi. Stasiun III merupakan stasiun dengan kawasan pertanian, dimana pada stasiun ini masyarakat dominan memanfaatkan air sungai sebagai pendukung kegiatan pertanian seperti pengairan untuk pertanian. Hal ini dapat menyebabkan perubahan kualitas air dan keanekaragaman dari makrozoobentos menurun. Menurut Sirait *et al.* (2018) menurunnya indeks keanekaragaman dapat disebabkan oleh penurunan kualitas air. Hal ini terlihat dari kondisi fisik lokasi penelitian dimana warna air sungai yang sudah berubah menjadi lebih gelap dan menghasilkan bau. Hal ini juga sesuai dengan Supenah *et*

al. (2015) yang menyatakan bahwa pembuangan limbah domestik, limbah pertanian, serta limbah pasar dapat menyebabkan meningkatnya bahan organik yang masuk kedalam sungai sehingga dapat menyebabkan terjadinya penurunan terhadap kualitas air sungai. Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa nilai indeks keanekaragaman dan indeks dominansi antara stasiun I, II, dan III memiliki nilai keanekaragaman yang sedang dan tidak ada spesies yang mendominasi.

4.3 Parameter Fisika-Kimia Air

Faktor fisika-kimia air pada penelitian ini yang diamati adalah suhu, pH, TDS, BOD, COD, DO, dan TSS. Hasil pengukuran parameter tersebut disajikan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Nilai parameter fisika-kimia sungai konto

Parameter	Stasiun			Baku mutu			
	I	II	III	I	II	III*	IV
Suhu Air (°C)	23,40±0,624	23,70±1,4	23,97±0,808	Dev	Dev	Dev	Dev
Suhu Udara (°C)	23,0±1,4	23,7±1,3	23,4±1,4	3	3	3	3
pH	8,12±0,503	8,17±0,355	8,22±0,583	6-9	6-9	6-9	6-9
TDS (mg/L)	107,33±10,786	107,33±7,767	107±12,165	1000	1000	1000	2000
BOD (mg/L)	17,28±3,539	21,31±1,455	20,42±5,571	2	3	6	12
COD (mg/L)	58,19±7,642	65,17±6,106	59,16±17,397	10	25	40	80
DO (mg/L)	4,07±0,351	4,23±0,208	4,23±0,416	6	4	3	1
TSS (mg/L)	38,87±8,723	27,13±14,451	38,27±14,755	40	50	100	400

*: Baku mutu Sungai Konto menurut RPSDA WS Brantas Tahun 2021

a. Suhu

Tabel 4.3 menunjukkan hasil pengukuran parameter fisika-kimia yang telah dilakukan di Sungai Konto, yaitu meliputi suhu yang berkisar 23,40-23,97°C. Hal ini menunjukkan bahwa suhu badan air di Sungai Konto masih cocok untuk kehidupan makrozoobentos. Hal ini sesuai dengan pernyataan Irwan *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa suhu badan air dibawah 35-40°C dapat dikatakan normal

dan tidak membahayakan kehidupan organisme akuatik. Nilai Deviasi Suhu di Sungai Konto dihasilkan dengan kisaran 0,03-0,53, hal tersebut jika dibandingkan dengan baku mutu Sungai Konto yang ditetapkan dalam RPSDA WS Brantas tidak melebihi dari baku mutu yang telah ditetapkan yaitu kurang dari kelas III berdasarkan PP RI No. 22 tahun 2021. Pada ketiga stasiun memiliki sedikit perbedaan, suhu tertinggi yaitu pada stasiun III sedangkan suhu terendah pada stasiun I. Perbedaan nilai suhu pada setiap stasiun dapat disebabkan oleh kondisi geografis serta intensitas cahaya matahari yang masuk. Hal ini sesuai dengan Marlina *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa air sungai dapat dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang masuk kedalam air sungai dan kerapatan vegetasi dibantaran sungai. Rendahnya suhu pada stasiun I dikarenakan intensitas cahaya yang kurang masuk ke dalam air dan pada saat pengukuran suhu pada stasiun I kondisi cuaca sedang mendung. Stasiun III memiliki suhu tertinggi dikarenakan tidak banyak vegetasi yang menutupi aliran sungai dan pada saat pengambilan sampel cuaca cukup cerah sehingga intensitas cahaya matahari yang masuk lebih banyak.

Nilai suhu diperoleh dari perhitungan deviasi suhu yaitu selisih atau penyimpangan dan menjadi faktor fisika yang dapat mempengaruhi parameter fisika-kimia lingkungan yang lain. Deviasi menjadi indikator penting dalam menganalisis faktor fisika-kimia perairan (Sustama *et al.*, 2023). Tinggi rendahnya suhu juga diakibatkan oleh kondisi geografis lokasi, menurut Istiawan & Kastono (2019) semakin rendahnya suhu menunjukkan semakin tinggi lokasi. Suhu air memiliki hubungan erat dengan keberadaan makrozoobentos dalam suatu ekosistem perairan, karena suhu berperan penting dalam mengatur proses

kehidupan dan penyebaran organisme. Perubahan suhu akan mempengaruhi aktivitas metabolisme serta kemampuan reproduksi organisme tersebut (Safitri *et al.*, 2021).

b. pH

Nilai pH pada stasiun I hingga stasiun III berkisar antara 8,12-8,22 yang menunjukkan kondisi air di Sungai Konto memiliki kategori yang basa. Hal ini menunjukkan bahwa pH di Sungai Konto masih cocok untuk kehidupan makrozoobentos, sesuai dengan pernyataan Sulaeman *et al.* (2020) kisaran konsentrasi pH yang optimal bagi organisme air termasuk makrozoobentos sekitar 7-8. Nilai pH tertinggi yaitu pada stasiun III sedangkan nilai pH terendah yaitu pada stasiun I. Nilai pH di Sungai Konto berdasarkan baku mutu air yang ditetapkan di Sungai Konto dalam RPSDA WS Brantas tahun 2021 yaitu pada kategori kelas III berdasarkan ketetapan PP No. 22 tahun 2021 telah memenuhi kisaran optimal yang telah ditentukan yaitu pH 6-9. Tingkat keasaman (pH) merupakan salah satu parameter penting yang dapat mempengaruhi kualitas air serta kehidupan organisme didalamnya (Sulaeman *et al.*, 2020). Menurut Ramadhawati *et al.* (2021) salah satu faktor yang dapat mempengaruhi perubahan pH di sungai adalah pembuangan limbah. Menurut Amin *et al.* (2023) pH memiliki peran penting dalam menjaga kelangsungan hidup organisme akuatik termasuk makrozoobentos, karena dapat mempengaruhi unsur hara serta toksisitas dalam air.

c. TDS (Total Dissolved Salinity)

Nilai TDS yang dihasilkan setelah pengukuran dilokasi penelitian yaitu berkisar 107-107,33 mg/L. Nilai TDS tertinggi yaitu pada stasiun I dan II

sedangkan terendah pada stasiun III. Ketentuan baku mutu Sungai Konto dalam RPSDA WS Brantas tahun 2021 yaitu ditetapkan pada kategori kelas III berdasarkan ketetapan PP No. 22 tahun 2021 dan nilai TDS yang dihasilkan tidak melebihi baku mutu air Sungai Konto yang telah ditetapkan yaitu pada kelas III yang artinya kurang dari 1000 mg/L. Sumber utama dari padatan terlarut di perairan berasal dari limpasan limbah pertanian, rumah tangga, dan kegiatan industri. Peningkatan konsentrasi padatan terlarut juga dapat disebabkan oleh kandungan bahan organik dalam bentuk ion seperti kalsium, nitrat, fosfat, kalium, natrium, dan lain-lainnya yang terdapat di dalam air (Manune *et al.*, 2019). Tingginya kadar padatan tersuspensi (TDS) dalam air sungai diduga berkaitan dengan keberadaan ion-ion mineral yang terlarut di dalamnya (Tomtommy *et al.*, 2021).

d. BOD

Nilai BOD yang telah dihasilkan pada penelitian di Sungai Konto adalah berkisar 17,28 mg/L-21,31 mg/L. Nilai BOD tertinggi yaitu pada stasiun II sebesar 21,32 mg/L sedangkan nilai terendah pada stasiun I sebesar 17,28 mg/L. Menurut Fadilah (2022) kadar BOD dalam perairan dipengaruhi oleh jumlah bahan organik yang masuk, terutama berasal dari limbah rumah tangga. Hal ini sesuai dengan hasil observasi dilapang bahwasannya pada stasiun II banyak warga yang melakukan aktifitas membuang limbah rumah tangga ke sungai, dan terbapat banyak sampah yang dibuang disekitar bantaran sungai. Berdasarkan ketentuan baku mutu Sungai Konto dalam RPSDA WS Brantas tahun 2021 baku mutu Sungai Konto ditetapkan pada kategori kelas III berdasarkan ketetapan PP No. 22 tahun 2021 dan nilai BOD yang dihasilkan melebihi baku mutu tersebut dengan nilai baku mutu maksimal

adalah sebesar 6 mg/L, sedangkan nilai BOD yang didapat melebihi angka tersebut. Menurut Sara *et al.* (2018) tingkat BOD pada suatu sungai dapat dijadikan sebagai indikator pencemaran air, semakin tinggi nilai BOD, maka semakin buruk pula kualitas air sungai akibat meningkatnya pencemaran. Nilai BOD yang tinggi mencerminkan rendahnya kandungan oksigen terlarut serta tingginya tingkat pencemaran organik, yang dapat menghambat kelangsungan hidup organisme sungai termasuk makrozoobentos (Maulana & Kuntjoro, 2023).

e. COD

Nilai COD yang didapat di lokasi penelitian yaitu berkisar 58,19 mg/L-65,17 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa kadar COD di Sungai Konto tidak sesuai dengan syarat kehidupan makrozoobentos sesuai dengan Hasbi *et al.* (2015) dalam penelitiannya yang menyatakan bahwa keberadaan makrozoobentos masih ditemukan hingga COD sekitar 38 mg/L, namun keanekaragamannya sangat rendah. Kadar COD yang baik untuk makrozoobentos dengan keanekaragaman tinggi yaitu dibawah 20 mg/L. Nilai COD tertinggi yaitu pada stasiun II sedang terendah pada stasiun I. Nilai COD yang dihasilkan kurang dari baku mutu yang telah ditetapkan pada Sungai Konto dengan ambang maksimal sebesar 80 mg/L. Kadar COD yang tinggi bisa dikarenakan aktivitas warga yang membuang limbah domestik ke sungai sehingga sungai menjadi keruh dan tercemar (Ni'am *et al.*, 2022). Menurut Sandi *et al.* (2017) nilai COD pada perairan yang tidak tercemar adalah dibawah 20 mg/L. Afif *et al.* (2014) menjelaskan bahwa salah satu penyebab meningkatnya nilai COD adalah tingginya aktivitas oksidasi terhadap senyawa organik di dalam perairan. Pengukuran COD dilakukan untuk mengetahui jumlah

oksigen yang diperlukan dalam proses oksidasi seluruh senyawa organik, baik yang dapat terurai secara biologis maupun tidak.

f. DO

Hasil pengukuran DO yang telah dilakukan menunjukkan nilai berkisar 4,07 mg/L-4,23 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa kadar DO di Sungai Konto menunjukkan kadar yang cocok dan mendukung untuk kehidupan makrozoobentos. Sesuai dengan pernyataan Ibrahim *et al.* (2020), yang menyatakan bahwa kadar DO minimal sebesar 2 mg/L sudah dianggap cukup untuk mendukung kehidupan organisme akuatik termasuk makrozoobentos. Nilai DO tertinggi yaitu pada stasiun II dan III yaitu sebesar 4,23 mg/L sedangkan terendah pada stasiun I sebesar 4,07 mg/L. Berdasarkan ketentuan baku mutu Sungai Konto dalam RPSDA WS Brantas tahun 2021, baku mutu Sungai Konto ditetapkan pada kategori kelas III berdasarkan ketetapan PP No. 22 tahun 2021 dan nilai DO lebih dari baku mutu yang telah ditetapkan yaitu dengan batas minimal 3 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas perairan masih berada dalam kondisi yang memenuhi syarat kelayakan berdasarkan baku mutu yang ditetapkan. Konsentrasi oksigen dalam suatu perairan sangat mempengaruhi Kelangsungan hidup organisme yang ada di air. DO memiliki peran penting dalam kelangsungan hidup organisme yaitu untuk pernapasan, pertukaran zat, serta proses metabolisme yang akan menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan (Sinaga *et al.*, 2016). Menurut Alfatihah *et al.* (2022) rendahnya nilai DO diakibatkan oleh adanya aktivitas masyarakat disekitar bantaran sungai seperti pembuangan limbah, mencuci, dan lain-lainnya. Hal ini sesuai dengan hasil observasi pada lokasi penelitian yang telah

dilakukan bahwasannya terdapat aktivitas masyarakat sekitar yang telah disebutkan tersebut. Menurut Sidik *et al.* (2016) kandungan oksigen terlarut (DO) berperan dalam menentukan jumlah dan jenis makrozoobentos di perairan, semakin tinggi nilai DO maka semakin banyak jumlah makrozoobentos yang dapat hidup di lingkungan tersebut.

g. TSS

Hasil pengukuran TSS yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai TSS pada lokasi penelitian yaitu berkisar 27,13 mg/L-38,87 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa kadar TSS di Sungai Konto masih cocok untuk mendukung kehidupan makrozoobentos. Sesuai dengan pernyataan Culp *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa untuk mendukung kehidupan organisme air termasuk makrozoobentos, memerlukan kandungan TSS <80 mg/L. Nilai TSS tertinggi yaitu pada stasiun I sebesar 38,87 mg/L, sedangkan terendah pada stasiun II yaitu sebesar 27,13 mg/L. Nilai TSS yang dihasilkan tidak melebihi baku mutu yang telah ditetapkan pada Sungai Konto dengan ambang maksimal sebesar 100 mg/L. TSS merupakan jumlah padatan yang tersuspensi pada suatu perairan, apabila semakin tinggi nilai TSS maka air akan semakin keruh (Anggraini *et al.*, 2023). Menurut Natsir *et al.* (2021) nilai TSS yang tinggi dapat disebabkan oleh pembuangan limbah rumah tangga di bantaran sungai seperti air bekas cucian, mandi, dan lain-lainnya. Tinggi rendahnya TSS dalam air dapat dijadikan sebagai indikator sejauh mana perairan tersebut tercemar. Fathiyah *et al.* (2017) juga mendukung bahwa tingginya nilai TSS pada suatu perairan dapat mencerminkan tingginya tingkat pencemaran.

Berdasarkan hasil analisis kualitas air di Sungai Konto pada tiga stasiun pengamatan, diperoleh bahwa sebagian besar parameter fisika dan kimia masih berada dalam ambang batas baku mutu kelas III sesuai dengan PP No. 22 Tahun 2021 dalam RPSDA WS Brantas tahun 2021, kecuali parameter BOD yang menunjukkan nilai melebihi ambang batas (maksimal 6 mg/L), dengan kisaran 17,28–21,31 mg/L, mengindikasikan pencemaran bahan organik yang cukup tinggi. Kategori kelas III menunjukkan bahwasannya Sungai Konto diperuntukkan pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, dan untuk pengairan tanaman.

4.4 Nilai Korelasi Jumlah Individu Makrozoobentos Dengan Parameter Fisika-Kimia sungai

Berdasarkan hasil analisis korelasi jumlah individu makrozoobentos dan pengukuran parameter fisika-kimia air di tiga stasiun pengamatan, dilakukan perhitungan korelasi antara keduanya menggunakan perangkat lunak PAST 4.17. Hasil korelasi tersebut disajikan dalam Tabel 4.4. Hasil dari analisis korelasi pada tabel 4.4 menunjukkan bahwa suhu dengan nilai korelasi tertinggi yaitu pada genus *Erpobdella* dengan nilai korelasi -0,541. Hasil menunjukkan 0,40-0,599 yang artinya keduanya memiliki hubungan yang sedang. Hal ini mengindikasikan bahwa ada hubungan yang jelas antara suhu dan jumlah Genus *Erpobdella*, tetapi hubungan tersebut tidak sangat kuat atau sempurna. Artinya, perubahan suhu memang memiliki pengaruh terhadap jumlah *Erpobdella*, namun faktor-faktor lain juga mungkin berperan dalam menentukan kelimpahan mereka. Genus *Erpobdella* memiliki nilai negatif yang menunjukkan bahwa korelasi antar suhu dengan Genus

Erpobdella berbanding terbalik. Korelasi yang negatif menunjukkan bahwa jika satu variabel meningkat, variabel lainnya cenderung menurun. Dalam konteks ini, jika suhu air semakin tinggi, jumlah individu genus Erpobdella cenderung semakin rendah, dan sebaliknya. Hal ini sesuai dengan jumlah Erpobdella yang ditemukan pada stasiun I yaitu berjumlah 5 ekor dengan nilai suhu sebesar 23,40°C, sedangkan pada stasiun II dan III ditemukan dengan jumlah yang sama yaitu 4 individu dengan suhu pada stasiun II sebesar 23,70°C dan stasiun III sebesar 23,97°C.

Tabel 4.4. Nilai korelasi indeks keanekaragaman makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia air sungai.

Genus	Suhu	pH	TDS	BOD	COD	DO	TSS
Hydropsyche	-0,281	-0,054	-0,024	-0,604	-0,322	0,037	-0,045
Chironomus	0,170	0,417	-0,264	0,395	0,245	-0,109	0,007
Simulium	-0,035	-0,266	0,174	-0,234	-0,093	-0,424	0,406
Antocha	0,177	0,436	-0,474	-0,216	-0,292	0,058	0,246
Tipula	-0,005	-0,147	0,238	0,447	0,299	-0,460	0,128
Thiara	-0,154	-0,889	0,446	-0,265	-0,326	-0,022	0,037
Sulcospira	-0,511	-0,236	-0,400	-0,023	-0,236	0,396	-0,867
Baetis	-0,095	-0,245	-0,425	-0,610	-0,749	0,431	-0,140
Erpobdella	-0,541	0,375	-0,102	0,628	0,377	-0,404	0,231
Acentrella	0,251	-0,236	-0,287	-0,843	-0,734	0,587	-0,097

Parameter pH memiliki nilai korelasi tertinggi pada Genus Thiara dengan nilai korelasi -0,889. Hasil menunjukkan 0,8-1,000 yang artinya keduanya memiliki hubungan yang sangat kuat. Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan pada pH memiliki pengaruh yang dominan dan konsisten terhadap kelimpahan Genus Thiara di lokasi penelitian. Genus Thiara memiliki nilai negatif yang menunjukkan bahwa korelasi antar pH dan Genus thiara berbanding terbalik. Hal ini sesuai dengan jumlah Genus Thiara yang ditemukan di stasiun I yaitu sebanyak 6 ekor dengan pH 8,12 sedangkan di stasiun II sebanyak 4 ekor dengan pH 8,17.

Dalam hal ini menunjukkan bahwa Genus *Thiara* dapat hidup dalam pH yang sedikit basa. Hal ini sejalan dengan pernyataan Sahrin (2023) yang menyatakan bahwa umumnya kelas gastropoda dapat hidup pada lingkungan dengan pH berkisar antara 5,0 hingga 8,4. Genus *Thiara* merupakan genus yang termasuk kedalam Famili *Thiaridae* yang dimana memiliki toleransi yang baik terhadap perubahan suatu kualitas air (Widiyanto, 2016).

Parameter TDS memiliki nilai korelasi tertinggi dengan Genus *Antocha* yaitu dengan nilai korelasi sebesar -0,474, hasil menunjukkan 0,4-0,599 yang artinya keduanya memiliki hubungan yang sedang yang mengindikasikan bahwa hubungan tersebut jelas ada, namun tidak sangat kuat serta berbanding terbalik karena memiliki nilai korelasi yang negatif. Konsentrasi TDS yang tinggi dapat mengganggu pertumbuhan makrozoobentos, terutama jika disertai dengan peningkatan kekeruhan perairan. Hal ini disebabkan oleh tingginya kandungan zat terlarut, baik organik maupun anorganik, yang dapat mempengaruhi kualitas habitat organisme akuatik (Wahyuningsih *et al.*, 2022). Genus *Antocha* termasuk kedalam Famili *Limoniidae*, yang menurut Oscoz *et al.* (2011) *Limoniidae* merupakan salah satu famili Diptera yang dapat hidup diberbagai macam habitat.

Parameter BOD memiliki nilai korelasi tertinggi dengan Genus *Acentrella* yaitu dengan nilai korelasi sebesar -0,843. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai korelasi berkisar antara 0,8-1,000 yang artinya memiliki hubungan yang sangat kuat dan berbanding terbalik karena memiliki nilai korelasi yang negatif. Hal ini memperkuat indikasi bahwa peningkatan kadar BOD berdampak langsung terhadap penurunan kelimpahan organisme tersebut. Nilai korelasi yang negatif

menunjukkan apabila kadar BOD meningkat maka jumlah Genus Acentrella semakin menurun. Hal ini sesuai dengan jumlah individu yang ditemukan di stasiun I yaitu berjumlah 6 ekor dengan kadar BOD sebesar 17,28 mg/L, sedangkan pada stasiun 2 berjumlah 4 ekor dengan kadar BOD 21,31 mg/L dan pada stasiun III berjumlah 5 ekor dengan kadar BOD sebesar 20,42. Menurut Sulistyorini (2017) tingginya nilai BOD menunjukkan bahwa air telah tercemar oleh bahan organik sehingga organisme di perairan membutuhkan oksigen dalam jumlah tinggi. Hal ini dapat mempengaruhi jumlah organisme pada suatu ekosistem. Genus Acentrella termasuk kedalam Famili Baetidae, menurut Patang *et al.* (2018) Famili Baetidae dikenal dengan organisme yang tidak toleran terhadap perubahan kualitas air. Sehingga hal ini mendukung hasil dari korelasi dimana parameter BOD memiliki nilai korelasi yang sangat kuat dengan Genus Acentrella dan berbanding terbalik.

Parameter COD memiliki nilai korelasi tertinggi dengan Genus Baetis yaitu dengan nilai korelasi sebesar -0,749. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai korelasi berkisar antara 0,60-0,799 yang artinya memiliki hubungan yang kuat dan berbanding terbalik karena memiliki nilai korelasi yang negatif. Nilai korelasi yang negatif menunjukkan apabila kadar COD meningkat maka jumlah Genus Baetis semakin menurun. Hal ini sesuai dengan jumlah individu yang ditemukan di stasiun 2 berjumlah 2 ekor dengan kadar COD 65,17 mg/L dan pada stasiun III berjumlah 8 ekor dengan kadar COD sebesar 59,16 mg/L. Menurut Nuriani *et al.* (2018), nilai COD mencerminkan jumlah total oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik dalam air secara kimiawi. Sehingga semakin tinggi nilai COD, semakin besar pula konsentrasi bahan pencemar organik di perairan yang dapat

menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut. Hal ini berdampak negatif terhadap organisme akuatik yang membutuhkan oksigen untuk kelangsungan hidupnya. Genus *Baetis* termasuk kedalam Famili *Baetidae* yang dikenal dengan organisme yang sensitif terhadap perubahan kualitas air (Patang *et al.*, 2018). Sehingga hal ini mendukung hasil dari korelasi dimana parameter COD memiliki nilai korelasi yang kuat dengan Genus *Baetis* dan berbanding terbalik.

Parameter DO memiliki nilai korelasi tertinggi dengan Genus *Acentrella* yaitu sebesar 0,5871. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai korelasi berkisar antara 0,40-0,599 yang artinya memiliki hubungan yang sedang dan memiliki nilai korelasi positif. Nilai korelasi positif menunjukkan bahwa korelasi antara parameter DO dan Genus *Acentrella* tidak berbanding terbalik yang artinya apabila nilai DO meningkat maka jumlah individu Genus *Acentrella* juga meningkat. Genus *Acentrella* merupakan Genus yang termasuk kedalam Famili *Baetidae*, dimana ketersediaan DO yang memadai sangat penting bagi kelangsungan hidup dan perkembangan larva *Baetidae*. Menurut Santoso *et al.* (2021) Kadar DO dalam air merupakan indikator penting kualitas perairan karena oksigen sangat dibutuhkan oleh organisme akuatik untuk kelangsungan hidupnya. Ketersediaan DO yang memadai mendukung proses respirasi organisme air, sementara kadar DO yang rendah dapat mengganggu keseimbangan ekosistem akuatik.

Parameter TSS memiliki nilai korelasi tertinggi dengan Genus *Sulcospira* yaitu sebesar -0,867. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai korelasi berkisar antara 0,8-1,000 yang artinya memiliki hubungan yang sangat kuat dan berbanding terbalik karena memiliki nilai korelasi yang negatif. Menurut Sahilla *et al.* (2023)

Kadar *Total Suspended Solids* (TSS) yang tinggi dalam perairan dapat berdampak negatif terhadap kualitas air dan kehidupan organisme akuatik. Salah satunya adalah terjadi peningkatan kekeruhan air yang menghambat penetrasi cahaya matahari ke dalam badan air. Hal ini dapat mengakibatkan produksi oksigen terlarut menurun, yang dapat mempengaruhi metabolisme dan kelangsungan hidup biota perairan termasuk Genus *Sulcospira*. Menurut Al-Aqsha *et al.* (2023) jumlah dan kelimpahan dari Kelas Gastropoda dapat dipengaruhi oleh salah satu parameter fisika air yaitu TSS.

Berdasarkan pengukuran parameter fisika-kimia yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa pada Sungai Konto mulai mengalami pencemaran. Selain menggunakan parameter fisika-kimia, pencemaran juga dapat diketahui dengan menggunakan organisme perairan. Terjadinya pencemaran air merupakan akibat dari kelalaian perbuatan manusia seperti membuang sampah sembarangan ke sungai. Hal ini sejalan dengan Firman Allah SWT dalam Q.S. Ar-Rum (30) ayat 41 yang berbunyi:

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

Artinya: “telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (kejalan yang benar).” (Q.S. Ar-Rum [30]: 41).

Ayat ini menjelaskan bahwa Allah SWT menyebutkan bahwa telah terjadi kerusakan di darat dan dilaut yang disebabkan campur tangan manusia. Pada penggalan ayat “*al-fasadu*” yang artinya telah tampak, menurut Tafsir Tahlili (Kemenag, 2011) Al-fasad artinya keluarnya sesuatu dari keseimbangan baik

sedikit, maupun banyak atau bermakna rusak. Al-fasad adalah segala bentuk pelanggaran manusia atas sistem atau hukum yang telah dibuat Allah SWT, yang diterjemahkan dengan “perusakan”. Perusakan yang dimaksud dalam ayat ini adalah berupa pencemaran alam atau bahkan penghancuran alam, sehingga tidak bisa untuk dimanfaatkan lagi. Dalam ayat ini juga terdapat perintah dari Allah, yaitu sebagai khalifah, manusia harus mengikuti dan mematuhi semua hukum Allah, termasuk tidak melakukan kerusakan terhadap sumber daya alam yang ada (Tafsir Talili, 2011). Sehingga *muamalah ma'annas* dalam ayat ini adalah manusia sebagai khalifah dilarang untuk membuat kerusakan yang ada di bumi, dan tugas manusia adalah untuk menjaga bumi agar terhindar dari kerusakan.

Penjelasan diatas sesuai dengan kondisi Sungai Konto yang dimana terjadi perubahan kualitas airnya. Akibatnya terjadilah penurunan kualitas air sungai sehingga dapat mengganggu fungsi-fungsi vital dari sungai. Hal ini juga berdampak pada biota air yang hidup didalam sungai, dimana dapat mengurangi keanekaragaman dari organisme yang ada disungai.

Keanekaragaman makrozoobentos di suatu perairan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan beberapa faktor lainnya seperti kelalaian perbuatan manusia. Berdasarkan hasil penelitian keanekaragaman makrozoobentos pada Sungai Konto tergolong sedang. Hal ini disebabkan oleh kondisi sungai yang sudah mulai tercemar akibat perubahan kualitas air sungai. Oleh karena itu Allah berfirman dalam Q.S. Al-A'raf [7]: 56 yang berbunyi:

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

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*” (Q.S. Al-A’raf [7]: 56).

Penggalan ayat yang berbunyi “*walaatufsidu fil ardhi*” yang artinya janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi, menurut Tafsir Tahlili (Kemenag, 2011), Allah melarang manusia agar tidak membuat kerusakan di bumi salah satunya merusak lingkungan. Dalam ayat ini juga menjelaskan bahwa Allah telah menciptakan bumi dengan segala kelengkapannya, seperti gunung, lembah, sungai, lautan, dan lain-lainnya, yang seluruhnya ditujukan untuk kepentingan manusia agar dapat di manfaatkan dan di olah dengan baik untuk kesejahteraan manusia. Jika dikaitkan dengan *muamalah ma’alalam* penelitian ini diharapkan masyarakat sekitar senantiasa menjaga kelestarian lingkungan sekitar termasuk sungai, agar organisme seperti makrozoobentos dapat berkembang biak dengan baik di ekosistemnya sehingga ekosistem yang ada tetap terjaga keseimbangannya.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Genus makrozoobentos yang didapat dilokasi penelitian sebanyak 10 genus dengan 9 famili dan 6 ordo, genus tersebut yaitu Hydropsyche, Antocha, Tipula, Chironomus, Simulium, Baetis, Acentrella, Thiara, Sulcospira, dan Erpobdella.
2. Nilai indeks keanekaragaman di Sungai Konto memiliki nilai indeks keanekaragaman kumulatif sebesar 1,960 yang menunjukkan kategori keanekaragaman yang sedang. Sedangkan nilai indeks dominansi kumulatif sebesar 0,192 yang menunjukkan bahwa tidak ada spesies yang mendominasi.
3. Parameter fisika-kimia meliputi suhu menghasilkan nilai dengan kisaran 23,40-23,97 °C, pH menghasilkan kisaran 8,12-8,22, DO berkisaran 4,07-4,23 mg/L, COD menghasilkan kisaran 58,19-65,17 mg/L, TSS berkisaran 27,13-38,87 mg/L, TDS berkisaran 107-107,33 mg/L, dan parameter BOD menghasilkan nilai dengan kisaran 17,28-21,31 mg/L.
4. Hasil analisis korelasi parameter fisika kimia menghasilkan korelasi negatif yang terdiri dari suhu dengan tingkat hubungan sedang pada Genus Erpobdella. COD dengan tingkat hubungan kuat dengan Genus Baetis, pH dengan tingkat hubungan yang kuat dengan Genus Thiara, TDS dengan tingkat hubungan yang sedang dengan Genus Antocha, BOD dengan tingkat hubungan yang sangat kuat dengan Genus Acentrella, dan TSS dengan tingkat hubungan yang sangat kuat

dengan Genus *Sulcospira*. Sedangkan korelasi positif yang terdiri dari parameter DO dengan Genus *Acentrella* dengan tingkat hubungan yang sedang.

5.2 Saran

Saran yang dapat diambil pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilaksanakan penelitian lanjutan di aliran Sungai Konto, khususnya diluar Kecamatan Pujon.
2. Perlu dilaksanakan penelitian yang serupa pada musim yang berbeda.
3. Perlu dilaksanakan penelitian dengan membandingkan antara area hulu dan hilir Sungai Konto.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Zainal. (2018). Studi Keanekaragaman dan Struktur Komunitas Perifiton di Perairan Sungai Coban Rondo Malang. *G-Tech Jurnal Teknologi Terapan*, 1(2), 93-97.
- Adesakin, T. A., Erhomosele, E. I., Ogunrinola, O. F., *et al.* (2023). Using benthic macroinvertebrates as bioindicators to evaluate the impact of anthropogenic stressors on water quality and sediment properties of a West African lagoon. *Heliyon*, 9(9), e19508.
- Adharani, N., Affandi, R. I., Rachmawati, N. F., *et al.* (2024). *Pengantar Ilmu Perikanan dan Kelautan*. Makassar: CV. Tohar Media.
- Adlim, F. F. F. *et al.* (2024). Keanekaragam Makrozoobenthos Sebagai Parameter Tingkat Kesehatan Air di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu. *Jurnal Laot Ilmu Kelautan*, 6(1), 99-109.
- Afif, J., Ngabekti, S., & Pribadi, T. A. 2014. Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Perairan Di Ekosistem Mangrove Wilayah Tapak Kelurahan Tugurejo Kota Semarang. *Life Science*. 3(1).
- Afifatur, M. (2022). Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Di Kali Pelayaran Kabupaten Sidoarjo. *Environmental Pollution Journal*, 1(3), 255–262.
- Afriani, R. (2017). Inventarisasi Makrozoobentos Sebagai Indikator Biologis Kondisi Perairan Di Dusun Dawar Lama Kabupaten Bengkayang. *Edumedia*, 1(1), 33-41.
- Ajayi, O. J., & Olusi, T. A. 2018. Cytotaxonomic study of the larvae of blackfly (Diptera: Simuliidae) from River-Ose, Ondo State, Nigeria. *Journal of Parasitology and Vector Biology*, 10(7), 79-86.
- Ajiansyah, E., & Surdin. (2016). Deskripsi Kerusakan Bantaran Sempadan Sungai Abaito Sub Das Roraya di Desa Ahuangguluri Kecamatan Baito Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Penelitian Pendidikan Geografi*, 1(1), 429-438.
- Al-Aqsha, L. M. R. R., Damayanti, A. A., & Jefri, E. (2023). Keanekaragaman dan kelimpahan gastropoda di perairan Teluk Swage, Desa Pemongkong, Kecamatan Jerowaru, Lombok Timur. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 6(2), 917-927.
- Alfatihah, A., Latuconsina, H., & Prasetyo, H. D. (2022). Analisis Kualitas Air Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia di Perairan Sungai Patrean Kabupaten Sumenep. *Aquacoastmarine*, 1(2), 76-84.
- Amin, Y. Y., Jamaluddin, & Kaseng, E. S. (2023). Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Air di Hutan Mangrove Pantai Kuri Caddi di Kabupaten Maros. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(10), 359–369.
- Amrillah, A. M., Salamah, L. N., Amin, A. A., *et al.* (2023). *Biomonitoring Lingkungan Akuatik*. Malang: UB Press.

- Ananta, S., & Harahap, A. (2022). Distribusi dan Keanekaragaman Makrozoobentos. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*. 5(1): 286-294.
- Anggraini, I. F., Kusniawati, E., & Mayangsari, M. (2023). Pemanfaatan Tongkol Jagung Pada pembuatan Karbon Aktif dengan Menggunakan Aktivator (Na_2CO_3) Serta Pengaruhnya Terhadap Sampel Air Sumur Gali Menggunakan Parameter pH, Turbidity, Total Suspended Solid (TSS) dan Total Dissolved Solid (TDS). *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(5), 2261-2272.
- Azizah, M., & Humairah, M. (2015). Analisis kadar amonia (NH_3) dalam air di Sungai Cileungsi. *Nusa Sylva*, 15(82), 47–54.
- Azizi, A., Sari, D. A. P., & Agusti, A. T. (2021). *Metode Analisis Next Generation Sequencing (NGS)*. Makassar: PT. Nas Media Indonesia.
- Balfas, M. & Citra, R. A. D. (2024). *Rekayasa Tropis: Inovasi dan Pengembangan Energi Hijau dalam Mendukung Pembangunan Berkelanjutan di IKN*. Sleman: Deepublish.
- Balqish, A., Hutasuhut, M. S., & Idami, Z. (2024). Macrozoobenthos Diversity As Bioindicator of Water Quality in The Namu Sira-Sira River, Durian Lingga Village, Langkat Regency, North Sumatra. *Jurnal Pembelajaran Dan Biologi Nukleus*, 10(3), 1036-1050.
- Bilotta, G. S. & Brazier, R. E. (2008). Understanding the Influence of Suspended Solids on Water Quality and Aquatic Biota. *Water Research*, 42(12).
- Buwono, N. R., et al. (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.
- Ciadamidaro, S., Mancini, L., & Rivoecchi, L. (2016). Black flies (Diptera, Simuliidae) as ecological indicators of stream ecosystem health in an urbanizing area (Rome, Italy). *Ann Ist Super Sanità*, 52,(2), 269-276.
- Cianfanelli, S., Talenti, E., & Bodon, M. 2016. Mieniplotia Scabra (Müller, 1774), Another Gastropod Invasive Species In Europe And The Status Of Freshwater Allochthonous Molluscs In Greece and Europe. *Mediterranean Marine Science*, 17(1), 253-263.
- Culp, J. M., Brua, R. B., Benoy, G. A., & Chambers, P. A. (2013). Development of reference conditions for suspended solids in streams. *Canadian Water Resources Journal / Revue Canadienne Des Ressources Hydriques*, 38(2), 85–98.
- Departemen Agama RI. (2011). *Tafsir Tahlili (Al-Qur'an dan Tafsirnya Jilid III)*. Jakarta: Widya Cahaya.
- Departemen Agama RI. (2011). *Tafsir Tahlili (Al-Qur'an dan Tafsirnya Jilid V)*. Jakarta: Widya Cahaya.
- Departemen Agama RI. (2011). *Tafsir Tahlili (Al-Qur'an dan Tafsirnya Jilid VII)*. Jakarta: Widya Cahaya.
- Desinawati, Adi, W., & Utami, E. (2018). Struktur Komunitas Makrozoobentos di Sungai Bakil Kabupaten Bangka. *Akuatik Jurnal Sumberdaya Perairan*, 12(2), 54-63.

- Dirisu, A., J. O. Olomukoro, & T. O. T. Imoobe. 2018. Limnochemical Characterization of Lotic and Lentic Ecosystems in Agbede Wetlands. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.* 18: 585-595.
- Effendi, H. (2024). *Telaah Kualitas Air*. Sleman: Penerbit PT Kanisius.
- Evans, T. G. & Kultz, D. (2020). The Celluler Stress Respons in Fish Exposed to Salinity Fluctuation. *Journal of Experiment Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology*, 333(6), 421-435.
- Fachrul, M. F. (2007). *Metode Sampling Bioekologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Fadilah K, Jawwad MAS, & Nisa SQZ, 2022. Struktur Komunitas Fitoplankton sebagai Indikator Kualitas Air di Kali Mas Kota Surabaya. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*; 10(2): 799-808.
- Fathiyah, N., Pin, T. G., & Saraswati, R. 2017. Pola Spasial Dan Temporal Total Suspended Solid (TSS) Dengan Citra SPOT Di Estuari Cimandiri, Jawa Barat. In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*. 8:518-526.
- Firdhausi, N. F. (2019). Pengenalan Makroinvertebrata Bentik sebagai Bioindikator Pencemaran Perairan Sungai pada Siswa di Wonosalam, Mojokerto, Jawa Timur. *Agrokreatif: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(3): 210–215.
- Gawad, S.S.A. & E.I. Abdel-Aal. 2018. Impact of flood cycle on phytoplankton and the macro invertebrates associated with *Myriophyllum spicatum* in lake Nasser khors (Egypt). *J. Biol. Sci.*, 18: 51-67.
- GBIF. 2025. Genus Acentrella. Diakses dari. <https://www.gbif.org/>
- GBIF. 2025. Genus Antocha. Diakses dari. <https://www.gbif.org/>
- GBIF. 2025. Genus Baetis. Diakses dari. <https://www.gbif.org/>
- GBIF. 2025. Genus Chironomus. Diakses dari. <https://www.gbif.org/>
- GBIF. 2025. Genus Erpobdella. Diakses dari. <https://www.gbif.org/>
- GBIF. 2025. Genus Hydropsyche. Diakses dari. <https://www.gbif.org/>
- GBIF. 2025. Genus Simulium. Diakses dari. <https://www.gbif.org/>
- GBIF. 2025. Genus Sulcospira. Diakses dari. <https://www.gbif.org/>
- GBIF. 2025. Genus Tipula. Diakses dari. <https://www.gbif.org/>
- Ge, J., Chen, J., Zi, F., Song, T., Hu, L., He, Z., Wu, L., Ding, Y., & Li, H. (2025). Seasonal Variations in Macrobenthos Communities and Their Relationship with Environmental Factors in the Alpine Yuqu River. *Biology*, 14(2), 120.
- Gerber, A. and Gabriel, M.J.M. (2002) Aquatic Invertebrates of South African Rivers. Institute of Water Quality Study.
- Grabowski B. (2016). "P < 0.05" Might Not Mean What You Think: American Statistical Association Clarifies P Values. *Journal of the National Cancer Institute*, 108(8).
- Halder, J.N. and Islam, M.N. (2015) Water Pollution and Its Impact on the Human Health. *Journal of Environment and Human*, 2, 36-46.
- Harahap, A. (2022). The Diversity Of Macrozoobenthos River Aek Buru District Labuhan Batu Utara. *International Journal of Science, Technology & Management*, 3(1), 292–298.

- Hasbi, M., Lubis, A., & Harahap, S. (2015). Pollution Level Of Air Hitam River In Tofu Industry Area Pekanbaru Based On Water Quality and Macrozoobenthos. , 2, 1-8.
- Hertika, A. M. S., Putra, R. B. D. S., & Arsad, S. (2022). *Buku Ajar Kualitas Air dan Pengelolaannya*. Malang: UB Press.
- Hidayat, A. et al. (2023). Pengaruh Perilaku Masyarakat Terhadap Kualitas Air Sungai di Kabupaten Tapin Kalimantan Selatan, *Jurnal Jukung Teknik Lingkungan*, 9(1), 49-62.
- Ibrahim, A., Imroatushshoolikhah, I. Toruan, R., Akhdiana, I, & Lukman, L. 2020. Komunitas makroinvertebrata bentik di perairan Situ Cibuntu, Jawa Barat. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*. 9(3): 501-509.
- Ikhwan, R. A. (2024). *Arthropoda Kelas Crustacea*. Indramayu: CV. Adanu Abimata.
- Indonesian Journal Of Sociology, Education, and Development*, 1(1), 3646.
- Irwan M., Alianto, & Y. T. Toja. 2017. Kondisi Fisik Kimia Air Sungai yang Bermuara di Teluk Sawaibu Kabupaten Manokwari. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 1(1), 81-92.
- Istiawan, N. D., & Kastono, D. 2019. Pengaruh ketinggian tempat tumbuh terhadap hasil dan kualitas minyak cengkih (*syzygium aromaticum* (L.) Merr. & perry.) di Kecamatan Samigaluh, Kulon Progo. *Vegetalika*. 8(1):27-41.
- Jurnal Oseanografi*, 4(2), 116387.
- Juwono, P. T., & Subagiyo, A. (2019). Integrasi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dengan Wilayah Pesisir. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Kendzierska, H., & Janas, U. (2024). Functional diversity of macrozoobenthos under adverse oxygen conditions in the southern Baltic Sea. *Scientific reports*, 14(1), 8946.
- Kim, S. K. (2015). Morphology and ecological notes on the larvae and pupae of *Simulium* (*Simulium*) from Korea. *Animal Systematics, Evolution and Diversity*, 31(4), 209-246.
- Kim, Sam-kyu. (2015). Morphology and Ecological Notes on the Larvae and Pupae of *Simulium* (*Simulium*) from Korea. *Animal Systematic, Evolution, and Diversity*, 31(4), 209-246.
- Kimku, A., Surtikanti, H. K., & Suwandi, T. (2024). *The Diversity of Macrozoobenthos as a Bioindicator of Water Quality in the Upper Cikapundung River*. 1(1), 37–48.
- Koehnken, L., Rintoul, M., Goichot, M., Tickner, D., Loftus, A., & Acreman, M. (2020). *Impacts of riverine sand mining on freshwater ecosystems: A review of the scientific evidence and guide*.
- Koesoebiono. (1987). *Ekologi perairan*. Bogor: Fakultas Perikanan IPB.
- Komala, R. (2023). *Benthos (Penyusun Komunitas Zona Bentik*. Purwodadi: CV. Sarnu Untung.
- Kremer, L. B., & Caldwell, C. A. (2022). Wildfire effects on mass and thermal tolerance of *Hydropsyche oslari* (Trichoptera) in southwestern USA montane grassland streams. *Freshwater Science*, 41(1), 62-76.

- Kutschera, U. 2004. Description of a new leech species, *Erpobdella wuttkei* nov. sp. (Hirudinea: Erpobdellidae). *Lauterbornia*. (52). 147-151.
- Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an. (2010). *Tafsir Ilmi (Penciptaan Bumi dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains)*. Jakarta.
- Latuamury, Bokiraiya. 2020. *Buku Ajar Manajemen DAS Pulau-Pulau Kecil*. Penerbit Deepublish. Yogyakarta.
- Latuconsina, H. (2021). *Ekologi Ikan Perairan Tropis (Biodiversitas, Adaptasi, Ancaman, dan Pengelolaannya)*. Sleman: Gadjah Mada University Press.
- Likens, G. (2010). *River Ecosystem Ecology: A Global Perspective*. Elsevier Science, New York.
- Lilis, WaNurgayah, & Irawati, N. (2019). Struktur Kominutas dan Pola Sebaran Zooplankton di Perairan Desa Sawapudo Kecamatan Soropia Kabupaten Konawe. *Sapa Laut*. 4(4): 205-217.
- low, m. e., & tan, s. k. (2014). Mieniplotia Gen. Nov. For Buccinum Scabrum of Müller, 1774, With Comments On The Nomenclature of Pseudoplotia Forcart, 1950, and Tiaropsis Brot, 1870 (Gastropoda: Caenogastropoda: Cerithioidea: Thiaridae). *Occasional Molluscan Papers*, 3, 15-17.
- Manune, S. Y., Nono, K. M., & Damanik, D. E. R. 2019. Analisis Kualitas Air pada Sumber Mata Air di Desa Tolnaku Kecamatan Fatule'u Kabupaten Kupang Nusa Tenggara Timur. *Jurnal of biotropikal Sains*, 16 (1), 40-53 .
- Marlina, N., Hudori, H., & Hafidh, R. (2017). Pengaruh Kekasaran Saluran Dan Suhu Air Sungai Pada Parameter Kualitas Air Cod, Tss Di Sungai Winongo Menggunakan Software Qual2Kw. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 9(2), 122–133.
- Marpaung, S. M., Muhammad, F., & Hidayat, J. W. (2014). Keanekaragaman dan Kelimpahan Larva Insecta Akuatik Sebagai Bioindikator Kualitas Air di Sungai Garang, Semarang. *Jurnal Biologi*, 3(4), 1-8.
- Maryunani. (2018). *Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Pembangunan Ekonomi Secara Berkelanjutan*. Malang: UB Press.
- Maulana, M. A. & Kuntjoro, S. (2023). Hubungan Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos dengan Kualitas Air Kali Surabaya, Wringinanom, Gresik. *LenteraBio*, 12(2), 219-228.
- Nadaa, M. S., Taufiq-Spj, N., & Redjeki, S.(2021). Kondisi Makrozoobentos (Gastropoda dan Bivalvia) pada Ekosistem Mangrove, Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Jakarta. *Buletin Oseanografi Marina*, 10(1), 33-41.
- Napitupulu, M., Sinaga, T., & Sinambela, M. (2024). Macrozoobenthos Communities Found In The Waters Of Mariah Bandar Springs. *International Journal of Science, Technology & Management*. 5(4), 834-839.
- Nasution, L., Siburian, R. A. F., & John, A. H. (2024). *Hewan Invertebrata*. Medan: UMSU Press.
- Natsir, M. F., et al. (2021) Analisis Kualitas BOD, COD dan TSS Limbah Cair Domestik (Grey Water) Pada Rumah Tangga di Kabupaten Maros. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan*, 4(1), 20-25.

- Ngatimin, S. N. A., Muhanniah, Arif, M., *et al.* (2020). *Agrohidrologi (Senandung Kehidupan Tentang Pencemaran Air)*. Yogyakarta: Leutikaprio.
- Ni'am AC, Sari AN, Nabilah KB, Terrukeni GJ, Mukminin A. & Syah CB, 2022. Biomonitoring Kualitas Air Sungai Kalibokor Sebrang Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya Menggunakan Metode Biotilik. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan* ; 7(2): 48-55.
- Nuriani, L., Basri, H., & Khairullah, K. 2018. Analisis Kelas Mutu Air Berdasarkan Baku Mutu Di Sub Das Kalarengkih Kabupaten Aceh Tengah. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 3(3): 260-269.
- Nursaini, D. & Harahap, A. (2022). Kualitas Air Sungai. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 5(1): 312-321.
- Octavina, C., *et al.* (2025). Diversity and distribution of benthic macroinvertebrates in Krueng Aceh watershed, Aceh Province, Indonesia. *BIODIVERSITAS*, 26(2), 601-616.
- Odum, E. P. (1993). *Dasar-Dasar Ekologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Oktarina, A. & T.S. Syamsudin. 2017. Komunitas makrozoobentos di ekosistem lotik kawasan kampus Institut Teknologi Bandung, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 3(2): 175-182
- Oscoz, J., Galicia, D., & Miranda, R. (2011). *Identification Guide of Freshwater Macroinvertebrates of Spain*. London: Springer Dordrecht Heidelberg.
- Pamuji, A., Muskananfolo, M. R., A'in, C. (2015). Pengaruh Sedimentasi Terhadap Kelimpahan Makrozoobentos di Muara Sungai Betahwalang Kabupaten Demak. *Jurnal Saintek Perikanan*. 10(2) : 129-135
- Patang, F., Soegianto, A., & Hariyanto, S. (2018). Benthic Macroinvertebrates Diversity as Bioindicator of Water Quality of Some Rivers in East Kalimantan, Indonesia. *International Journal of Ecology*, 2018, 1-11.
- Pelealu, G. V. E., Koneri, R., & Butarbutar, R. R. (2018). Kelimpahan dan Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Air Terjun Tunan, Talawan, Minahasa Utara, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Sains*, 18(2), 97-102.
- Permadi, L., Indrayanti, E., & Rochaddi, B. (2015). Studi Arus Pada Perairan Laut Di Sekitar Pltu Sumuradem Kabupaten Indramayu, Provinsi Jawa Barat.
- Perveen, F. K. (2021). *The Wonders of Diptera: Characteristic, Diversity, and Significance for The Word's Ecosystem*. France: IntechOpen.
- Phlai-ngam, S., *et al.* (2022). Megabranchiella gen. nov., a new mayfly genus (Ephemeroptera, Baetidae) from Thailand with description of two new species. *Zookeys*, 1125, 1-31.
- Pratiwi, R. 2001. The Ecology of Burrowing Decapods (Crustacea). *Oseana*, 26(4), 25-32.
- Prommi, T. O. (2018). Ecological and Economic Importance of Trichoptera (Aquatic Insect). *Journal of Food Health and Bioenvironmental Science*, 11(1), 125-248.
- Purba, I. R. (2022). *Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air*. Cv. Azka Pustaka.

- Puspitasari, H., Fianjani, A. S., Viana, R. O., *et al.* (2023). Keanekaragaman Makrozoobenthos Sungai Logawa, Jawa Tengah. *Jurnal Maiyah*, 2(3): 257-268.
- Putri, Reizha A., and Azizah Rachmawati. (2016). Studi Perencanaan Perkuatan Tebing Sungai Konto di Desa Ngroto Kecamatan Pujon Kabupaten Malang. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 4(1): 12-21.
- Rachman, H., Priyono, A., & Mardianto, Y. (2016). Makrozoobenthos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Di Sub DAS Ciliwung Hulu. *Media Konservasi*, 21(3), 261–269.
- Rahardi, P., Widiyanti, F., & Krisnanda, B. I. (2021). *Pemuda & Perairan, Simbol Romantisme Kelestarian: Antologi Esai Lingkungan Perairan*. Mungkid: Penerbit Pustaka Rumah Cinta.
- 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).
- Rohmah, I. L., Hadi, U. K., & Soviana, S. (2018). Larval breeding habitat of *Simulium* (Diptera: Simuliidae) around stream of waterfall areas of Bogor forest management unit. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(2), 3167-3172
- Rosalina, D. et al. (2022). Keanekaragaman Makrozoobentos di Pantai Tukak Kabupaten Bangka Belitung Selatan. *Jurnal Kelautan Nasional*. 17(3), 189-198.
- Roziaty, E, Kusumadani, A. I., & Aryani, I. (2016). *Biologi Lingkungan*. Suratakarta: Muhammadiyah University Press.
- Rufusova, A., Beracko, P., Bulankova, E. (2017). *Benthic Invertebrates and Their Habitats*. Bratislava: Comenius University in Bratislava.
- Saalidong, B. M., Aram, S. A., Otu, S., & Lartey, P. O. (2022). Examining the dynamics of the relationship between water pH and other water quality parameters in ground and surface water systems. *PloS one*, 17(1), 1-17.
- Safitri, A., Melani, W. R., & Muzammil, W. (2021). Komunitas makrozoobentos dan kaitannya dengan kualitas air aliran sungai Senggarang, Kota Tanjungpinang. *Aquatic Sciences Journal*, 8(2), 103-108.
- Sahilla, D., Susiana, S., Kurniawan, D., Karyawati, K., & Rochmady, R. (2023). Gastropod community structure in the water of Terkulai Island Tanjungpinang City. *Akuatikisile: Jurnal Akuakultur, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*, 7(2), 131-137.
- Sahrin, E.F., S. Jayanthi, S. Wardania, S.M. Sitakar, M.T. Sari, R. Jannah. 2023. Study of the Gastropoda Community in Cermin Coast, Paya Dua Village, Peudawa District, East Aceh District, Aceh. *Jurnal Biologi Tropis*. 23(2): 345-351.

- Sandi, M. A., Arthana, I. W., & Sari, A. H. W. 2017. Bioassessment dan Kualitas Air Daerah Aliran Sungai Legundi Probolinggo Jawa Timur. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. 3(2):233-241.
- Sanny, B. I., Dewi, R. K. (2020). Pengaruh Net Interest Margin (NIM) Terhadap Return on Aset (ROA) Pada PT Bank Pembangunan Daerah Jawa Barat dan Banten Tbk Periode 2013-2017. *Jurnal E-Bis (Ekonomi-Bisnis)*. 4(1): 78-87.
- Santoso, T., Sutanto, A., & Achyani, (2021). Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air di Danau Asam Suoh Lampung. *BIOEDUKASI: Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(2), 213-220.
- Sanusi, A., Arif, F., & Hasyim, R. S. (2022). *Perubahan Eksistensi Sungai dan Pengaruhnya Bagi Kehidupan Sosial Ekonomi Masyarakat Kota Cirebon Pada Masa Hindia Belanda Tahun 1900-1942*. Cirebon: Penerbit Yayasan Wiyata Bestaru Samasta.
- Saputri, G., & Arsi, A. A. (2019). Pemanfaatan Sungai Langkap sebagai Tempat Pembuangan Limbah Rumah Tangga di Kabupaten Purbalingga.
- Sara, P. S., Astono, W., & Hendrawan, D. I. (2018). Kajian Kualitas Air di Sungai Ciliwung Dengan Parameter BOD dan COD.
- Sarah, A., Sarah, S., Sentia, L.. 2020. Keanekaragaman Benthos Di Perairan Pantai Kaca Kacu Deudap Pulo Aceh, Kabupaten Aceh Besar. *Prosding Seminar Nasional*. 8(1), 218-221.
- Sarah, Y., et al. (2023). Kepadatan Makrozoobentos di Perairan Peunaga Rayeuk Kecamatan Meureubo Kabupaten Aceh Barat. *Jurnal Perikanan Tropis*, 10(1), 11-20.
- Setiawan, C., Adiputra, A., A'Rachman, F. R., & Hardi, O. S. (2023). *Air Tanah Sebagai Aspek Penting Bagi Kelangsungan Hidup*. Jakarta Timur: UNJ Press.
- Setyahartini, S., Suyadi., Ali, M., Mirza, M. A., Subiono, T. (2024). *Dampak Aktivitas Pembangunan Terhadap Kondisi Fisik dan Kimiawi Air Sungai Mahakam*. Sleman: Penerbit Deepublish Digital
- Setyowati, L. F., Rudyanti, S., & Rahman, A. (2025). Analisis Kelimpahan Makrozoobentos dan Bahan Organik Sedimen Sebagai Bioindikator Pencemaran Sungai Kreo dan Sungai Banjir Kanal Barat. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 12(1), 13-22.
- Sharma, R., Kumar A., Vyas V. 2013. Diversity of macrozoobenthos in Morand River-A tributary of Ganjal River in Narmada Basin. *Int J Adv Fish Aquat Sci*. 1(1).
- Sidik, R. Y., Dewiyanti, I., & Octavina, C. (2016). Struktur komunitas Makrozoobentos di Beberapa Muara Sungai Kecamatan Susoh Kabupaten Aceh Barat Daya. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 1(2), 287-296.
- Simanjuntak, S. L., Muskananfolo, M. R., & Taufani, W. T. (2018). Analisis Struktur Sedimen dan Bahan Organik Terhadap Kelimpahan Makrozoobenthos di Muara Sungai Jajar, Demak. *Journal Of Maquares*, 7(4), 423-430.

- Simbolon AS, Sembiring M, Sabrina T. 2018. Description of macrofaunal communities at different thicknesses of Sinabung volcanic ash on andisol soil in Karo Regency. *Jurnal Pertanian Tropik*, 5 (1), 2356-4725.
- Sinaga, E. L. R., Muhtadi, A., & Bakti, D. (2016). Profil suhu, oksigen terlarut, dan pH secara vertikal selama 24 jam di Danau Kelapa Gading Kabupaten Asahan Sumatera Utara. *Omni-Akuatika*, 12(2), 114-124.
- Singkam, A. R., *et al.* (2023). Keanekaragaman Genus Larva Nyamuk dan Karakteristik Tempat Perkembangbiakannya di Sepanjang Selokan Jalan Bandar Raya Kota Bengkulu. *BioEksakta: Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 5(4), 207-211.
- Sipayung, R. H. & Poedjirahajoe, E. (2021). Pengaruh Karakteristik Habitat Mangrove Terhadap Kepadatan Kepiting (*Scylla serrata*) di Pantai Utara Kabupaten Demak. Jawa Tengah. *Jurnal Tambora*, 5(2), 21-30.
- Sirait, M., Rahmatia, F., & Pattullo, P. 2018. Komparasi Indeks Keanekaragaman Dan Indeks Dominansi Fitoplankton Di Sungai Ciliwung Jakarta (Comparison Of Diversity Index And Dominant Index Of Phytoplankton At Ciliwung River Jakarta). *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal Of Marine Science And Technology*. 11(1): 75-79.
- Sitorus, H. (2024). *Ekologi Perairan*. Pasaman: CV. Azka Pustaka.
- Sket, B., Trontelj, P. (2008). Global diversity of leeches (Hirudinea) in freshwater. *Hydrobiologia*. 595: 129-137.
- Sofiana, L., Nofisulastri, & Safnowandi. 2023. Pola Distribusi Siput Air (Gastropoda) Sebagai Bioindikator Pencemaran Air di Sungai Unus Kota Mataram Dalam Upaya Pengembangan Modul Ekologi. *Biocaster: Jurnal Kajian Biologi*, 3(3), 130-154.
- Sukhomlin, K. B., *et al.* (2022). The biology of *Simulium erythrocephalum* and *S. chelevini* (Diptera, Simuliidae): Morphological, ecological and molecular data. *Biosystems Diversity*, 30(1), 3-11.
- 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.
- Sulistiyarto, B. (2014). Kolonisasi Larva Chironomidae pada Substrat Buatan di Perairan Dataran Banjir Sungai Rungan: Pengaruh Kualitas Air. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 3(2), 20-24.
- Sulistiyarto, B. (2016). Preferensi Chironomidae (Diptera) Memilih Jenis Media Air untuk Tempat Bertelur. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 5(2), 105-109.
- Sulistiyarto, B. (2023). Metode Sederhana Budidaya Bloodworm (Larva Chironomidae) Menggunakan Pakan Pellet Ikan Komersial. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 12(1), 30-34.
- Sulistiyorini, I. S., Edwin, M., & Arung, A. S. 2017. Analisis Kualitas Air Pada Sumber Mata Air Di Kecamatan Karangan Dan Kaliorang Kabupaten Kutai Timur. *Jurnal Hutan Tropis*, 4(1).
- Supenah, P., Widyastuti, E., & Priyono, R. E. (2015). Kajian Kualitas Air Sungai Condong yang terkena Buangan Limbah Cair Industri Batik Trusmi Cirebon. *Bosfera*, 32(2), 110-118.

- Sustama, A. A. S., *et al.* (2023). Determinan Terpilih untuk Kualitas Air Embung pada Lahan Tadah Hujan di Karanganyar, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 28(3), 497–503.
- Syahrial, Anggraini, R., Samad, A. P. A., *et al.* (2020). Pengaruh Karakteristik Lingkungan Terhadap Makrozoobentos di Kawasan Reboisasi Mangrove Kepulauan Seribu, Indonesia. *Jurnal Enggano*, 5(2): 233-248.
- Tarigan. I. L. (2019). *Dasar-Dasar Kimia Air Makanan Dan Minuman*. Malang: Media Nusa Creative.
- Thorp, J. H., & Rogers, D. C. (2010). *Field Guide to Freshwater Invertebrates of North America*. USA: Elsevier.
- Thorp, J. H., & Rogers, D. C. (2011). *Keys To Nearctic Fauna (Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates Fourth Edition)*. USA: Elsevier.
- 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.
- Tis'in, M. (2017). Keanekaragaman Biota Perairan Sungai (Plankton) di Lapangan Gas Senoro Kabupaten Banggai, Sulawesi Tengah. *Jurnal Agrisains*, 18(2): 71-76.
- Tomtommy Haykal, Ima Yudha, I Wayan Darya. 2021. Kandungan Padatan Tersuspensidan Padatan Terlarut pada Air Bagian Hilir Sungai Ayung Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 4(2), 128-132.
- Tulandi, S. S. (2022). Analisis Kualitas Air Danau Sineleyan Tomohon berdasarkan Kajian Struktur Keanekaragaman Makrozoobentos. *Majalah Info Sains*, 3(1), 27-37.
- Tungpaiojwong, N., Phlai-ngam, S., & Jacobus, L. M. (2022). A new species of *Acentrella* Bengtsson, 1912 (Ephemeroptera: Baetidae) from Thailand. *Zootaxa* 5125 (4), 351–378.
- Wahyuningsih, E., Rahayu, N. L., & Zaenuri, M. (2022). The Effect Of Rock Mining On The Macrozoobenthos Community In The Logawa River. *Jurnal Multidisiplin Madani (MUDIMA)*, 2(2), 1047-1066
- Wahyuningsih, E., Rahayu, N. L., & Zaenuri, M. (2024). Struktur komunitas makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas perairan di Sungai Banjaran, Banyumas. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 11(3), 229-237
- Wahyuningsih, F., Arthana, I. W., & Saraswati, S. A. 2020. Struktur Komunitas Echinodermata di Area Padang Lamun Pantai Samuh, Kecamatan Kuta 10 Selatan, Kabupaten Badung. *Current Trends in Aquatic Science*. 3(2):52-58.
- Widhiandari, P. F. A., Watiniasih, N. L., & Pebriani, D. A. A. (2021). Bioindikator Makrozoobenthos Dalam Penentuan Kualitas Perairan di Tukand Mati Badung, Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 4(1): 49-56.
- Widiyanto, J., & Sulistyarsi, A. (2016). Biomonitoring kualitas air Sungai Madiun dengan bioindikator makroinvertebrata. *Jurnal Penelitian LPPM (Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat) IKIP PGRI MADIUN*, 4(1), 1-9.
- WoRCS. 2025. Genus Thiara. Diakses dari. <https://www.marinespecies.org/worcs/>

- Xu, W., Shin, P. K., & Sun, J. (2022). Organic enrichment induces shifts in the trophic position of infauna in a subtropical benthic food web, Hong Kong. *Frontiers in Marine Science*, 9, 937477, 1-9.
- Yanai, Z., Gattolita, J., & Dorchin, N. (2018). Taxonomy of *Baetis* Leach in Israel (Ephemeroptera, Baetidae). *ZooKeys* 794, 45–84.
- Yulianto, H., *et al.* (2023). Struktur Komunitas Makrozoobentos pada Ekosistem Mangrove di Daerah Penyangga Taman Nasional Way Kambas. *Jurnal Sumberdaya Perairan*, 17(21): 1-6.
- Zulyanti, Angela, R., Cahyaningrum, W. (2022). Analisis Pemanfaatan Air Sungai Bagi Rumah Tangga di Bantaran Sungai Melawi Desa Sungai Ana Kabupaten Sintang. *Jurnal Pendidikan Geografi dan Pariwisata*, 2(1), 35-51.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan bahan

 TDS meter	 pH meter	 Coolerbox
 Kertas label	 Botol hitam	 Botol vial
 Jaring surber	 Alkohol 70%	

Lampiran 2. Tabel jumlah makrozoobentos

No.	Nama genus	Jumlah Individu									Jumlah
		Stasiun 1			Stasiun 2			Satsiun 3			
		U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U3	
1	Hydropsyche	3	5	5	3	1	2	2	2	1	24
2	Chironomus	9	7	8	9	11	8	8	9	15	84
3	Simulium	8	6	5	3	4	2	4	4	5	41
4	Antocha	1	1	2	0	1	0	1	1	2	9
5	Tipula	2	0	1	1	1	0	0	1	1	7
6	Thiara	3	2	1	2	1	1	3	2	1	16
8	Sulcospira	1	0	1	2	1	1	1	0	1	8
9	Baetis	2	2	2	1	1	0	4	1	3	16
10	Erpobdella	2	1	2	2	1	1	1	1	2	13
11	Acentrella	1	3	2	1	2	1	3	1	1	15
	Jumlah Individu										233

Lampiran 3. Indeks Keanekaragaman (H') menggunakan PAST 4.17

The screenshot shows the PAST 4.17 software interface. The main window displays a table of data for 11 macroinvertebrate genera across four stations (A, B, C, D). The Alpha diversity indices window is open, showing various indices calculated for the data. The indices include Taxa_S, Individuals, Dominance_D, Simpson_1-D, Shannon_H, Evenness_e^H, Brillouin, Menhinick, Margalef, Equitability_J, Fisher_alpha, Berger-Parker, Chao-1, iChao-1, ACE, and Squares. The values for each index are displayed in a table. The software interface also shows a menu bar with options like Show, Click mode, Edit, and View, and a toolbar with icons for Cut, Paste, Copy, and Select all.

	A	B	C	D
Hydropsyche	13	6	5	24
Chironomus	24	28	32	84
Simulium	19	9	13	41
Antocha	4	1	4	9
Tipula	3	2	2	7
Thiara	6	4	6	16
Sulcospira	2	4	2	8
Baetis	6	2	8	16
Erpobdella	5	4	4	13
Acentrella	6	4	5	15

	A	B	C	D
Taxa_S	10	10	10	10
Individuals	88	64	81	233
Dominance_D	0,1637	0,2378	0,2108	0,1918
Simpson_1-D	0,8363	0,7622	0,7892	0,8082
Shannon_H	2,022	1,834	1,906	1,96
Evenness_e^H	0,7552	0,626	0,6724	0,7099
Brillouin	1,844	1,622	1,722	1,875
Menhinick	1,066	1,25	1,111	0,6551
Margalef	2,01	2,164	2,048	1,651
Equitability_J	0,8781	0,7966	0,8276	0,8512
Fisher_alpha	2,904	3,324	3,001	2,125
Berger-Parker	0,2727	0,4375	0,3951	0,3605
Chao-1	10	10,25	10	10
iChao-1	10	10,25	10	10
ACE	10	10,39	10	10
Squares	10	10,24	10	10

Bootstrap N: 0 CI type: None

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

Close Copy Print Help

Lampiran 4. Tabel pengukuran parameter fisika-kimia

1. Parameter kimia

Ulangan	Stasiun	Parameter	Hasil
1	1	BOD	21,16
		COD	65,52
		DO	3,7
		TSS	44,2
	2	BOD	19,72
		COD	59,72
		DO	4,4
		TSS	10,5
	3	BOD	14,52
		COD	39,89
		DO	4,7
		TSS	24,9
2	1	BOD	14,23
		COD	58,79
		DO	4,1
		TSS	43,6
	2	BOD	21,62
		COD	64,03
		DO	4,3
		TSS	34,3
	3	BOD	25,59
		COD	73,71
		DO	3,9
		TSS	54,1
3	1	BOD	16,45
		COD	50,27
		DO	4,4
		TSS	28,8
	2	BOD	22,58
		COD	71,77
		DO	4
		TSS	36,6
	3	BOD	21,15
		COD	63,88
		DO	4,1
		TSS	35,8

2. Parameter fisika

Ulangan	Stasiun	Parameter	Hasil
1	1	Suhu	22,9
		PH	7,6
		TDS	115
	2	Suhu	23,1
		PH	7,8
		TDS	110
	3	Suhu	23,5
		PH	7,6
		TDS	101
2	1	Suhu	24,1
		PH	8,16
		TDS	112
	2	Suhu	25,3
		PH	8,19
		TDS	106
	3	Suhu	24,9
		PH	8,29
		TDS	121
3	1	Suhu	23,2
		PH	8,6
		TDS	95
	2	Suhu	22,7
		PH	8,51
		TDS	106
	3	Suhu	23,5
		PH	8,76
		TDS	99

Lampiran 5. Perhitungan korelasi menggunakan PAST 4.17

Table	Plot																	
	suhu	pH	TDS	BOD	COD	DO	TSS	Hydropsych	Chironomus	Simulium	Antocha	Tipula	Thiara	Sulcospira	Baetis			
suhu		0,80833	0,40415	0,55871	0,61911	0,94616	0,29132	0,46444	0,66232	0,92786	0,64935	0,99058	0,69318	0,16005	0,80801			
pH	0,094791		0,30202	0,50644	0,36571	0,71219	0,54106	0,88995	0,26403	0,48837	0,24078	0,70532	0,0013277	0,54169	0,52544			
TDS	0,3181	-0,38808		0,19365	0,083731	0,068846	0,14172	0,95179	0,49163	0,6544	0,19787	0,53665	0,22831	0,28659	0,2542			
BOD	0,22602	0,25582	0,47749		0,00274	0,078867	0,28474	0,084955	0,29282	0,54442	0,57647	0,2275	0,49134	0,9525	0,080816			
COD	0,19284	0,34332	0,60591	0,86291		0,0063781	0,1159	0,39859	0,52571	0,81103	0,44605	0,43429	0,39128	0,54023	0,020154			
DO	0,026446	-0,14373	-0,63025	-0,61354	-0,82344		0,019937	0,92543	0,78037	0,25564	0,88157	0,21244	0,95523	0,29092	0,2472			
TSS	0,39606	0,23596	0,53052	0,40104	0,56122	-0,75002		0,90933	0,98622	0,27833	0,5238	0,74222	0,92455	0,0024893	0,71866			
Hydropsych	0,28067	-0,054152	-0,023677	-0,60403	-0,32168	0,036643	-0,044582		0,05291	0,33103	0,76268	0,83121	0,73237	0,63389	0,95294			
Chironomus	0,16978	0,4171	-0,26448	0,39494	0,2447	-0,10888	0,0067649	-0,6603		0,91873	0,23319	0,33425	0,29116	0,60147	0,60147			
Simulium	-0,035451	-0,2664	0,17397	-0,23405	-0,093437	-0,42381	0,40594	0,36717	0,039944		0,16267	0,12436	0,23524	0,44545	0,2541			
Antocha	0,17666	0,43597	-0,47356	-0,21614	-0,29185	0,058299	0,2458	0,11785	0,44233	0,50796		0,49047	0,58373	0,44227	0,095614			
Tipula	-0,0046265	-0,14729	0,23846	0,44717	0,2991	-0,46033	0,12828	-0,083333	0,3649	0,55075	0,26517		0,74864	0,52924	0,85931			
Thiara	-0,1536	-0,8894	0,44648	-0,26465	-0,32641	-0,021986	0,037078	0,13333	-0,39618	0,4406	-0,21213	0,125		0,88729	0,2315			
Sulcospira	-0,51069	-0,2356	-0,39963	-0,023329	-0,23643	0,39636	-0,86676	-0,1849	0,20241	-0,29222	-0,29417	0,24268	-0,05547		0,92174			
Baetis	-0,094953	-0,24537	-0,42496	-0,61045	-0,74918	0,43066	-0,14039	0,023113	0,20241	0,42505	0,58835	-0,069338	0,44376	-0,038462				
Erpobdella	-0,54132	0,049516	-0,28559	-0,012065	-0,089848	-0,086907	-0,37165	0,21082	0,36266	0,37861	0,33541	0,67198	-0,031623	0,57009	0,17541			
Acentrella	0,25108	-0,23618	-0,28707	-0,84271	-0,73376	0,58708	-0,096714	0,3849	-0,42135	0,13825	0,20412	-0,57735	0,23094	-0,32026	0,52042			

Correlation statistic

- ☒ Linear r (Pearson)
- ☐ Spearman's D
- ☐ Spearman's rs
- ☐ Kendall's tau
- ☐ Polyserial rho
- ☐ Partial linear
- ☐ Phi (compositional)
- ☐ Tetrachoric (binary)

Table format

- ☒ Statistic \ p(uncorr)
- ☐ Statistic
- ☐ p(uncorr)
- ☐ Permutation p
- ☐ Bayes factor

☐ Bonferroni correction

	suhu	pH	TDS	BOD	COD	DO	TSS	Hydropsych	Chironomus	Simulium	Antocha	Tipula	Thiara	Sulcospira	Baetis	Erpobdella	Acentrella
suhu		0,808	0,404	0,559	0,619	0,946	0,291	0,46444	0,66232	0,92786	0,649	0,991	0,693	0,16	0,808	0,132	0,515
pH	0,095		0,302	0,506	0,366	0,712	0,541	0,88995	0,26403	0,48837	0,241	0,705	0,001	0,542	0,525	0,899	0,541
TDS	0,318	-0,388		0,194	0,084	0,069	0,142	0,95179	0,49163	0,6544	0,198	0,537	0,228	0,287	0,254	0,456	0,454
BOD	0,226	0,256	0,477		0,003	0,079	0,285	0,084955	0,29282	0,54442	0,576	0,228	0,491	0,953	0,081	0,975	0,004
COD	0,193	0,343	0,606	0,863		0,006	0,116	0,39859	0,52571	0,81103	0,446	0,434	0,391	0,54	0,02	0,818	0,024
DO	0,026	-0,144	-0,63	-0,614	-0,823		0,02	0,92543	0,78037	0,25564	0,882	0,212	0,955	0,291	0,247	0,824	0,097
TSS	0,396	0,236	0,531	0,401	0,561	-0,75		0,90933	0,98622	0,27833	0,524	0,742	0,925	0,002	0,719	0,325	0,805
Hydropsych	-0,281	-0,054	-0,024	-0,604	-0,322	0,037	-0,045		0,05291	0,33103	0,763	0,831	0,732	0,634	0,953	0,586	0,306
Chironomus	0,17	0,417	-0,264	0,395	0,245	-0,109	0,007	-0,6603		0,91873	0,233	0,334	0,291	0,601	0,601	0,337	0,259
Simulium	-0,035	-0,266	0,174	-0,234	-0,093	-0,424	0,406	0,36717	0,039944		0,163	0,124	0,235	0,445	0,254	0,315	0,723
Antocha	0,177	0,436	-0,474	-0,216	-0,292	0,058	0,246	0,11785	0,44233	0,50796		0,49	0,584	0,442	0,096	0,378	0,598
Tipula	-0,005	-0,147	0,238	0,447	0,299	-0,46	0,128	-0,083333	0,3649	0,55075	0,265		0,749	0,529	0,859	0,047	0,104
Thiara	-0,154	-0,889	0,446	-0,265	-0,326	-0,022	0,037	0,13333	-0,39618	0,4406	-0,212	0,125		0,887	0,232	0,936	0,55
Sulcospira	-0,511	-0,236	-0,4	-0,023	-0,236	0,396	-0,867	-0,1849	0,20241	-0,29222	-0,294	0,243	-0,055		0,922	0,109	0,401
Baetis	-0,095	-0,245	-0,425	-0,61	-0,749	0,431	-0,14	0,023113	0,20241	0,42505	0,588	-0,069	0,444	-0,038		0,652	0,151
Erpobdella	-0,541	0,05	-0,286	-0,012	-0,09	-0,087	-0,372	0,21082	0,36266	0,37861	0,335	0,672	-0,032	0,57	0,175		0,217
Acentrella	0,251	-0,236	-0,287	-0,843	-0,734	0,587	-0,097	0,3849	-0,42135	0,13825	0,204	-0,577	0,231	-0,32	0,52	-0,456	

Lampiran 6. Perhitungan uji T menggunakan PAST 4.17

Diversity t tests			
Shannon index			
Stasiun 1		Stasiun 2	
H:	2,0218	H:	1,8342
Variance:	0,0063979	Variance:	0,015848
t:	1,2578		
df:	112,74		
p(same):	0,21106		
Simpson index			
D:	0,16374	D:	0,23779
Variance:	0,00039717	Variance:	0,0020484
t:	-1,4975		
df:	88,797		
p(same):	0,13782		
	Close		Copy
	Print		Help

Diversity t tests			
Shannon index			
Stasiun 1		Stasiun 3	
H:	2,0218	H:	1,9057
Variance:	0,0063979	Variance:	0,010627
t:	0,88995		
df:	155,88		
p(same):	0,37486		
Simpson index			
D:	0,16374	D:	0,21079
Variance:	0,00039717	Variance:	0,0011959
t:	-1,1788		
df:	130,49		
p(same):	0,24061		
	Close		Copy
	Print		Help

Diversity t tests			
Shannon index			
Stasiun 2		Stasiun 3	
H:	1,8342	H:	1,9057
Variance:	0,015848	Variance:	0,010627
t:	-0,43931		
df:	131,79		
p(same):	0,66116		
Simpson index			
D:	0,23779	D:	0,21079
Variance:	0,0020484	Variance:	0,0011959
t:	0,47406		
df:	126,48		
p(same):	0,63627		
	Close		Copy
	Print		Help

Lampiran 7. Dokumentasi penelitian

Pengambilan sampel di substrat



Pengambilan sampel menggunakan jaring surber



Pengukuran pH



Pengukuran TDS dan suhu



Penuangan substrat dalam jaring surber ke nampan



Identifikasi spesimen

Lampiran 8. Pengukuran parameter fisika-kimia Perum Jasa Tirta Malang



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 : 33998 S/LL MLG/II/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Stasiun 1

Sampling Location

Metode Pengambilan Contoh Uji : -

Sample Method

Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1

Place of Analysis

Tanggal Analisa : 13 - 27 Februari 2025

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	Oksigen terlarut (DO)	mg O2/L	3.7	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	
2	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	44.2	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
3	Nitrat (NO3-)	mg/L	14.34	-	Q/LKA/65 (Spektrofotometri)	
4	Phospat Total (PO4)	mg/L	2.534	-	SNI 6989-31:2021	
5	BOD	mg/L	21.16	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
6	COD (Spekto)	mg/L	65.52	-	SNI 6989-2:2019	

*) 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 : 33997 S/LL MLG/II/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Stasiun 2

Sampling Location

Metode Pengambilan Contoh Uji : -

Sample Method

Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1

Place of Analysis

Tanggal Analisa : 13 - 27 Februari 2025

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	Oksigen terlarut (DO)	mg O2/L	4.4	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	
2	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	10.5	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
3	Nitrat (NO3-)	mg/L	16.24	-	Q/LKA/65 (Spektrofotometri)	
4	Phospat Total (PO4)	mg/L	2.409	-	SNI 6989-31:2021	
5	BOD	mg/L	19.72	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
6	COD (Spekto)	mg/L	59.72	-	SNI 6989-2:2019	

*) 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 : 33999 S/LL MLG/II/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Stasiun 3
Sampling Location :
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method :
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis :
Tanggal Analisa : 13 - 27 Februari 2025
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	Oksigen terlarut (DO)	mg O ₂ /L	4.7	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	
2	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	24.9	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
3	Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/L	13.21	-	Q/LKA/65 (Spektrofotometri)	
4	Phospat Total (PO ₄)	mg/L	1.066	-	SNI 6989-31:2021	
5	BOD	mg/L	14.52	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
6	COD (Spektro)	mg/L	39.89	-	SNI 6989.2:2019	

*) 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 : 34235 S/LL MLG/III/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Stasiun 1
Sampling Location :
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method :
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis :
Tanggal Analisa : 24 Februari - 10 Maret 2025
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	Oksigen terlarut (DO)	mg O ₂ /L	4.1	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	
2	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	43.6	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
3	Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/L	17.89	-	Q/LKA/65 (Spektrofotometri)	
4	Phospat Total (PO ₄)	mg/L	2.213	-	SNI 6989-31:2021	
5	BOD	mg/L	14.23	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
6	COD (Spektro)	mg/L	58.79	-	SNI 6989.2:2019	

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

-



E-mail : lablingkunganpjt1@gmail.com

Nomor : 34234 S/LL MLG/III/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Stasiun 2
Sampling Location
 Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
 Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
 Tanggal Analisa : 24 Februari - 10 Maret 2025
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	Oksigen terlarut (DO)	mg O ₂ /L	4.3	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	
2	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	34.3	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
3	Nitrat (NO ₃ -)	mg/L	21.00	-	Q/L.KA/65 (Spektrofotometri)	
4	Phospat Total (PO ₄)	mg/L	2.329	-	SNI 6989-31:2021	
5	BOD	mg/L	21.62	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
6	COD (Spektro)	mg/L	64.03	-	SNI 6989.2:2019	

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

:-



JASA TIRTA I

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 : 34233 S/LL MLG/III/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Stasiun 3
Sampling Location
 Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
 Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
 Tanggal Analisa : 24 Februari - 10 Maret 2025
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	Oksigen terlarut (DO)	mg O ₂ /L	3.9	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	
2	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	54.1	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
3	Nitrat (NO ₃ -)	mg/L	20.49	-	Q/L.KA/65 (Spektrofotometri)	
4	Phospat Total (PO ₄)	mg/L	4.309	-	SNI 6989-31:2021	
5	BOD	mg/L	25.59	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
6	COD (Spektro)	mg/L	73.71	-	SNI 6989.2:2019	

*) 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. Mojoanyur - Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860
Jl. Proyek Bengawan Solo, Banaran, Pabelan, Kec. Kartasura, Kab. Sukoharjo Telp. (0271) 7499176
E-mail : lablingkunganpjt1@gmail.com

Nomor : 34252 S/LL MLG/III/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Stasiun 1
Sampling Location
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT I
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 26 Februari - 12 Maret 2025
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	Oksigen terlarut (DO)	mg O ₂ /L	4.4	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	
2	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	28.8	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
3	Nitrat (NO ₃ -)	mg/L	15.06	-	Q/L K.A/65 (Spektrofotometri)	
4	Fosfat Total (PO ₄)	mg/L	1.930	-	SNI 6989-31:2021	
5	BOD	mg/L	16.45	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
6	COD (Spektr)	mg/L	50.27	-	SNI 6989 2:2019	

*) 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. Mojoanyur - Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860
Jl. Proyek Bengawan Solo, Banaran, Pabelan, Kec. Kartasura, Kab. Sukoharjo Telp. (0271) 7499176
E-mail : lablingkunganpjt1@gmail.com

Nomor : 34251 S/LL MLG/III/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Stasiun 2
Sampling Location
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT I
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 26 Februari - 12 Maret 2025
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	Oksigen terlarut (DO)	mg O ₂ /L	4.0	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	
2	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	36.6	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
3	Nitrat (NO ₃ -)	mg/L	15.75	-	Q/L K.A/65 (Spektrofotometri)	
4	Fosfat Total (PO ₄)	mg/L	2.229	-	SNI 6989-31:2021	
5	BOD	mg/L	22.58	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
6	COD (Spektr)	mg/L	71.77	-	SNI 6989 2:2019	

*) 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, Kcc. Kartasura, Kab. Sukoharjo Telp. (0271) 7499176
E-mail : lablingkunganpjt1@gmail.com

Nomor : 34250 S/LL MLG/III/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Stasiun 3
Sampling Location
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 26 Februari - 12 Maret 2025
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	Oksigen terlarut (DO)	mg O ₂ /L	4.1	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	
2	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	35.8	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
3	Nitrat (NO ₃ -)	mg/L	15.03	-	Q/LKA/65 (Spektrofotometri)	
4	Phospat Total (PO ₄)	mg/L	1.653	-	SNI 6989.31:2021	
5	BOD	mg/L	21.15	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
6	COD (Spektro)	mg/L	63.88	-	SNI 6989.2:2019	

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

: -





JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 210602110121
Nama : FILZATUN NADHIFAH
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Jurusan : BIOLOGI
Dosen Pembimbing 1 : Dr. KIPTIYAH, M.Si
Dosen Pembimbing 2 : MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si
Judul Skripsi/Tesis/Disertas : Keaneekaragaman Makrozoobentos di Sungai Konto Kecamatan Pujon Kabupaten Malang

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	24 September 2024	Dr. KIPTIYAH, M.Si	Pengajuan judul skripsi	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
2	26 November 2024	Dr. KIPTIYAH, M.Si	Pengajuan naskah proposal skripsi	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
3	03 Desember 2024	Dr. KIPTIYAH, M.Si	Revisi proposal skripsi	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
4	04 Desember 2024	MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si	Bimbingan Integrasi ayat al quran	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
5	06 Desember 2024	Dr. KIPTIYAH, M.Si	Acc proposal skripsi	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
6	09 Desember 2024	MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si	revisi Integrasi ayat alquran	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
7	11 Februari 2025	Dr. KIPTIYAH, M.Si	Revisi naskah setelah sempro	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
8	20 Mei 2025	Dr. KIPTIYAH, M.Si	Pengajuan naskah bab 4 dan 5	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
9	21 Mei 2025	MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si	Bimbingan Integrasi bab 4	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
10	22 Mei 2025	Dr. KIPTIYAH, M.Si	Acc bab 4 dan 5	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
11	26 Mei 2025	MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si	Revisi Integrasi bab 4	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui

Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2

MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si

Matang,

Dosen Pembimbing 1

Dr. KIPTIYAH, M.Si



Kep. Prodi,

Prof. Dr. Idris, M.P



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 : Filzatun Nadhifah
NIM : 210602110121
Judul : Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Konto Kecamatan Pujon 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	20%	
4	Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc		
5	Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD.Med.Sc		



Mengetahui
Ketua Program Studi Biologi

Prof. Dr. Lyka Sandi Savitri, M.P.
NIP. 19671018 200312 2 002