

**KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI WADUNG
KECAMATAN WAGIR KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

**Oleh:
AFIEQ ABDILLAH
NIM. 210602110080**



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

**KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI WADUNG
KECAMATAN WAGIR KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

**Oleh:
AFIEQ ABDILLAH
NIM. 210602110080**

**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 WADUNG
KECAMATAN WAGIR KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

Oleh:
AFIEQ ABDILLAH
NIM. 210602110080

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
Tanggal: 7 Juni..... 2025

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Dwi Saherivanto, M.P.
NIP. 19740325 200312 1 002



Oky Bagas Prasetyo, MPd.I
NIPPPK. 19890113 202321 1 028

Mengetahui,
Ketua Program Studi



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

**KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI WADUNG
KECAMATAN WAGIR KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

Oleh:
Afieq Abdillah
NIM. 210602110080

Telah dipertahankan
Didepan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai salah satu
persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana sains (S.Si.)
Tanggal: 30 Juni... 2025

| | | |
|---------------------|---|---------|
| Ketua penguji | Bayu Agung Prahardika, M.Si NIP. 19900807 201903 1 011 | (.....) |
| Anggota penguji I | Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si NIPPPK. 19870522 202321 1 016 | (.....) |
| Anggota penguji II | Dr. Dwi Suheriyanto, M.P NIP. 19740325 200312 1 002 | (.....) |
| Anggota penguji III | Okny Bagas Prasetyo, M.Pd.I NIPPPK. 19890113 202321 1 028 | (.....) |

Mengetahui,
Ketua Program Studi



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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Bismillahirrohmaanirrohiim, segala puji bagi Allah Tuhan semesta alam karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini penulis persembahkan kepada seluruh pihak yang telah ikut andil dalam mendukung penulis Menyusun dan menyelesaikannya, khususnya:

1. Ayahanda Eko Budi Santoso dan Ibunda Amni Nuriyah sosok yang sangat luar biasa yang telah membesarkan penulis dengan penuh kasih dan sayang, doa, dan pengorbanan yang tiada henti. Terimakasih telah memberikan dukungan secara moral dan materi sehingga penulis dapat melalui setiap langkah dengan baik. Terimakasih telah menjadi tempat berpulang ketikan Lelah, dan menjadi sumber semangat bagi penulis. Terimakasih atas segala kesabaran dan membimbing hingga titik ini, dan titik perjuangan selanjutnya tanpa batas. Semoga dengan keberhasilan dan berakhirnya skripsi ini, bisa menjadi sedikit rasa Bahagia bagi kalian.
2. Kedua Kakak saya Mbak Fafa dan Mbak Mika yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada penulis di setiap perjalanan hidup.
3. Dr. Dwi Suheriyanto, M.P. dan Oky Bagas Prasetyo, M.Pd.I selaku pembimbing I dan II, yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan keikhlasan dalam meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
4. Kholifah Holil, M.Si selaku Dosen wali, yang telah membimbing dan memberikan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
5. Seluruh dosen dan laboran di Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang setia menemani penulis dalam melakukan penelitian di laboratorium tersebut.
6. Tim skripsi yang telah membantu dalam semua rangkaian proses penelitian dan penulisan naskah skripsi.
7. Teman, sahabat seperjuangan dari semester 1 (Rayyan, Whildan dan Miftahul) yang telah membersamai penulis dalam suka maupun duka dan selalu membantu apapun kondisinya.
8. Segenap teman-teman Biologi UIN Malang, khususnya masyarakat BICTWENTION yang telah berjuang Bersama dengan penulis.
9. Semua pihak yang berkontribusi dalam proses penelitian. Semoga Allah berikan balasan yang terbaik. Aamiin.

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

IV

Saya yang bertanda tangan di bawah

Nama : Afieq Abdillah

Nim : 210602110080

Program Studi : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Keanekaragaman Makrozoobentos Di Sungai Wadung
Kecamatan Wagir Kabupaten Malang

menyatakan dengan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-banar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan 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, 6 Mei 2025
Yang membuat pernyataan,



Afieq Abdillah
NIM. 210602110080

V

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.

MOTTO

"Latihan bukan membuat sempurna. Latihan yang disiplin dan konsistenlah yang membuat sempurna."

— *B.J. Habibie* —

KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI WADUNG KECAMATAN WAGIR KABUPATEN MALANG

Afieq Abdillah, Dwi Suheriyanto, Oky Bagas Prasetyo

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

ABSTRAK

Sungai mudah terdampak kegiatan masyarakat seperti aktivitas rumah tangga, pertanian, peternakan, hingga pariwisata. Sungai Wadung yang berada di Kecamatan Wagir Kabupaten Malang merupakan bagian dari anak sungai metro, sehingga kualitas aliran sungainya harus senantiasa terjaga dan terpantau. Makrozoobentos menjadi salah satu komponen biotik yang dapat menunjukkan kualitas perairan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui indeks keanekaragaman dan indeks dominansi makrozoobentos, nilai parameter fisika-kimia air, serta korelasi antara parameter fisika-kimia air dengan keanekaragaman makrozoobentos di Sungai Wadung, Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang. Penelitian ini menggunakan metode eksplorasi dengan 5 stasiun dan 3 kali ulangan. Sampel diambil pada plot 1x1 meter. Kemudian sampel makrozoobentos diidentifikasi di Lab Optik Program Studi biologi UIN Malang. Identifikasi makrozoobentos dilakukan hingga tingkat genus, sedangkan sampel air yang diambil dibawa ke Laboratorium Jasa Tirta. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis dengan korelasi aplikasi PAST 4.17. Sebanyak 345 spesimen dari 11 genus berhasil dikumpulkan, dengan spesimen terbanyak berasal dari genus *Potamopyrgus* (208 individu), yang menunjukkan kelimpahan tinggi di seluruh stasiun pengamatan. Selain itu, genus *Hydropsyche* dan *Prosimulium* juga ditemukan dengan jumlah individu yang cukup signifikan. Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener menunjukkan bahwa Stasiun I memiliki tingkat keanekaragaman tertinggi ($H' = 1,834$), sedangkan Stasiun V mencatatkan keanekaragaman terendah ($H' = 0,528$). Hasil analisis data fisika-kimia air menunjukkan suhu air berkisar antara 23,9°C hingga 28,4°C, pH antara 7,3 hingga 8,1, serta konsentrasi TSS, TDS, dan DO yang bervariasi antar stasiun. Selain itu, analisis korelasi antara parameter fisika-kimia dengan keanekaragaman makrozoobentos menunjukkan hubungan yang signifikan antara TDS, suhu, dan keanekaragaman genus *Oligoneuriopsis*. Secara keseluruhan, kondisi lingkungan yang dipengaruhi oleh faktor geografis, aktivitas manusia, dan karakteristik fisik perairan berkontribusi pada distribusi dan kelimpahan makrozoobentos di setiap stasiun pengamatan.

Kata kunci: dominansi, keanekaragaman, makrozoobentos, Sungai Wadung

MACROZOOBENTHOS DIVERSITY IN WADUNG RIVER, WAGIR DISTRICT MALANG REGENCY

Afieq Abdillah, Dwi Suheriyanto, Oky Bagas Prasetyo

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

ABSTRACT

Rivers are easily affected by human activities such as household activities, agriculture, livestock, and even tourism. The Wadung River, located in Wagir District, Malang Regency, is a part of the Metro River tributary, and therefore, its water quality must be constantly monitored and maintained. Macrozoobenthos is one of the biotic components that can indicate water quality. The purpose of this study is to determine the diversity index and dominance index of macrozoobenthos, the physical-chemical parameters of water, and the correlation between physical-chemical parameters and the diversity of macrozoobenthos in the Wadung River, Wagir District, Malang Regency. This research employed an exploratory method with 5 stations and 3 repetitions. Samples were taken from 1x1 meter plots. The collected macrozoobenthos samples were identified at the Optical Laboratory of the Biology Department at UIN Malang, identifying macrozoobenthos up to the genus level. Meanwhile, the water samples were sent to the Jasa Tirta Laboratory. The data collected were then analyzed using the PAST 4.17 correlation application. A total of 345 specimens from 11 genera were collected, with the most abundant genus being *Potamopyrgus* (208 individuals), indicating a high abundance at all observation stations. Additionally, the genera *Hydropsyche* and *Prosimulium* were also found with a significant number of individuals. The Shannon-Wiener diversity index showed that Station I had the highest diversity level ($H' = 1.834$), while Station V recorded the lowest diversity ($H' = 0.528$). The analysis of the physical-chemical parameters of the water showed that water temperatures ranged from 23.9°C to 28.4°C, pH values ranged from 7.3 to 8.1, and concentrations of TSS, TDS, and DO varied across stations. Furthermore, the correlation analysis between physical-chemical parameters and the diversity of macrozoobenthos showed a significant relationship between TDS, temperature, and the diversity of the genus *Oligoneuriopsis*. Overall, the environmental conditions influenced by geographical factors, human activities, and physical water characteristics contributed to the distribution and abundance of macrozoobenthos at each observation station.

Keywords: dominance, diversity, macrozoobenthos, Wadung River

تنوع الكائنات الحية القاعية في نهر دم في منطقة واجير، محافظة مالانغ

دراسة علم الأحياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانغ

الملخص

عفيف عبدالله، دوي سوهريانتو، أوكي باجاس براسيتيو

تتأثر الأنهار بسهولة بالأنشطة البشرية مثل الأنشطة المنزلية، الزراعة، تربية الحيوانات، وحتى السياحة. نهر وادونغ الذي يقع في منطقة واجير، محافظة مالانغ، هو جزء من روافد نهر مترو، ولذلك يجب الحفاظ على جودة تدفقه ومراقبتها باستمرار. تُعدّ الماكروزوبنتوس أحد المكونات الحيوية التي يمكن أن تُظهر جودة المياه. يهدف هذا البحث إلى معرفة مؤشر التنوع ومؤشر الهيمنة للماكروزوبنتوس، وقيم المعايير الفيزيائية والكيميائية للمياه، بالإضافة إلى دراسة العلاقة بين المعايير الفيزيائية-الكيميائية وتنوع الماكروزوبنتوس في نهر وادونغ، منطقة واجير. محافظة مالانغ. استخدم هذا البحث المنهج الاستكشافي مع 5 محطات و3 تكرارات. وتم أخذ العينات من خلال قطع بحجم مالانغ UIN متر. بعد ذلك، تم تحديد نوع الماكروزوبنتوس في مختبر البصريات التابع لبرنامج علم الأحياء بجامعة 1x1 لتحليلها. تم تحليل (Jasa Tirta) بينما تم إرسال عينات المياه إلى مختبر جازا تيرتا (genus) حتى مستوى الجنس تم جمع 345 عينة من 11 جنساً، وكان أكثرها وفرة هو PAST 4.17 البيانات باستخدام تحليل الارتباط عبر برنامج مما يشير إلى وجوده بوفرة عالية في جميع المحطات. كما تم العثور على جنس (فرداً 208) Potamopyrgus من جنس (Stasiun I) بعدد أفراد ملحوظ. أظهر مؤشر تنوع شانون-وينر أن المحطة الأولى Prosimulium وHydropsyche أذن مستوى من التنوع (Stasiun V) بينما سجلت المحطة الخامسة (H'=1,834) تمتلك أعلى مستوى من التنوع والرقم C، إلى 28,4°C أظهرت نتائج تحليل البيانات أن درجة حرارة الماء تراوحت بين 23,9 (H'=0,528) بين المحطات. كما أظهر تحليل الارتباط DO وTDS وTSS بين 7,3 إلى 8,1، مع تباين في تركيزات (pH) الهيدروجيني وبشكل عام، فإن الظروف Oligoneuriopsis ودرجة الحرارة وتنوع جنس TDS وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين البيئية المتأثرة بالعوامل الجغرافية، والأنشطة البشرية، وخصائص المياه الفيزيائية تسهم في توزيع ووفرة الماكروزوبنتوس في كل محطة مراقبة.

الكلمات المفتاحية: التنوع، الماكروزوبنتوس، نهر دم

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Bismillahirrohmaanirrohiim, segala puji bagi Allah Tuhan semesta alam karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “Keanekaragaman Makrozoobentos Di Sungai Wadung Kecamatan Wagir Kabupaten Malang”. Tidak lupa pula shalawat dan salam disampaikan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW. yang telah menegakkan diinul Islam yang terpatri hingga akhirul zaman. Aamiin. ‘

Berkat bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak maka penulis mengucapkan terima kasih yang tak terkira khususnya kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
2. Prof. Dr. Hj. Sri Harini, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P. selaku Ketua Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Dwi Suheriyanto, M.P. dan Oky Bagas Prasetyo, M.Pd.I selaku pembimbing I dan II, yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan keikhlasan dalam meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
5. Kholifah Holil, M.Si. selaku Dosen wali, yang telah membimbing dan memberikan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
6. Seluruh dosen dan laboran di Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang setia menemani penulis dalam melakukan penelitian di laboratorium tersebut.
7. Ayah Eko Budi Santoso dan Ibu Amni Nuriyah dan keluarga tercinta yang telah memberikan Doa, dukungan serta motivasi kepada penulis.
8. Teman-teman seperjuangan BICTWENTION dan teman-teman tim skripsi.

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, November 2025

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|----------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| HALAMAN PERSETUJUAN..... | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iii |
| PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN..... | v |
| PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI | vi |
| MOTTO..... | vii |
| ABSTRAK | viii |
| ABSTRAC | ix |
| المخلص | x |
| KATA PENGANTAR..... | xi |
| DAFTAR ISI | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| DAFTAR TABEL..... | xvi |

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

| | |
|--|----|
| 2.1 Sungai..... | 8 |
| 2.1.1 Definisi | 8 |
| 2.1.2 Bagian Sungai | 10 |
| 2.1.3 Pemanfaatan Sungai | 11 |
| 2.1.4 Parameter Fisika-Kimia | 12 |
| 2.1.5 Baku Mutu Air Sungai | 16 |
| 2.2 Keanekaragaman | 19 |
| 2.3 Sungai Wadung | 20 |
| 2.4 Makrozoobentos | 22 |
| 2.4.1 Klasifikasi Makrozoobentoz | 22 |
| 2.4.2 Habitat Makrozoobentos | 31 |

BAB 3 METODE PENELITIAN

| | |
|--|----|
| 3.1 Jenis Penelitian..... | 33 |
| 3.2 Waktu dan Tempat..... | 33 |
| 3.3 Alat dan Bahan | 33 |
| 3.4 Prosedur Penelitian..... | 34 |
| 3.4.1 Studi Pendahuluan..... | 34 |
| 3.4.2 Pengambilan Spesimen Makrozoobentos dan Sampel Air | 35 |
| 3.4.3 Identifikasi Spesimen Makrozoobentos | 37 |
| 3.4.4 Pengukuran Parameter Fisika-Kimia Air | 37 |
| 3.5 Analisa Data | 38 |
| 3.5.1 Indeks Keanekaragaman | 38 |
| 3.5.2 Indeks Dominansi | 38 |
| 3.5.3 Analisis Korelasi | 38 |

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

| | |
|--|----|
| 4.1 Hasil identifikasi spesimen makrozoobentos | 40 |
| 4.2 Indeks keanekaragaman dan indeks dominansi makrozoobentos..... | 62 |
| 4.3 Nilai parameter fisika-kimia sungai | 66 |
| 4.4 Nilai korelasi jumlah individu makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia air sungai | 74 |

BAB V PENUTUP

| | |
|----------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan | 81 |
| 5.2 Saran..... | 82 |

| | |
|----------------------------|-----------|
| DAFTAR PUSTAKA..... | 82 |
|----------------------------|-----------|

| | |
|----------------------|-----------|
| LAMPIRAN..... | 88 |
|----------------------|-----------|

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 2.1. Kelompok Utama Makrozoobentos | 24 |
| 2.2. Morfologi Plecoptera | 26 |
| 2.3. Morfologi Ephemeroptera | 27 |
| 2.4. Morfologi Tricoptera | 28 |
| 2.5. Morfologi Larva Odonata | 29 |
| 2.6. Morfologi Larva Coleoptera | 30 |
| 3.1. Peta Lokasi Penelitian (QGIS)..... | 35 |
| 3.2. Foto Lokasi Penelitian..... | 35 |
| 3.3. Titik Pengambilan Sampel Makrozoobentos Pada Tiap Stasiun..... | 36 |
| 4.1. Spesimen 1..... | 40 |
| 4.2. Spesimen 2..... | 42 |
| 4.3. Spesimen 3..... | 44 |
| 4.4. Spesimen 4..... | 45 |
| 4.5. Spesimen 5..... | 47 |
| 4.6. Spesimen 6..... | 49 |
| 4.7. Spesimen 7..... | 51 |
| 4.8. Spesimen 8..... | 52 |
| 4.9. Spesimen 9..... | 54 |
| 4.10. Spesimen 10..... | 56 |
| 4.11. Spesimen 11..... | 57 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|---------|
| 2.1. Baku Mutu Air Sungai PP RI Nomor 22 Tahun 2021 | 17 |
| 2.2. Kelompok Makan Fungsional Makrozoobentos | 24 |
| 3.1. Deskripsi Stasiun Pengamatan..... | 34 |
| 3.2. Perekam Data | 37 |
| 3.3. Nilai Koefisien Korelasi..... | 39 |
| 4.1. Jumlah genus makrozoobentos..... | 60 |
| 4.2. Nilai indeks keanekaragaman dan indeks dominansi makrozoobentos..... | 62 |
| 4.3. Nilai parameter fisika-kimia sungai..... | 67 |
| 4.4. Nilai korelasi antara keanekaragaman makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia air..... | 75 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|---|---------|
| 1. Hasil Uji Lab Air..... | 89 |
| 2. Perhitungan Menggunakan Microsoft Exel..... | 96 |
| 3. Analisis Korelasi Menggunakan Aplikasi Past..... | 98 |
| 4. Pengambilan Data..... | 98 |
| 5. Uji T Diversity..... | 99 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air memegang peranan krusial dalam menunjang kehidupan, karena secara langsung berpengaruh terhadap tingkat kesehatan masyarakat serta kualitas hidup. Keberadaan air sangat esensial dalam mendukung berbagai fungsi biologis manusia, seperti proses nutrisi, respirasi, sirkulasi darah, ekskresi, hingga reproduksi. Lebih dari itu, air juga berperan sebagai medium kehidupan dan merupakan salah satu unsur fundamental dalam pembentukan lingkungan hidup. Ketersediaan sumber daya air yang memadai sangat penting guna menjamin keberlangsungan pasokan pangan serta mendukung lingkungan yang produktif bagi seluruh makhluk hidup (Kılıç, 2020). Air turut membentuk suatu ekosistem yang ditandai oleh adanya interaksi kompleks dan dinamis antara komponen biotik dan abiotik di dalamnya (Fynnisa *et al.*, 2024). Salah satu tipe ekosistem akuatik yang cukup khas adalah ekosistem perairan lotik, yang dicirikan oleh aliran air yang relatif deras, sehingga termasuk ke dalam kategori perairan mengalir (Harlina, 2021).

Salah satu sumber daya air yang memiliki peran penting dan dapat dimanfaatkan oleh manusia adalah sungai. Namun, sebagai bagian dari ekosistem perairan mengalir (lotik), sungai memiliki kerentanan tinggi terhadap pencemaran yang umumnya disebabkan oleh berbagai aktivitas antropogenik. Perubahan tata guna lahan, seperti alih fungsi menjadi area pertanian, tegalan, pemukiman, serta meningkatnya aktivitas industri, dapat memengaruhi kondisi hidrologi di wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS). Kondisi ini berimplikasi langsung terhadap kesehatan

masyarakat, khususnya bagi penduduk yang bermukim di sepanjang bantaran sungai dan menggantungkan kebutuhan hidupnya pada air sungai (Arnop *et al.*, 2019). Selain berdampak pada manusia, pencemaran tersebut juga menimbulkan kerusakan terhadap ekosistem perairan, yang ditandai dengan menurunnya kelimpahan dan keanekaragaman biota akuatik. Lebih jauh, kontaminasi bahan pencemar, terutama yang bersifat kimia, dapat menyebar ke wilayah lain melalui siklus hidrologi, sehingga mengancam keseimbangan ekosistem dan kesehatan makhluk hidup (Farhan *et al.*, 2023).

Ekosistem sungai berfungsi sebagai habitat bagi berbagai organisme akuatik yang dapat mencerminkan kualitas dan kuantitas hubungan ekologi yang ada di dalamnya. Keberadaan organisme-organisme ini sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar. Organisme akuatik tersebut meliputi tumbuhan air, plankton, perifiton, bentos, ikan, serangga air, dan lainnya (Wijaya dkk., 2022). Bentos adalah komunitas organisme yang hidup di dasar badan air, baik laut maupun perairan tawar. Di antara bentos, terdapat dua kelompok penting berdasarkan ukuran tubuhnya, yaitu mikrobentos dan makrozoobentos. Mikrobentos terdiri atas organisme mikroskopis seperti bakteri, protozoa, dan diatom yang menempel atau hidup di substrat dasar. Sementara itu, makrozoobentos (atau makroinvertebrata benthik) adalah invertebrata air berukuran cukup besar sehingga dapat diamati tanpa bantuan alat optik pembesar biasanya dapat tertahan pada jaring dengan ukuran mata atau lebih besar dari 0,5 mm (Oscoz *et al.*, 2011). Makrozoobentos juga sensitif terhadap polutan, sehingga sering digunakan sebagai indikator perairan untuk menilai kualitas ekosistem perairan (Oselladore *et al.*, 2022).

Makrozoobentos yang ditemukan di ekosistem perairan terdiri dari berbagai macam genus. Setiap genus memiliki karakteristik unik yang membedakannya satu sama lain. Keanekaragaman ini secara umum telah disinggung dalam Al-Qur'an, Surah Al-Fathir ayat 28.

وَمِنَ النَّاسِ وَالذَّوَابِّ وَالْأَنْعَامِ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ كَذَلِكَ إِنَّمَا يَخْشَى اللَّهَ مِنْ عِبَادِهِ الْعُلَمَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَزِيزٌ غَفُورٌ ﴿٢٨﴾

Artinya:

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

Tafsir Al-Misbah istilah *kadzâlîka* dalam ayat tersebut ditafsirkan oleh banyak ulama sebagai ungkapan yang menunjukkan adanya keberagaman yang juga berlaku pada seluruh makhluk hidup. Beberapa ulama lain menafsirkan kata tersebut sebagai penegasan terhadap realitas perbedaan yang secara nyata dapat diamati dalam kehidupan makhluk. Ayat ini memberikan isyarat bahwa keberagaman karakteristik pada tumbuhan, hewan, maupun manusia dipengaruhi oleh faktor genetik, bukan semata-mata ditentukan oleh lingkungan atau jenis makanan yang dikonsumsi (Shihab, 2002).

Keanekaragaman flora dan fauna adalah anugerah dari Allah SWT yang disediakan untuk kemaslahatan manusia dalam menjalankan tugas kekhilafahan di bumi. Manusia harus bersyukur atas karunia ini dan memanfaatkannya dengan bijaksana, bukan merusaknya demi kepentingan sesaat yang justru bisa mendatangkan bencana. Keanekaragaman ini merupakan tanda kekuasaan Allah yang perlu dipelajari dan direnungkan, karena setiap makhluk ciptaan-Nya memiliki hikmah dan manfaat bagi manusia. Merusak keanekaragaman hayati sama

dengan menghilangkan tanda-tanda Tuhan di bumi, sementara menjaga dan merawatnya merupakan salah satu bentuk ketakwaan (Mustaqim, 2013).

Ekosistem sungai juga tersusun atas komponen abiotik yang memiliki keterkaitan erat satu sama lain. Interaksi antara faktor-faktor biotik dan abiotik tersebut memberikan pengaruh yang signifikan terhadap keberadaan serta distribusi makrozoobentos di lingkungan perairan. Komponen abiotik meliputi berbagai parameter fisika dan kimia perairan, di antaranya suhu, salinitas, kadar oksigen terlarut, nilai pH, serta karakteristik substrat dasar. Oleh karena itu, pengamatan terhadap kondisi fisik seperti tipe substrat, serta parameter kimia seperti kandungan bahan organik, menjadi hal yang esensial dalam menganalisis struktur komunitas makrozoobentos (Aisyah *et al.*, 2020).

Penelitian mengenai keanekaragaman makrozoobentos sebagai indikator biologis dalam penilaian kualitas perairan sungai telah dilakukan oleh Zainuri *et al.* (2024) di Sungai Ireng-Ireng, yang terletak di Kawasan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru. Dalam penelitian tersebut, berhasil dikoleksi sebanyak 94 spesimen makrozoobentos yang terdiri atas 7 ordo, 10 famili, dan 10 genus. Sementara itu, studi serupa dilakukan oleh Afifatur (2021) di Kali Pelayaran Kabupaten Sidoarjo menunjukkan perbedaan kondisi ekologis di tiga stasiun pengamatan. Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') di Stasiun 1 (hulu) adalah 1,2158, di Stasiun 2 (tengah) sebesar 1,1868, dan di Stasiun 3 (hilir) menurun menjadi 0,8875. Nilai tersebut menunjukkan bahwa keanekaragaman makrozoobentos tergolong sedang di hulu dan tengah, namun menjadi rendah di hilir akibat peningkatan tekanan pencemaran. Indeks dominansi (C) juga menunjukkan perbedaan signifikan, yaitu 0,3569 di Stasiun 1, 0,3374 di Stasiun 2

(keduanya menandakan tidak ada spesies dominan), dan meningkat menjadi 0,5102 di Stasiun 3, yang menunjukkan adanya spesies dominan, yaitu famili Chironomidae yang dikenal toleran terhadap kondisi tercemar.

Kecamatan Wagir terletak di lereng Gunung Kawi, Kabupaten Malang, dengan Sungai Wadung sebagai salah satu sumber daya alam penting. Sungai ini memiliki air yang jernih dan bersuhu dingin, bahkan dimanfaatkan masyarakat setempat sebagai sumber air minum (Madani *et al.*, 2023). Untuk mengkaji dampak pencemaran ini, penelitian dilakukan dengan menggunakan indikator biologis berupa keanekaragaman makrozoobentos, yang dapat mencerminkan kesehatan ekosistem perairan. Sungai Wadung sebenarnya memiliki potensi besar sebagai sumber air bersih dan objek wisata alam. Airnya yang alami dan jernih sangat mendukung kebutuhan masyarakat sekaligus berpotensi untuk dikembangkan sebagai destinasi wisata.

Ancaman degradasi lingkungan dari aktivitas pertanian dan limbah domestik perlu diwaspadai. Pupuk dan pestisida dari lahan pertanian dapat menyebabkan eutrofikasi, sementara limbah rumah tangga berisiko meningkatkan polusi organik di badan air. Perubahan tata guna lahan juga dapat mengganggu aliran alami sungai dan merusak ekosistem sekitarnya. Untuk menjaga kelestarian Sungai Wadung, diperlukan langkah-langkah pengelolaan berkelanjutan (Ghurri, 2022). Pemantauan kualitas air secara berkala perlu dilakukan, baik melalui uji fisika-kimia maupun pendekatan biologis seperti studi makrozoobentos. Edukasi masyarakat tentang pengolahan limbah dan praktik pertanian ramah lingkungan juga penting untuk mengurangi dampak negatif aktivitas manusia. Selain itu, pengembangan wisata berbasis konservasi dapat menjadi solusi yang menguntungkan secara ekonomi

sekaligus ekologis. Dengan pendekatan terpadu yang melibatkan pemerintah, masyarakat, dan peneliti, Sungai Wadung dapat tetap menjadi sumber kehidupan yang berkelanjutan bagi Kecamatan Wagir.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apa saja genus makrozoobentos yang ditemukan di Sungai Wadung, Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang?
2. Berapa indeks keanekaragaman dan indeks dominansi makrozoobentos di Sungai Wadung, Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang?
3. Berapa nilai sifat fisika-kimia air di Sungai Wadung, Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang?
4. Bagaimana korelasi antara sifat fisika-kimia air dengan keanekaragaman makrozoobentos di Sungai Wadung, Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui genus makrozoobentos yang ditemukan di Sungai Wadung, Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang.
2. Mengetahui indeks keanekaragaman dan indeks dominansi makrozoobentos di Sungai Wadung, Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang.
3. Mengetahui nilai sifat fisika-kimia air di Sungai Wadung, Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang.
4. Mengetahui korelasi antara sifat fisika-kimia air dengan keanekaragaman makrozoobentos di Sungai Wadung, Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai peran makrozoobentos sebagai indikator kualitas perairan yang berkaitan dengan parameter fisika-kimia di Sungai Wadung, Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang.
2. Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai kondisi perairan, sehingga diharapkan dapat mendorong upaya pelestarian lingkungan di aliran Sungai Wadung, Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang.
3. Menjadi referensi untuk penelitian lanjutan, khususnya yang berkaitan dengan biodiversitas dan bioindikator perairan Sungai Wadung, Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Spesimen yang digunakan adalah makrozoobentos di dasar perairan dan batuan dalam plot yang terperangkap pada jaring ikan yang lebarnya 80x30 cm.
2. Parameter fisika-kimia yang diukur antara lain suhu air, pH, kecepatan arus, DO (*dissolved oxygen*), COD (*chemical oxygen demand*), BOD (*biological oxygen demand*), TSS (*total suspended solids*) dan TDS (*total dissolved solid*).
3. Identifikasi spesimen makrozoobentos dilakukan berdasarkan pengamatan morfologi hingga tingkat genus.
4. Pengamatan dilaksanakan pada bulan Februari 2025 bertepatan dengan musim hujan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sungai

2.1.1 Definisi

Sungai merupakan badan air tawar yang bersumber dari mata air alami, mengalir dari daerah yang memiliki elevasi tinggi menuju wilayah yang lebih rendah, dan akhirnya bermuara ke laut, danau, atau sungai lain yang lebih besar. Di bagian hulu, yang umumnya berada di kawasan pegunungan, aliran sungai cenderung lebih deras dibandingkan dengan aliran di bagian hilir. Proses erosi dan sedimentasi yang berlangsung sepanjang aliran sungai menyebabkan terbentuknya pola aliran yang berliku-liku. Kondisi sejumlah sungai di Indonesia saat ini telah menunjukkan penurunan kualitas yang cukup signifikan, bahkan melebihi batas ambang yang dipersyaratkan untuk sumber air baku (Zuliyanti *et al.*, 2022). Secara yuridis, sungai didefinisikan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 2021 sebagai aliran atau tampungan air yang terbentuk secara alami maupun buatan, yang mencakup jaringan pengairan beserta airnya, dimulai dari hulu hingga ke muara, serta dibatasi oleh garis sempadan di sisi kanan dan kiri aliran sungai (Latuamury, 2020). Allah telah menyebutkan sungai dalam QS: An-Nahl [16]: 15 sebagai berikut:

وَالْقَىٰ فِي الْأَرْضِ رَوَاسِيَ أَن تَمِيدَ بِكُمْ وَأَنْهَارًا وَسُبُلًا لَّعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ ﴿١٥﴾

Artinya:

“Dia memancangkan gunung-gunung di bumi agar bumi tidak berguncang bersamamu serta (menciptakan) sungai-sungai dan jalan-jalan agar kamu mendapat petunjuk.” (QS: An-Nahl [16]: 15)

Tafsir Al-Misbah menafsirkan bahwasannya Allah mempertahankan bumi agar tidak terguncang dengan menciptakan gunung yang kuat. Allah menciptakan

sungai dengan air yang mengalir di dalamnya. Air sungai bermanfaat untuk minum bagi manusia dan hewan, serta untuk mengairi sawah atau kebun. Allah memberikan petunjuk dengan menciptakan jalan yang terbentang di sungai merupakan anugerah dari bumi yang memiliki fungsi penting dalam menunjang kehidupan manusia dan membimbingnya mencapai kesejahteraan (Shihab, 2002). Air tawar umumnya mengalir melalui saluran alami yang dikenal sebagai sungai. Dalam perspektif Al-Qur'an, sungai digambarkan sebagai cekungan atau jalur yang di dalamnya mengalir air secara melimpah. Penafsiran terhadap ayat-ayat tersebut menunjukkan adanya keterkaitan antara keberadaan sungai dengan gunung, di mana dijelaskan bahwa sungai-sungai mengalir dari kawasan pegunungan menuju daerah dengan ketinggian yang lebih rendah (Haddade, 2016).

Ekosistem sungai merupakan kombinasi dinamis dari aliran air, organisme akuatik, sedimen, dan vegetasi tepi sungai. Semua elemen ini terlibat dalam interaksi kompleks dengan komponen abiotik yang mencakup unsur fisik dan kimia dari lingkungan tersebut. Interaksi berlangsung dari titik awal di hulu hingga ke laut atau cekungan tempat perjalanan berakhir. Karena air dikenal sebagai sumber kehidupan, sungai memainkan peran penting dalam menopang kehidupan di Bumi (Mathai, 2020).

Sungai merupakan salah satu sumber daya air yang memiliki peranan penting dalam mendukung berbagai aktivitas manusia. Pemanfaatannya mencakup sektor pertanian, perikanan, peternakan, industri, serta kebutuhan rumah tangga sehari-hari. Namun, tanpa pengelolaan yang tepat, intensitas aktivitas tersebut berpotensi menimbulkan pencemaran terhadap badan air sungai. Kondisi ini umumnya lebih parah terjadi di kawasan yang berada di sekitar wilayah industri. Limbah yang

dihasilkan dari proses industri dapat memberikan dampak negatif terhadap kualitas lingkungan perairan, sehingga menimbulkan gangguan terhadap keseimbangan ekosistem akuatik yang bergantung pada sungai tersebut (Rahman *et al.*, 2020).

2.1.2 Bagian Sungai

Menurut Andini & Desrita (2022) sungai memiliki bagian hulu, tengah, dan hilir. Penjelasan dari setiap bagian adalah sebagai berikut:

a. Sungai bagian hulu

Hulu sungai umumnya berada di kawasan pegunungan dan ditandai dengan bentuk lembah menyerupai huruf "V", aliran air yang deras, serta kedalaman sungai yang relatif signifikan. Pada bagian ini, proses erosi sering kali mendominasi akibat kekuatan aliran yang tinggi.

b. Sungai bagian tengah

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

c. Sungai bagian hilir

Bagian hilir merupakan segmen terakhir dari aliran sungai yang mengarah menuju muara atau laut. Ciri khas wilayah ini adalah lembah yang berbentuk huruf "U" dengan bentang yang lebar, serta alur sungai yang cenderung berkelok atau membentuk meander. Pada bagian hilir, proses geomorfologi yang dominan adalah

sedimentasi, yakni pengendapan material sedimen yang sebelumnya terbawa dari bagian hulu dan tengah sungai melalui proses transportasi.

2.1.3 Pemanfaatan Sungai

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

a. Irigasi

Pemanfaatan air sungai untuk irigasi dilakukan dengan membangun bendungan, kemudian dialirkan airnya ke daerah-daerah di sebelah hilirnya. Pengaturan kemiringan sungai dapat dilakukan sedemikian rupa agar aliran air dapat bergerak secara gravitasi menuju bagian hilir. Dari aliran utama tersebut, air kemudian didistribusikan melalui saluran-saluran irigasi menuju petak-petak sawah yang membutuhkan suplai air.

b. Perikanan

Air sungai yang dibendung kemudian disalurkan ke kolam-kolam budidaya ikan melalui pipa paralon. Di dalam kolam tersebut, dipelihara berbagai jenis ikan seperti ikan nila, gurami, dan ikan mas. Pemanfaatan air sungai memiliki keunggulan tersendiri karena suplai air yang terus mengalir menyebabkan pergantian air berlangsung secara alami. Aliran air yang deras juga meningkatkan kadar oksigen terlarut di dalam air, sehingga mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan yang dibudidayakan.

c. Keperluan rumah tangga

Air sungai dimanfaatkan oleh masyarakat untuk berbagai kebutuhan rumah tangga, salah satunya adalah mencuci pakaian. Aktivitas ini umumnya dilakukan

ketika kondisi air sungai relatif jernih dengan tingkat kekeruhan yang rendah, sehingga dianggap layak untuk digunakan. Selain itu, air sungai juga sering digunakan untuk mencuci kendaraan. Pemanfaatan ini dipilih karena dianggap lebih efisien dari segi biaya maupun tenaga dibandingkan dengan penggunaan air dari sumber lain.

2.1.4 Parameter Fisika-Kimia

Dalam mengkaji kondisi ekosistem perairan, selain memperhatikan komponen biotik seperti makrozoobentos, perlu juga dilakukan pengamatan terhadap faktor-faktor abiotik. Melalui pemahaman terhadap hubungan timbal balik antara organisme akuatik dan parameter fisika-kimia perairan, dapat diperoleh informasi yang lebih komprehensif mengenai kualitas lingkungan perairan tersebut (Harahap, 2022).

a. Suhu

Suhu merupakan ukuran atau pengukuran intensitas panas atau dingin suatu benda atau lingkungan. Suhu juga merupakan parameter penting dalam berbagai bidang penelitian (Nakkir dkk., 2023). Suhu sangat memengaruhi kelarutan oksigen di dalam air jika suhu air meningkat, aktivitas metabolisme akuatik akan meningkat, yang berarti kebutuhan oksigen meningkat (Harahap, 2022). Perubahan suhu di lingkungan perairan dapat memengaruhi berbagai proses fisik dan kimia yang berlangsung di dalamnya. Peningkatan suhu air berkontribusi terhadap percepatan laju reaksi kimia, peningkatan laju evaporasi, perubahan viskositas, dan volatilisasi senyawa, serta penurunan konsentrasi gas-gas terlarut seperti oksigen (O_2), karbon dioksida (CO_2), nitrogen (N_2), dan metana (CH_4) (Yusal & Hasyim, 2022).

b. TSS (*Total Suspended Solids*)

Total Suspended Solids (TSS) merupakan material padat yang tersuspensi di dalam kolom air dan tidak mengendap karena tetap melayang tanpa menyentuh dasar perairan. Keberadaan TSS dipengaruhi oleh masukan dari daratan, aliran sungai, serta kondisi perairan itu sendiri. Nilai TSS memiliki korelasi positif dengan tingkat kekeruhan air, artinya semakin tinggi tingkat kekeruhan, maka semakin besar pula konsentrasi padatan tersuspensi dalam perairan. TSS sangat berkaitan erat dengan proses sedimentasi, yang dalam jangka panjang dapat memberikan dampak negatif terhadap keseimbangan ekosistem akuatik (Yonar *et al.*, 2021). Padatan tersuspensi ini umumnya berukuran maksimum 2 μm dan terdiri atas lumpur serta pasir halus yang masuk ke badan air melalui faktor lingkungan seperti curah hujan dan dinamika hidrooseanografi (Galuh dkk., 2019).

c. TDS (*Total Dissolved Solids*)

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

d. Kecepatan arus

Kecepatan aliran air merupakan faktor penting karena dapat mempengaruhi banyak faktor lingkungan karena mempengaruhi kontaminan dalam sistem perairan. Perairan dengan arus deras cenderung memiliki dasar yang berbatu dan berkerikil, sedangkan perairan dengan arus yang lambat cenderung memiliki dasar yang terdiri dari lumpur dan pasir (Johan & Ediwarman, 2011). Kecepatan arus dapat dibagi menjadi beberapa tipe, yaitu >1 m/det tergolong arus sangat cepat, 0,5-1 m/det tergolong arus cepat, 0,2-0,5 m/det tergolong arus sedang, dan 0,1-0,2 m/det tergolong arus lambat, dan $< 0,1$ m/det tergolong arus sangat lambat (Arfiati dkk., 2019). Kecepatan arus cukup berpengaruh terhadap keberadaan makrozoobentos, khususnya kelas bivalvia yang memanfaatkan keberadaan arus untuk mendapatkan makanannya, tetapi arus perairan yang terlampau kuat dapat menghempaskan makrozoobentos (Ningrum & Kuntjoro, 2022).

a. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman atau pH merupakan gambaran aktifitas atau jumlah ion hidrogen yang terdapat di perairan. Nilai pH perairan mengindikasikan tingkat keasaman atau kebasaan air. Kisaran pH yang ideal untuk kelangsungan hidup organisme akuatik umumnya berkisar antara 7 hingga 8,5. Perairan dengan pH yang sangat asam atau sangat basa dapat mengganggu metabolisme organisme, sehingga mempengaruhi kelangsungan hidupnya. Keberadaan ion-ion tertentu, seperti besi sulfur (FeS), dalam jumlah besar di dalam air dapat meningkatkan keasaman. Reaksi FeS dengan oksigen dan air akan membentuk asam sulfat (H_2SO_4) dan besi terlarut, yang bersifat toksik bagi makrozoobentos (Harahap, 2022). pH air sungai

yang tinggi seringkali disebabkan oleh akumulasi logam berat atau senyawa organik tertentu yang terdapat dalam perairan tersebut. (Pratiwi & Setiorini, 2023).

b. DO (*Dissolved oxygen*)

Oksigen terlarut (*dissolved oxygen* atau DO) Oksigen terlarut (DO) mengacu pada konsentrasi gas oksigen yang terdapat dalam ekosistem perairan, yang sangat penting bagi semua organisme akuatik untuk proses metabolisme dan respirasi. Selain itu, oksigen terlarut juga memainkan peran krusial dalam proses biogeokimia yang terjadi di perairan. Sebagai salah satu parameter kimia perairan yang utama, oksigen terlarut diukur untuk mengevaluasi daya dukung ekosistem perairan (Hamzah *et al.*, 2022). Sumber utama oksigen terlarut dalam air berasal dari fotosintesis tumbuhan air dan juga dari difusi oksigen atmosfer yang masuk ke dalam air melalui proses difusi secara bertahap melalui permukaan air (Wardana, 1995).

c. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Biological Oxygen Demand (BOD) adalah jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk mengurai bahan organik dalam air melalui proses biologis. Nilai BOD dalam perairan dapat memberikan gambaran mengenai tingkat pencemaran yang disebabkan oleh limbah domestik atau industri (Daroini & Arisandi, 2020). Konsentrasi BOD yang tinggi menunjukkan tingkat penurunan oksigen terlarut yang lebih besar dalam ekosistem perairan, yang dapat mengganggu keseimbangan lingkungan akuatik (Putri dkk., 2019).

d. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Chemical Oxygen Demand (COD) mengacu pada jumlah oksigen (mg O_2) yang diperlukan untuk mengoksidasi zat-zat organik dalam sampel air, yaitu

oksigen yang dibutuhkan untuk mengubah zat organik menjadi karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O). Dalam reaksi ini, hampir seluruh zat organik, sekitar 85%, dapat teroksidasi menjadi CO_2 dan H_2O dalam kondisi asam. Pengukuran COD memberikan indikasi mengenai tingkat pencemaran air yang disebabkan oleh zat-zat organik, yang secara alami dapat teroksidasi melalui proses mikrobiologis, sehingga menyebabkan penurunan konsentrasi oksigen terlarut dalam air (Sari, 2019).

2.1.5 Baku Mutu Air Sungai

Baku mutu air sungai di Indonesia diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. (Atikah dkk., 2023). Kelas air terbagi menjadi empat berdasarkan pemanfaatannya. Berikut drskripsi dari keempat kelas tersebut:

a. Kelas I

Kelas I air sungai dikategorikan sebagai air yang digunakan sebagai bahan baku air minum atau untuk keperluan lain yang memerlukan kualitas air yang setara dengan tujuan tersebut.

b. Kelas II

kelas II adalah air yang digunakan untuk rekreasi, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, pengairan tanaman, atau tujuan lain yang membutuhkan kualitas air yang sebanding dengan tujuan tersebut.

c. Kelas III

Kelas III air digunakan untuk kegiatan peternakan, pembudidayaan ikan air tawar, pengairan tanaman, atau untuk memenuhi persyaratan kualitas air yang sesuai dengan tujuan tersebut.

d. Kelas IV

Kelas IV air digunakan untuk pengairan tanaman atau tujuan lain yang memerlukan kualitas air yang sesuai dengan kegunaan tersebut.

Nilai baku mutu air sungai yang diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup digunakan sebagai parameter dalam menilai kualitas air. Nilai baku mutu ini disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Baku mutu air sungai PP RI Nomor 22 Tahun 2021 lampiran VI

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

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

2.1.6 Pencemaran Air Sungai

Dalam Al-Quran, surat Ar-Rum, ayat 41, Allah secara implisit menyebutkan tentang pencemaran lingkungan:

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

Artinya:

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

Tafsir Al-Misbah mengartikan bahwa darat dan laut sebagai tempat terjadinya fasad, yang dapat dipahami sebagai arena terjadinya kerusakan. Hal ini mencakup

kerusakan yang disebabkan oleh tindakan manusia, seperti pembunuhan dan perampokan di kedua tempat tersebut, maupun kerusakan yang terjadi pada lingkungan itu sendiri. Sebagai contoh, laut yang tercemar menyebabkan kematian ikan dan penurunan hasil laut, sementara daratan yang semakin panas dapat menyebabkan kemarau panjang. Akibatnya, keseimbangan lingkungan menjadi terganggu. Ulama kontemporer menginterpretasikan ayat ini sebagai isyarat mengenai kerusakan lingkungan yang sedang terjadi (Shihab, 2002). Ayat di atas memberikan penjelasan kepada manusia tentang menjaga kualitas lingkungan, menurut Masduki (2019). Campur tangan manusia yang tidak bertanggung jawab dan semenah-menah menyebabkan kerusakan lingkungan. Dengan mengirimkan bencana alam, Allah mengingatkan manusia agar mereka selalu menjaga kebersihan lingkungan dan bagian-bagiannya sebagai tempat tinggal.

Pencemaran terjadi ketika ada bahan-bahan dalam lingkungan yang menyebabkan perubahan yang tidak diinginkan, baik dari segi fisik, kimiawi, maupun biologis (Liku dkk., 2022). Pencemaran sungai merupakan salah satu masalah lingkungan yang mengancam kehidupan manusia, hewan, dan tumbuhan. Banyak orang tidak tahu tentang masalah pencemaran sungai dan tidak bertanggung jawab atas pengelolaannya (Alias & Azilawanie, 2019).

Sungai saat ini merupakan salah satu sumber air yang paling tercemar. Meski berdampak signifikan terhadap manusia, sebagian besar sungai di Indonesia dalam kondisi tidak sehat. Lingkungan sungai juga memperoleh manfaat dari fungsinya yang penting. Pencemaran air dapat dikategorikan dalam dua sumber utama. Sumber pertama adalah sumber yang dapat dipastikan (sumber tertentu), yang mencakup pemasukan atau penggabungan makhluk hidup, energi, zat, atau unsur

lain yang dapat menyebabkan akumulasi bahan baku berkualitas tinggi. Contoh dari sumber tertentu ini adalah sampah rumah tangga yang terkelola dan produk sampingan dari kegiatan industri. Sumber kedua adalah sumber yang tidak dapat dipastikan (sumber tak tentu), yang dapat terkait dengan aktivitas pemukiman, transportasi, atau pertanian (Firmansyah dkk., 2021).

2.2 Keanekaragaman

Keanekaragaman didefinisikan sebagai sejauh mana suatu komponen tersebar dalam suatu populasi tertentu (Xu *et al.*, 2020). Keanekaragaman ditentukan oleh jumlah jenis yang ada serta distribusi kelimpahan individu dari masing-masing jenis tersebut. Keanekaragaman dalam suatu ekosistem memainkan peran penting dalam menjaga kestabilan ekosistem (Suheriyanto *et al.*, 2017). Kelimpahan individu dari setiap jenis dihitung dengan menggunakan indeks keanekaragaman (Febrian dkk., 2022).

Indeks keanekaragaman memberikan gambaran mengenai kestabilan suatu komunitas. Nilai indeks keanekaragaman yang tinggi menunjukkan bahwa komunitas tersebut memiliki tingkat stabilitas yang baik dalam ekosistem, sedangkan nilai indeks yang rendah mengindikasikan bahwa komunitas tersebut cenderung tidak stabil. Komunitas dengan indeks keanekaragaman sedang atau moderat, menunjukkan tingkat kestabilan yang cenderung mudah berubah atau sangat sensitif terhadap perubahan, ditunjukkan dengan indeks keanekaragaman berkisar antara 1 dan 3 (Isnainingsih & Patria, 2018).

Indeks Shannon merupakan alat yang efektif dan sering digunakan untuk menggambarkan tingkat keanekaragaman dalam suatu komunitas, dibandingkan dengan indeks keanekaragaman lainnya. Simpson mengembangkan indeks pertama

yang mengukur kemungkinan dua individu yang dipilih secara acak berasal dari spesies yang sama. Jika suatu sistem didominasi oleh satu atau beberapa spesies, di mana satu atau beberapa spesies memiliki jumlah individu yang sangat tinggi, maka sistem tersebut menunjukkan tingkat dominasi yang lebih tinggi. Sebaliknya, jika distribusi individu di antara spesies cukup merata, dengan jumlah individu dari berbagai spesies hampir sama, maka sistem tersebut memiliki keanekaragaman yang lebih tinggi (Thukral dkk., 2019). Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') memiliki rentang nilai tertentu, yaitu: $H' < 1$ (keanekaragaman rendah), $1 < H' < 3$ (keanekaragaman sedang), dan $H' > 3$ (keanekaragaman tinggi) (Sulaeman dkk., 2020).

Indeks dominasi Simpson memberikan perhatian lebih pada taksa yang dominan, dengan memberikan bobot lebih kecil pada taksa yang jarang ditemui. Nilai indeks ini berkisar antara 0 (keanekaragaman rendah) hingga nilai maksimum $1 - 1/s$, di mana s merupakan jumlah takson (Ghosh & Bishwash, 2015). Nilai indeks dominasi antara 0 hingga 0,5 menunjukkan tidak adanya dominasi oleh satu jenis tertentu, sementara nilai antara 0,5 hingga 1 mengindikasikan dominasi oleh jenis tertentu dalam komunitas tersebut (Desinawati dkk., 2018).

2.3 Sungai Wadung

Penelitian ini dilakukan di Sungai Wadung yang terletak di Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang. Sungai Wadung merupakan salah satu anak Sungai Metro dengan aliran berasal dari lereng Gunung Kawi dan mengalir menuju bagian hilir di wilayah Malang bagian selatan. Panjang aliran sungai ini kurang lebih 10 km, melewati wilayah-wilayah perbukitan dan pertanian di Kecamatan Wagir (BPS Kabupaten Malang, 2020). Sungai ini dimanfaatkan secara luas oleh masyarakat

sekitar untuk kebutuhan rumah tangga seperti mandi dan mencuci, serta untuk irigasi lahan pertanian dan perkebunan (Fathony dan Sukowiyono, 2007). Secara geografis, wilayah aliran Sungai Wadung dibatasi oleh lereng Gunung Kawi di bagian hulu dan bermuara ke sistem Daerah Aliran Sungai (DAS) Metro yang memiliki luas sekitar 298,064 km². Hulu sungai berada pada elevasi yang lebih tinggi dan masih memiliki tutupan vegetasi yang relatif baik, sedangkan wilayah tengah hingga hilir mulai dipengaruhi oleh aktivitas antropogenik seperti permukiman, wisata, dan pertanian intensif (Fathony dan Sukowiyono, 2007).

Sungai wadung melintasi 4 desa yaitu Desa Dalisodo, Desa Petungsewu, Desa Pandanrejo dan Desa Gondowangi. Desa Dalisodo memiliki karakter geografis perbukitan dengan ketinggian 544 mdpl. Desa ini berada di bagian hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) dan memiliki vegetasi riparian yang cukup terjaga. Dalisodo termasuk dalam wilayah Kecamatan Wagir yang memiliki laju pertumbuhan penduduk 1,43% dan kepadatan 1.199 jiwa/km². Desa Petungsewu, juga di Kecamatan Wagir, berbatasan dengan kawasan hutan konservasi dan memiliki kontur lereng yang dominan. Desa ini memiliki potensi ekowisata dan pertanian yang kuat, serta mengikuti pola pertumbuhan penduduk Kecamatan Wagir. Desa Pandanrejo merupakan desa lain di Kecamatan Wagir dengan bentang alam yang mirip, yaitu berupa perbukitan dan aliran sungai. Desa ini mendukung sektor pertanian dan permukiman serta mengalami pertumbuhan penduduk yang sama yaitu 1,43% per tahun. Desa Gondowangi terletak di wilayah bawah Kecamatan Wagir dan dilalui oleh aliran Sungai Wadung. Topografinya bervariasi antara dataran dan lereng, serta menunjang kegiatan rumah tangga dan pertanian.

Gondowangi juga mengikuti laju pertumbuhan dan kepadatan penduduk khas Kecamatan Wagir (BPS Kabupaten Malang, 2025).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji keanekaragaman makrozoobentos serta kondisi fisika-kimia perairan Sungai Wadung dengan menggunakan lima stasiun pengamatan yang merepresentasikan zona hulu hingga hilir. Stasiun I dan II terletak di wilayah hulu yang digunakan untuk keperluan rumah tangga dan pertanian, sedangkan Stasiun III hingga V berada di wilayah tengah dan hilir yang dominan dimanfaatkan untuk pertanian dan menerima tekanan pencemaran lebih tinggi. Karakteristik lokasi ini memungkinkan analisis distribusi makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas air berdasarkan gradasi aktivitas manusia dan faktor abiotik di sepanjang aliran sungai.

2.4 Makrozoobentos

2.4.1 Klasifikasi Makrozoobentos

Bentos adalah organisme yang hidup secara menetap, merayap, atau menggali lubang di dasar perairan. Mereka dapat ditemukan di berbagai jenis substrat seperti lumpur, pasir, batu, pecahan karang, serta karang mati. Berdasarkan posisinya di dasar perairan, bentos dibagi menjadi dua kelompok utama, yaitu infauna dan epifauna. Infauna adalah bentos yang hidup di dalam substrat dan biasanya lebih melimpah di zona subtidal, serta mendominasi komunitas pada substrat lunak. Sebaliknya, epifauna adalah bentos yang hidup di permukaan substrat, banyak ditemukan di zona intertidal, dan dapat hidup pada berbagai jenis substrat. Epifauna bergerak perlahan di atas sedimen lunak, namun memiliki kemampuan untuk menempel dengan baik, sehingga dapat berkembang dengan optimal di substrat keras (Fachrul, 2007).

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

- a. Makrozoobentos, yakni bentos yang berukuran lebih besar dari 1,0 mm, misalnya Moluska.
- b. Mesobentos, yakni bentos berukuran dengan kisaran 0,1-1,0 mm, misalnya Cnidaria
- c. Mikrozoobentos, yakni bentos berukuran lebih kecil dari 0,1 mm

Makrozoobentos adalah organisme yang hidup di dasar perairan dan berperan penting dalam rantai makanan, dengan keberadaannya sangat bergantung pada populasi organisme tingkat lebih rendah. Sebagai kelompok yang signifikan dalam ekosistem perairan, makrozoobentos memainkan peran kunci sebagai organisme penghubung dalam jaring makanan (Pelealu dkk., 2018). Kelompok ini sering disebut sebagai makroinvertebrata, di mana sebagian besar spesiesnya menghuni permukaan dasar sungai atau substrat stabil lainnya, bukan organisme yang menghabiskan waktu untuk berenang bebas. Karena mayoritas hidup di dasar perairan, makrozoobentos juga dikenal sebagai makroinvertebrata bentik. Secara umum, makroinvertebrata merujuk pada invertebrata berukuran besar yang dapat diamati tanpa menggunakan alat pembesar. Kelompok ini mencakup berbagai spesies dari beberapa filum, seperti Annelida, Moluska, Platyhelminthes, Nematoda, dan Arthropoda (Oscoz *et al.*, 2011).

Makrozoobentos berdasarkan cara makan terbagi menjadi lima kelompok fungsional dalam tabel 2.2 (Kumar & Vyas, 2014). Sedangkan klasifikasi makrozoobentos berdasarkan taksonominya dapat dikategorikan menjadi beberapa kelompok seperti pada gambar 2.1 (Haniyyah, 2021).

Tabel 2.2. Kelompok makan fungsional makrozoobentos

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



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

2.4.1.1 Oligochaeta

Oligochaeta merupakan subkelas dari filum Annelida yang dapat ditemukan di perairan, dengan ukuran tubuh berkisar antara 1-150 mm. Oligochaeta memiliki tubuh memanjang simetris bilateral yang tersegmentasi, seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.1 (a) dan (b). Setiap segmen tubuh, kecuali segmen pertama, memiliki empat bundel atau bulu (chaetae). Oligochaeta dewasa memiliki penebalan kelenjar (klitellum) yang terletak di daerah genital. Beberapa famili yang dikenal dalam kelompok ini adalah Naididae, Enchytraeidae, Haplotaxidae, Lumbriculidae, dan Lumbricidae. Beberapa spesies Oligochaeta dapat bertahan hidup dalam kondisi lingkungan dengan konsentrasi oksigen yang rendah serta di habitat yang terpapar polusi organik berat (Rufusova *et al.*, 2017). Oligochaeta air tawar memiliki peran penting dalam proses bioturbasi sedimen yang terakumulasi di danau dan sungai. Melalui aktivitas menggali, makan, bergerak, bernapas, dan mengeluarkan zat sisa, cacing ini turut memediasi interaksi antara proses fisik dan kimia di antara sedimen dan air (Oscoz *et al.*, 2011).

2.4.1.2 Hirudinea

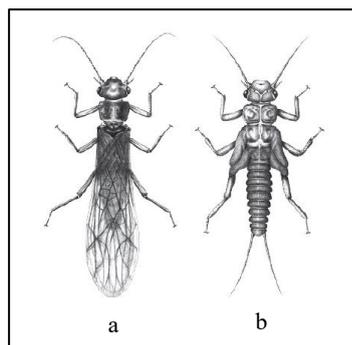
Kelas Hirudinea, yang termasuk dalam filum Annelida atau sebagai subkelas dari kelas Clitellata, dengan Oligochaeta sebagai subkelas lainnya, memiliki tubuh yang tersegmentasi, berotot, dan kontraktif. Selain itu, kelas ini dilengkapi dengan pengisap di kedua ujung tubuhnya, seperti yang terlihat pada gambar 2.1 (c) (Oscoz *et al.*, 2011). Sebagian besar lintah hidup di perairan tawar, meskipun beberapa spesies juga dapat ditemukan di habitat terestrial dan laut. Lintah umumnya ditemukan di perairan yang tenang atau mengalir lambat, sering kali di bawah batu-batu yang berada di sekitar aliran air. Lintah dapat berperan sebagai predator atau

parasit. Tubuh lintah lebih kokoh karena rongga tubuh sekunder (coelom) yang dipenuhi dengan jaringan ikat. Lima famili lintah yang diidentifikasi adalah Glossiphoniidae, Erpobdellidae, Piscicolidae, Haemopidae, dan Hirudinidae. (Rufusova *et al.*, 2017).

2.4.1.3 Insecta

a. Plecoptera

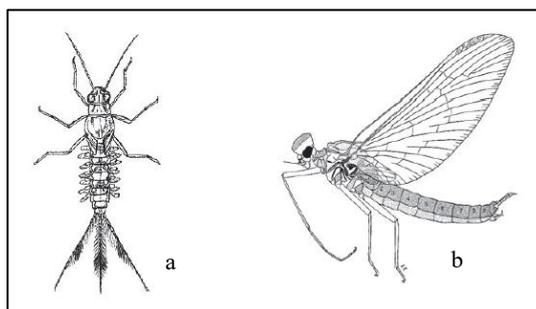
Ordo Plecoptera (lalat batu) merupakan ordo kecil dari serangga hemimetabola dengan sekitar 3.500 spesies yang telah diidentifikasi. Ordo ini tidak ditemukan di perairan yang tergenang. Lalat batu umumnya bukan penerbang yang kuat, dan beberapa spesies bahkan tidak memiliki sayap. Baik larva maupun dewasa memiliki pasangan cerci yang menonjol di ujung perut, seperti yang terlihat pada gambar 2.2. Larva lalat batu mengonsumsi bahan organik dan beberapa di antaranya bersifat predator, seperti pada famili Perlidae, Perlodidae, dan Chloroperlidae. Perkembangan larva lalat batu membutuhkan waktu antara 1 hingga 4 tahun, yang menjadikannya sebagai indikator yang baik untuk perairan yang mengalir. (Rufusova *et al.*, 2017).



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

b. Ephemeroptera

Ordo Ephemeroptera (lalat capung) adalah salah satu serangga tertua, terdiri dari sekitar 3.200 jenis. Nimfanya menghuni perairan mengalir, namun beberapa taksa lebih menyukai perairan tergenang. Fase dewasa hidup dalam waktu yang singkat (beberapa jam atau hari) hanya untuk bereproduksi. Alat mulut berupa vestigial, mereka tidak makan saluran pencernaan mereka terisi udara, dan tujuan utama hidup adalah untuk bereproduksi. Fase dewasa dari lalat capung biasanya berkerumun di permukaan air. Nimfa lalat capung, yang merupakan tahap perkembangan sebelum menjadi dewasa, berfungsi sebagai bioindikator yang sangat berguna untuk pemantauan kualitas air tawar. Bentuk tubuh nimfa ini bervariasi sesuai dengan adaptasi lingkungannya, seperti yang terlihat pada gambar 2.3. (Rufusova *et al.*, 2017).

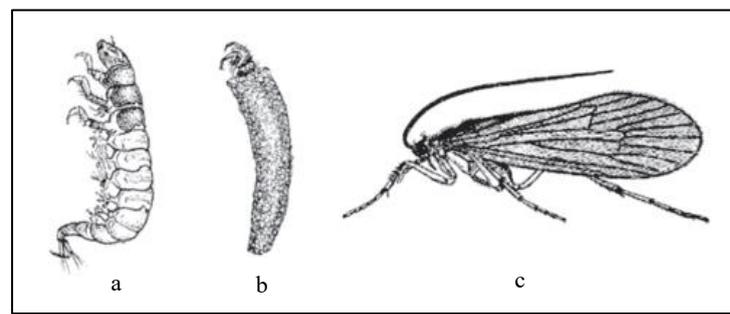


Gambar 2.3. Morfologi Ephemeroptera (Rufusova *et al.*, 2017). (a) nimfa dan (b) dewasa.

c. Tricoptera

Lebih dari 15.000 spesies termasuk dalam Ordo Tricoptera, atau lalat kadis, yang terdiri dari 18 famili. Sebagian besar taksa ditemukan di perairan yang mengalir. Serangga dalam Ordo ini memiliki metamorfosis sempurna, atau fase kepompong dalam perkembangannya. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4,

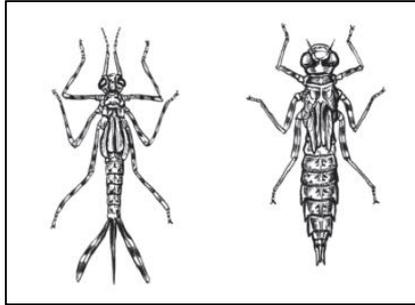
fase dewasa kupu-kupu memiliki sayap yang tertutup rambut. Ujung tubuh larva lalat capung dilengkapi dengan proleg perut dan cakar anal, yang membantunya beradaptasi dengan arus air yang kuat. Dalam siklus hidupnya yang berlangsung sekitar satu tahun, larva mengalami 5-7 tahap perkembangan (instar). Ujung labium larva memiliki kelenjar sutra yang berfungsi untuk menghasilkan jaring atau sebagai lem yang digunakan dalam konstruksi selubung tempat larva berlindung (Rufusova *et al.*, 2017)



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

d. Odonata

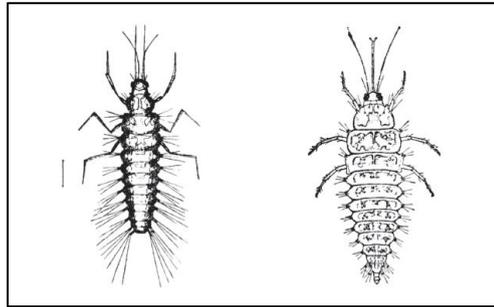
Ordo Odonata terdiri dari tiga subordo, yaitu Anisoptera, Zygoptera, dan Anisozygoptera. Odonata merupakan ordo serangga yang telah ada sejak lama dan mengalami metamorfosis hemimetabola. Semua larva Odonata memiliki ciri khas berupa modifikasi labium yang menyerupai topeng atau masker. Larva menggunakan topeng tersebut untuk menangkap mangsa, di mana topeng tersebut dapat diperpanjang dan terlipat di bawah kepala dan dada. Secara global, sekitar 6.000 spesies Odonata (capung) telah dideskripsikan. Penyebarannya meliputi daerah tropis, di mana jumlah dan keragamannya paling banyak, hingga daerah pepohonan di wilayah Kutub. (Rufusova *et al.*, 2017).



Gambar 2.5. Morfologi Larva Odonata (Rufusova *et al.*, 2017).

e. Coleoptera

Coleoptera adalah ordo besar serangga, sebagian besar dari spesiesnya hidup di habitat terestrial. Namun, sekitar 12.500 anggotanya dianggap sebagai spesies akuatik yang tersebar di seluruh dunia. Larva kumbang memiliki mulut yang digunakan untuk menggigit, dengan mandibula dan maksila yang berfungsi untuk menahan dan mengunyah makanan. Beberapa spesies kumbang air tidak memiliki kaki, sementara yang lainnya memiliki tiga pasang kaki bersendi pada dada. Kumbang air memiliki berbagai cara untuk bernafas, antara lain: menggunakan spirakel atau insang (pada famili Gyrinidae), melubangi batang tanaman terendam yang berongga untuk mengambil udara (pada famili Chrysomelidae), menggunakan siphon yang terletak di ujung perut untuk menarik udara dari permukaan (pada famili Dytiscidae), serta menyimpan udara yang berfungsi sebagai plastron (pada famili Dryopidae dan Elmidae). (Rufusova *et al.*, 2017).



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

2.4.1.4 Crustacea

Crustaceae, yang berasal dari kata *crusta* yang berarti "berkulit keras," memiliki tubuh yang terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu sefalotoraks (kepala dan dada) serta abdomen (perut). Tubuhnya dilindungi oleh eksoskeleton atau karapaks yang tersusun dari zat kitin, memberikan perlindungan dan kekuatan pada struktur tubuhnya (Maya & Nurhidayah, 2020). Crustacea merupakan kelompok invertebrata dengan sekitar 67.000 spesies yang tersebar di seluruh dunia. Ukurannya bervariasi mulai dari 0,1 mm. Kebanyakan crustasea hidup di laut hanya sedikit yang tinggal di habitat air tawar. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1 (f), ia memiliki lebih dari empat pasang anggota badan *biramous* dan dua pasang antena, yang membuatnya berbeda dari kelompok arthropoda lainnya. Crustacea memiliki eksoskeleton yang akan berganti ketika tumbuh (Rufusova *et al.*, 2017).

2.4.1.5 Gastropoda

Gastropoda merupakan kelas terbesar dan paling populer dalam filum Mollusca, dengan sekitar 50.000 spesies yang tersebar luas. Karena keragaman jenisnya, Gastropoda mudah ditemukan di berbagai habitat. Sebagian besar Gastropoda memiliki cangkang yang berbentuk kerucut terpilin (spiral), dan bentuk tubuhnya mengikuti bentuk cangkang tersebut. Namun, ada juga Gastropoda yang tidak memiliki cangkang dan sering disebut sebagai siput telanjang (*vaginula*). Pada

tahap larva, tubuh Gastropoda ini memiliki simetri bilateral. Gastropoda yang hidup di darat bernapas menggunakan paru-paru, sedangkan yang hidup di air bernapas dengan insang (Maya & Nurhidayah, 2020). Habitat Gastropoda sangat bervariasi, mulai dari daerah yang dekat dengan permukaan air hingga kedalaman yang lebih dalam. Keberadaan mereka juga dipengaruhi oleh kondisi pasang surut air serta ketersediaan makanan (Umam & Wahyuningsih, 2022). Kelas Gastropoda biasanya ditemukan pada substrat yang beragam, baik yang keras maupun berpasir, karena lebih mudah beradaptasi dibandingkan dengan kelas moluska lainnya (Arfiati dkk., 2019).

2.4.2 Habitat Makrozoobentos

Makrozoobentos lebih banyak ditemukan di perairan yang tergenang (lentik) daripada di perairan yang mengalir (lotik). Zoobentos adalah hewan yang sebagian atau seluruh siklus hidupnya berada di dasar perairan, baik sesil, merayap maupun menggali lubang. Bentos pemakan suspensi cenderung lebih banyak ditemukan pada substrat yang terdiri dari pasir dan memiliki kandungan bahan organik yang rendah. Sebaliknya, bentos pemakan deposit lebih banyak ditemukan pada sedimen lempung dan sedimen lunak, yang memiliki kandungan bahan organik yang lebih tinggi. Komposisi hewan bentos di suatu perairan sangat dipengaruhi oleh kondisi substrat dasar, yang menentukan jenis makanan yang tersedia bagi mereka serta adaptasi spesies terhadap lingkungan tersebut (Harahap, 2022).

Keragaman substrat berkorelasi langsung dengan kerapatan dan keragaman makroinvertebrata. Endapan sedimen akan mengisi ruang pori di antara partikel kasar pada substrat, mengurangi ketersediaan habitat tempat hidup makroinvertebrata. Ini mengakibatkan penghambatan sirkulasi air di antara pori-

pori partikel, yang menciptakan barrier sedimen yang tidak dapat menembus kandungan oksigen hyporheic. Pengurangan kelimpahan invertebrata total sebesar 16–40% dapat dikaitkan dengan peningkatan kandungan sedimen berukuran halus sebesar 12–17% (Tjokrokusumo, 2008).

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk menggambarkan keadaan keanekaragaman makrozoobentos di perairan sungai. Pengambilan sampel makrozoobentos dilakukan dengan menggunakan metode eksplorasi, yaitu dengan pengambilan sampel secara langsung pada lokasi penelitian di sepanjang perairan sungai. Data yang disajikan mencakup identifikasi genus, jumlah spesimen, serta karakteristik morfologi makrozoobentos. Selain itu, data juga mencakup parameter fisika-kimia air yang diukur di setiap stasiun, serta analisis korelasi antara keanekaragaman makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia air.

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2024 hingga bulan Februari 2025. Lokasi pengambilan sampel makrozoobentos dan sampel air dilakukan di Sungai Wadung Kecamatan Wagir Kabupaten Malang. Provinsi Jawa Timur. Identifikasi sampel makrozoobentos dilakukan di Laboratorium Optik Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Uji parameter fisika-kimia dilakukan di Laboratorium Jasa Tirta.

3.3 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi jaring dengan ukuran mata jaring 1x1 mm, ayakan dengan mata jaring 0,5x0,5 mm, pH meter, termometer, TDS meter, kuas, pinset, nampan, penggaris, mikroskop, botol gelap, botol flakon,

icepack, kotak sterofoam, kertas label, tali rafia, dan buku identifikasi. Sedangkan bahan yang digunakan adalah alkohol 70%, sampel air, serta sampel makrozoobentos yang diambil dari setiap stasiun penelitian.

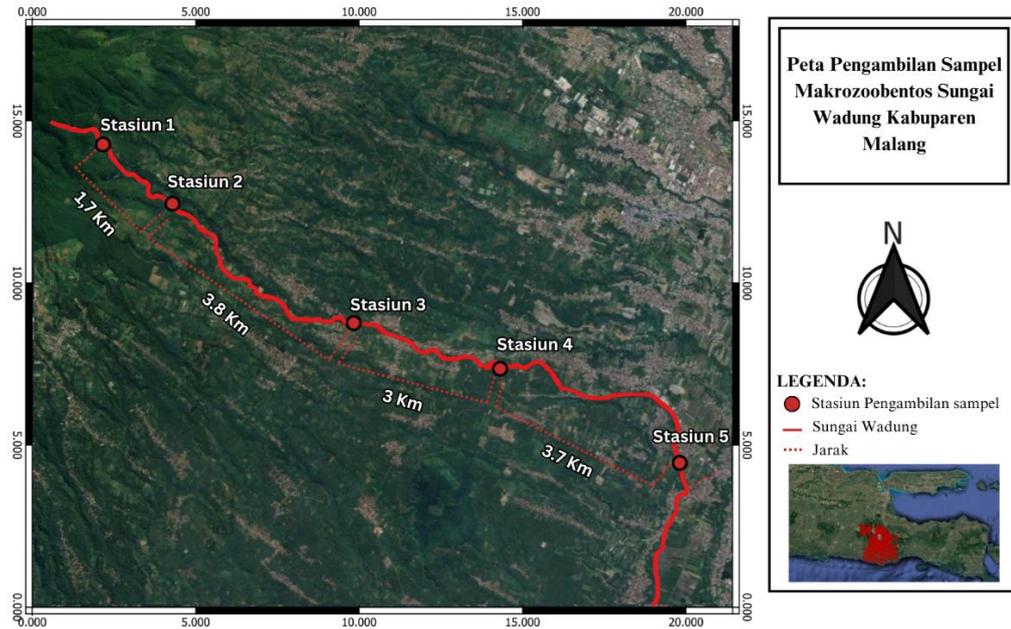
3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Studi Pendahuluan

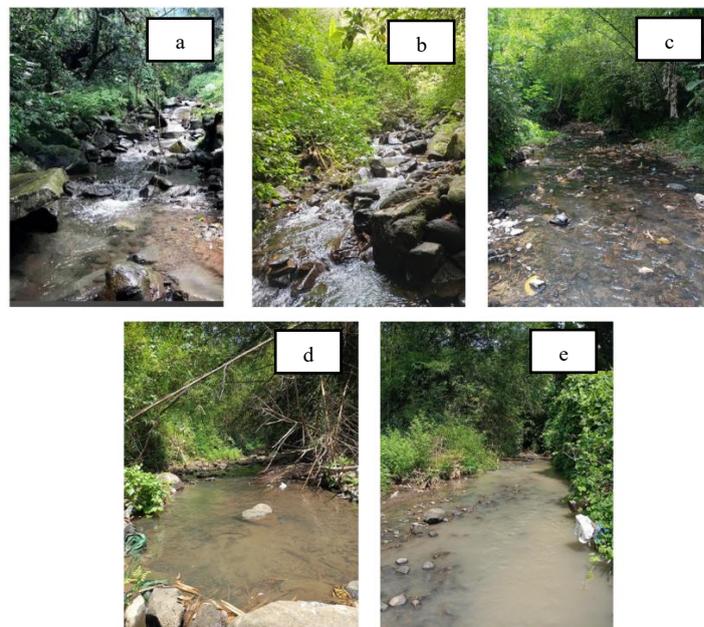
Studi pendahuluan dilaksanakan pada bulan Oktober 2024 dengan tujuan untuk menentukan lokasi stasiun yang akan diamati dalam penelitian ini. Pemilihan stasiun pengambilan sampel dilakukan menggunakan *metode purposive sampling*, di mana setiap stasiun yang dipilih diperkirakan memiliki kondisi lingkungan yang bervariasi dan mewakili berbagai kondisi yang ada di Sungai Wadung, Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang. Rincian mengenai lima stasiun yang dipilih untuk pengambilan sampel disajikan dalam Tabel 3.1. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1, sementara foto dari lokasi penelitian ditampilkan dalam gambar berikut 3.2.

Tabel 3.1. Deskripsi stasiun pengamatan

| Stasiun | Deskripsi | Titik Kordinat |
|---------|---|---|
| I | Dasar berbatu ukuran kecil-sedang, mendekati sumber mata air | 07° 58' 41.06" LS 112° 30' 28.15" BT |
| II | Dasar berpasir batuan kecil-sedang, letak setelah wisata coban glotak | 07° 58' 56.59" LS 112° 30' 52.65" BT |
| III | Dasar berkerikil batuan ukuran kecil-sedang, letak setelah persawahan | 08° 00' 18.88" LS 112° 33' 13.02" BT |
| IV | Dasar berpasir batuan kecil-sedang, letak dekat area perumahan | 08° 00' 37.17" LS 112° 34' 16.54" BT |
| V | Dasar berlumpur batuan kecil, letak dekat area perumahan | 08° 01' 29.83" LS 112° 36' 00.16" BT |



Gambar 3.1. Peta lokasi penelitian (QGIS)

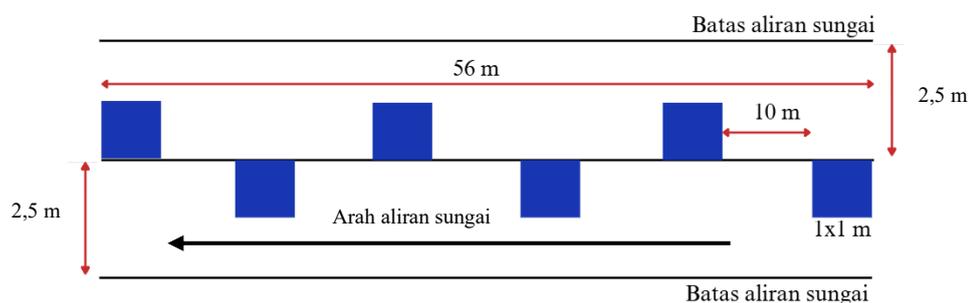


Gambar 3.2. Foto lokasi penelitian. (a) Stasiun I, (b) Stasiun II, dan (c) Stasiun III, (d) Stasiun IV, (e) Stasiun V

3.4.2 Pengambilan Spesimen Makrozoobentos dan Sampel Air

Pengambilan spesimen dilakukan sebanyak 3 kali ulangan disetiap stasiun. Pengulangan dilakukan dengan rentang waktu satu minggu. Setiap stasiun

ditetapkan *line transek* berukuran 56 meter, pada setiap *line transek* ditetapkan sebanyak 6 petak kuadrat 1 x 1 meter yang diletakkan secara berselang-seling dengan jarak 10 meter. Pengambilan spesimen makrozoobentos dilakukan berlawanan dengan arus air. Jaring diletakkan berlawanan dengan arah arus untuk menangkap spesimen makrozoobentos, kemudian substrat di area plot jaring digosok agar spesimen terdorong masuk ke dalam jaring. Jika substrat dasar terdiri dari pasir dan kerikil, sekop digunakan untuk menggali, dan sampel yang diperoleh kemudian diayak menggunakan ayakan. Batuan yang ada di dalam plot jaring diambil secara manual dan ditempatkan dalam nampan. Spesimen yang terperangkap dalam jaring dan ayakan kemudian disortir di nampan. Selanjutnya, spesimen makrozoobentos dipindahkan ke dalam botol flakon yang berisi alkohol 70% untuk proses pengawetan. Setiap botol flakon diberi label yang berbeda sesuai dengan ulangan dan stasiun pengambilan sampel. Sampel air diambil di lima stasiun yang sama dengan pengambilan spesimen makrozoobentos, dan kemudian ditempatkan dalam botol gelap yang sudah diberi label sesuai dengan stasiun pengambilan. Semua botol sampel air disimpan dalam kotak styrofoam yang dilengkapi dengan *icepack* untuk menjaga suhu dingin selama proses pengawetan.



Gambar 3.3. Titik pengambilan sampel makrozoobentos pada tiap stasiun

3.4.3 Identifikasi Spesimen Makrozoobentos

Spesimen makrozoobentos yang telah dikumpulkan kemudian diamati morfologinya dan didokumentasikan. Untuk spesimen yang berukuran kurang dari 1 cm, pengamatan dilakukan dengan menggunakan mikroskop. Identifikasi spesimen dilakukan hingga tingkat genus, dengan merujuk pada buku acuan dari Rufusova (2017), Oscoz (2011), dan Gerber (2002). Jumlah spesimen yang ditemukan di setiap stasiun penelitian disajikan dalam Tabel 3.2 di bawah ini.

Tabel 3.2 Perekam data

| No | Genus | Stasiun 1 | | | Stasiun 2 | | | Stasiun 3 | | | Stasiun 4 | | | Stasiun 5 | | |
|----|-------|-----------|--------|--------|-----------|--------|--------|-----------|--------|--------|-----------|--------|--------|-----------|--------|--------|
| | | U 1 | U 2 | U 3 |
| 1. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |

3.4.4 Pengukuran Parameter Fisika-Kimia Air

Pengukuran parameter fisika seperti suhu, pH, kecepatan arus, dan TDS dilakukan langsung di lokasi penelitian. Suhu air dan udara diukur menggunakan termometer, pH diukur dengan pH meter, dan TDS diukur dengan TDS meter. Untuk mengukur kecepatan arus, digunakan metode yang dijelaskan oleh Desinawati dkk. (2018), yaitu dengan menggunakan benda (seperti sterofoam) yang diikat pada tali sepanjang jarak tertentu, kemudian dihanyutkan di aliran sungai. Waktu dihitung dari saat benda dilepaskan hingga berhenti dengan menggunakan *stopwatch*. Kecepatan arus dihitung dengan membagi panjang tali dengan waktu yang tercatat pada *stopwatch*. Parameter lainnya seperti DO (*dissolved oxygen*), COD (*chemical oxygen demand*), BOD (*biological oxygen demand*), dan TSS (*total*

suspended solids) diuji di Laboratorium Jasa Tirta Kota Malang untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

3.5 Analisa Data

3.5.1 Indeks Keanekaragaman

Penghitungan tingkat keanekaragaman menggunakan software excel berdasarkan rumus Indeks Shannon-Wiener menurut Krebs (1999) di bawah ini:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Keterangan:

H' : indeks keanekaragaman Shannon – Wiener

P_i : proporsi spesies ke –i

ln : logaritma Nature

p_i : N_i / N (perhitungan total individu suatu spesies/ keseluruhan spesies)

3.5.2 Indeks Dominansi

Penghitungan tingkat dominansi menggunakan software excel berdasarkan rumus Indeks Simpson menurut Krebs (1999) di bawah ini:

$$D = \frac{1}{N} \sum \left(\frac{N_i}{N} \right)^2$$

Keterangan:

D : indeks dominansi suatu jenis

N_i : total individu suatu jenis

N : total individu dari semua jenis

3.5.3 Analisis Korelasi

Analisis korelasi antara genus makrozoobentos dan parameter fisika-kimia air sungai dilakukan menggunakan uji Korelasi Pearson. Proses analisis ini dilakukan

dengan bantuan aplikasi PAST versi 4.17, yang memungkinkan perhitungan korelasi antara data keanekaragaman makrozoobentos dan nilai-nilai parameter fisika-kimia yang diukur di setiap stasiun penelitian untuk pengolahan data secara komputerisasi. Menurut Hadiroseyani dkk. (2015) nilai koefisien korelasi disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Nilai koefisien korelasi

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

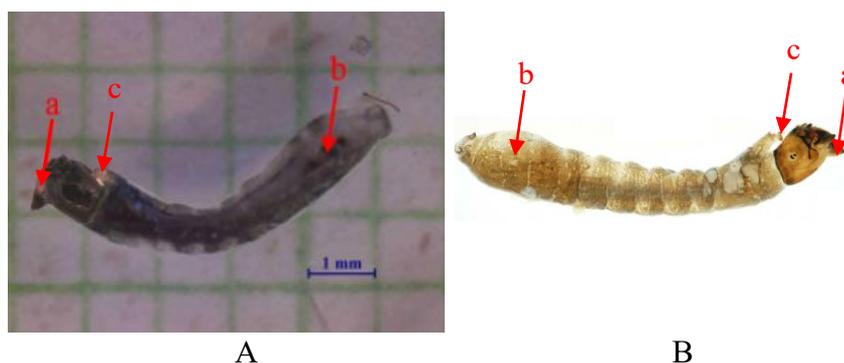
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil identifikasi spesimen makrozoobentos

Penelitian yang dilaksanakan di Sungai Wadung, Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang, menghasilkan total spesimen sebanyak 381 ekor yang kemudian diidentifikasi. Identifikasi dilakukan hingga tingkat genus dengan mengacu pada morfologi setiap spesimen yang ditemukan. Berikut adalah daftar spesimen yang berhasil diperoleh dan diidentifikasi selama penelitian:

1. Spesimen 1

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



Gambar 4.1. Spesimen 1. A. Foto pengamatan, B. Foto Literatur (Kim, 2020).
a. antena, b. apikal, c. premandibula.

Spesimen 1 ditemukan hampir di seluruh stasiun. Spesimen ini berwarna coklat kekuningan dan memiliki panjang 4 mm dan lebar 1 mm. Larva Diptera umumnya tidak memiliki kaki toraks bersegmen seperti serangga lain pada umumnya. Sebagai pengganti, mereka sering memiliki satu atau lebih pasang proleg berdaging yang membantu dalam pergerakan. Tubuh larva bersifat lunak,

berbentuk tabung, dan memanjang. Ukurannya bervariasi, dengan panjang rata-rata antara 2 hingga 25 mm, meskipun beberapa spesies dapat mencapai ukuran hingga 10 cm. Bagian kepala pada larva Diptera juga bervariasi tergantung familinya. Ada yang memiliki kepala keras dan menonjol, sementara yang lain memiliki kepala sangat kecil atau tersembunyi (tereduksi). Ciri-ciri ini membantu mengidentifikasi larva Diptera secara morfologis (Thorp & Covich 2010).

Larva dari Famili Simuliidae memiliki bentuk tubuh sub-silindris dengan dua bagian yang melebar: satu di dada dan satu lagi di ujung posterior perut. Kepala mereka juga memiliki kapsul. Famili Simuliidae hidup di perairan dangkal dengan arus air yang kuat. Mereka memiliki cakram yang mirip dengan pengisap dan mahkota kait yang menempel pada substrat di bagian perut yang melebar dari spesies ini. Famili ini menempel pada substrat seperti batu, kerikil, batang kayu, dan tanaman yang terendam air menggunakan struktur khusus di ujung perutnya. Struktur tersebut berfungsi sebagai alat pengisap yang membantu mereka bertahan di lingkungan perairan dengan menempel kuat dan menahan tekanan air yang mengalir (Oscoz *et al.*, 2011).

Genus *Prosimulium* memiliki sepasang antena berwarna pucat yang tidak bercabang, dengan ujung tubuh berbentuk membulat di bagian apikalnya. *Simulium* memiliki larva dengan tubuh sub-silindris dan dua bagian tubuh yang melebar satu di daerah toraks dan satu lagi di bagian posterior abdomen. Kepala larva berbentuk kapsul cephalic yang kuat dan kotak, dilengkapi premandibula berbentuk seperti kipas atau sisir yang digunakan untuk menyaring partikel makanan dari aliran air (Kim, 2020).

Klasifikasi spesimen 1 berdasarkan ITIS (2025) yaitu:

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Diptera

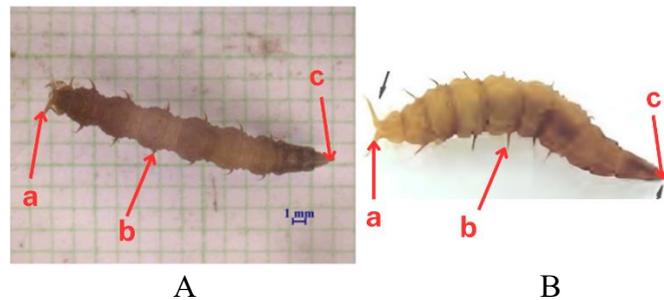
Famili : Simuliidae

Genus : Prosimulium

2. Spesimen 2

Spesimen 2 yang ditemukan dalam penelitian ini terdapat pada gambar 4.2

Sebagai berikut



Gambar 4.2. Spesimen 2 A. Foto pengamatan, B. Literatur (Gerber & Gabriel, 2002). a. Kepala, b. Abdomen, c. Ekor

Spesimen 2 hanya ditemukan pada Stasiun I dan memiliki ciri tubuh yang memanjang dan silindris berwarna coklat, seperti yang terlihat pada gambar 4.8. Larva Diptera umumnya tidak memiliki kaki toraks bersegmen sebagaimana serangga lain. Sebagai gantinya, mereka sering dilengkapi satu atau lebih pasang proleg berdaging yang membantu pergerakan. Tubuhnya cenderung lunak, memanjang, dan berbentuk seperti tabung, dengan panjang bervariasi antara 2 hingga 25 mm, meskipun beberapa spesies dapat tumbuh hingga 10 cm. Struktur

kepala dapat berbeda-beda antar famili, mulai dari bentuk yang menonjol dan mengeras hingga bentuk yang kecil dan tersembunyi (Thorp & Covich, 2010).

Larva famili Athericidae memiliki tubuh yang pipih secara dorsoventral. Pada bagian perutnya terdapat kaki yang berpasangan di setiap segmen. Kepala larva ini dapat ditarik ke dalam bagian thoraks. Athericidae juga memiliki sepasang antena kecil. Famili ini mampu mengeluarkan racun melalui bagian kanal tubuhnya. Racun tersebut digunakan untuk membantu memperoleh makanannya. Larva Athericidae dapat ditemukan dengan mudah di berbagai jenis lingkungan perairan (Dobson, 2013).

Genus *Atherix* memiliki larva berbentuk agak gepeng dorsoventral, kepala hemicephalic yang dapat ditarik ke dalam toraks, dengan antena kecil bercabang tiga dan mandibula berbentuk sabit. Segmen toraks dan abdomen dilengkapi proleg dengan barisan kait kitin. Ujung posterior memiliki dua tuberkel ekor panjang berseta. Genus *Atherix* memiliki larva dengan kepala dan toraks terekspos ke arah arus, dilengkapi mandibula untuk menyuntikkan racun ke mangsa. (Oscoz *et al.*, 2011).

Klasifikasi spesimen 2 berdasarkan ITIS (2025) yaitu

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

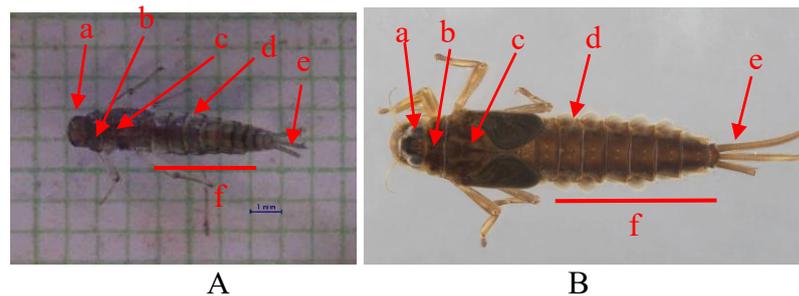
Ordo : Diptera

Famili : Athericidae

Genus : *Atherix*

3. Spesimen 3

Spesimen 3 yang ditemukan dalam penelitian ini terdapat pada gambar 4.3 sebagai berikut:



Gambar 4.3. Spesimen 3. A. Foto pengamatan, B. Foto literatur (Barber *et al.*, 2011). a. mata, b. prothorax, c. mesothorax, d. insang, e. sersi, f. abdomen.

Spesimen 3 memiliki warna tubuh coklat muda atau coklat tua. Spesimen ini berukuran 8 mm panjang dan kurang lebih 4 mm lebar. Ordo Ephemeroptera (lalat capung) memiliki kaki dengan satu tarsal claw, mata dorsolateral, dan antena yang relatif panjang. Sebagian besar genus dalam ordo ini sensitif terhadap pencemaran, sehingga sering digunakan sebagai bioindikator kualitas air. Fase dewasanya sangat singkat, hanya untuk reproduksi, dan tidak memiliki alat mulut fungsional karena tidak makan (Rufusova *et al.*, 2017).

Larva Oligoneuriidae memiliki tubuh pipih dan mata besar. Struktur kaki depan beberapa spesies Famili Oligoneuriidae diduga berfungsi sebagai filter-colector. Namun, karena struktur mulut mereka, anggota famili ini juga pencakar dalam mencari makanan. Anggota famili ini tahan terhadap zat organik dan pencemaran dalam lingkungan perairan. Famili ini tinggal di air dangkal (Oscoz *et al.*, 2011).

Spesimen ini memiliki prothorax dan mesothorax pada bagian dorsal tubuhnya, dengan tiga sersi dan insang di sisi abdomen. Namun, satu insang tersisa karena kerontokan insang yang lain. Menurut Barber *et al.* (2020) Genus *Oligoneuriopsis* memiliki prothorax dan mesothorax dan memiliki tubuh berwarna coklat hingga coklat tua. Selain itu, di antara mata majemuk terdapat empat makula. Genus ini memiliki tiga sersi berwarna coklat muda. Genus ini mengandung insang di sisi abdomen.

Klasifikasi spesimen 3 berdasarkan ITIS (2025) yaitu:

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

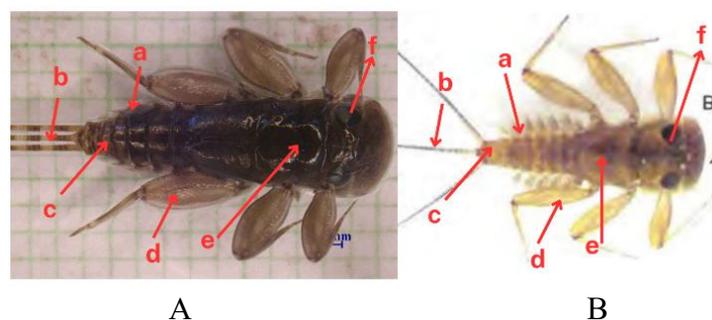
Ordo : Ephemeroptera

Famili : Oligoneuriidae

Genus : *Oligoneuriopsis*

4. Spesimen 4

Spesimen 4 yang ditemukan dalam penelitian ini terdapat pada gambar 4.4 sebagai berikut



Gambar 4.4. Spesimen 4. A. Foto pengamatan, B. Foto literatur (Rufusova *et al.*, 2017). a. insang, b. sersi, c. abdomen, d. kaki, e. bantalan sayap, f. mata.

Spesimen 4 memiliki beberapa karakteristik yang dapat diidentifikasi sebagai berikut: tubuhnya berwarna coklat dengan bentuk pipih dan lebar, panjangnya sekitar 16 mm dan lebar sekitar 8 mm. Ordo Ephemeroptera (lalat capung) memiliki ciri satu cakar pada tiap kaki, mata yang terletak di bagian atas-samping kepala, serta antena yang cukup panjang. Banyak genus dalam ordo ini bersifat sensitif terhadap perubahan kualitas lingkungan, sehingga sering dimanfaatkan sebagai indikator biologis dalam penilaian kualitas air. Tahap dewasa berlangsung sangat singkat dan hanya berfungsi untuk berkembang biak, karena individu dewasa tidak memiliki alat mulut yang berfungsi dan tidak makan (Rufusova *et al.*, 2017).

Heptageniidae merupakan salah satu famili dalam ordo Ephemeroptera yang memiliki tubuh pipih secara dorsoventral, yaitu datar dari atas ke bawah. Kepalanya lebar dengan bentuk subelips atau menyerupai trapesium, serta mata terletak di bagian dorsal kepala. Bagian palpus labial dan maksilernya tersusun atas dua segmen. Kaki-kakinya kuat dan memiliki femur yang sangat pipih. Seluruh adaptasi morfologis tersebut membuat Heptageniidae mampu menempel dengan baik pada permukaan batu di sungai berarus deras, tempat mereka biasanya hidup. (Oscoz *et al.*, 2011).

Genus Heptagenia memiliki ciri khas yang mencakup tubuhnya berwarna mulai dari kuning, coklat tua, hingga hitam, dengan bentuk tubuh yang pipih dan lebar. Mata spesimen dari genus ini berwarna hitam dan berukuran besar, yang merupakan salah satu karakteristik utama untuk membedakannya dari genus lainnya. Pada bagian abdomen terdapat insang dan tiga sersi. Kaki spesimen ini memiliki bentuk yang pipih dan lebar pada paha. (Rufuzova *et al.*, 2017).

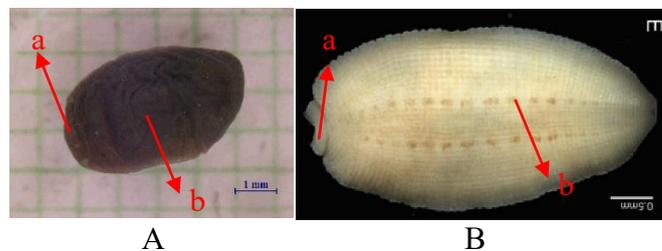
Klasifikasi spesimen 4 berdasarkan ITIS (2025) yaitu :

Kingdom : Animalia
 Filum : Arthropoda
 Kelas : Insecta
 Ordo : Ephemeroptera
 Famili : Heptageniidae
 Genus : Heptagenia

5. Spesimen 5

Spesimen 5 yang ditemukan dalam penelitian ini terdapat pada gambar 4.5

Sebagai berikut



Gambar 4.5. Spesimen 5 A. Foto pengamatan, B. Foto literatur (Oscoz *et al.*, 2011). a. mulut, b. garis paramedian.

Spesimen 5 memiliki mulut yang terletak di bagian anterior tubuhnya, serta dua garis paramedian gelap yang membentang di sepanjang punggung. Tubuh spesimen ini lebar dan pipih dengan panjang sekitar 4 mm dan lebar sekitar 3 mm. Ordo Hirudinea adalah kelompok annelida akuatik yang dicirikan oleh tubuh bersegmen, lunak, dan fleksibel, dengan dua alat pengisap (*sucker*) satu di bagian anterior (*oral sucker*) dan satu di bagian posterior. Tubuhnya pipih dorsoventral dan tidak memiliki parapodia maupun setae. Hirudinea bernapas melalui permukaan

tubuh, dan sebagian memiliki struktur mirip insang untuk membantu respirasi dalam kondisi oksigen rendah (Thorp & Covich 2010).

Famili Glossiphoniidae merupakan kelompok lintah yang dicirikan oleh tubuh yang lebar dan pipih serta memiliki pola khas pada bagian dorsalnya. Anggota famili ini tersebar luas secara global dan umumnya menghuni ekosistem perairan tawar. Seluruh spesies dalam famili ini bersifat hermafrodit dan berkembang biak secara seksual melalui proses inseminasi eksternal. Telur yang dihasilkan dierami oleh induknya hingga menetas. Sebagian besar spesies. Genus *Glossiphonia* memiliki tubuh yang lebar dan pipih, dengan mulut terletak di bagian depan (anterior). Tubuhnya umumnya tampak transparan, sehingga bagian dalamnya sedikit terlihat. Salah satu ciri khas dari genus ini adalah adanya garis berwarna gelap yang membentang di bagian punggung, membantu dalam proses identifikasinya. (Oscoz *et al.*, 2011).

Klasifikasi spesimen 5 berdasarkan ITIS (2025) yaitu :

Kingdom : Animalia

Filum : Annelida

Kelas : Clitellata

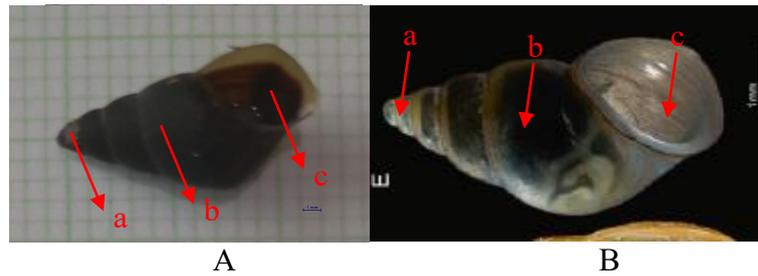
Ordo : Hirudinea

Famili : Glossiphoniidae

Genus : *Glossiphonia*

6. Spesimen 6

Spesimen 6 yang ditemukan dalam penelitian ini terdapat pada gambar 4.6
Sebagai berikut



Gambar 4.6. Spesimen 6 A. Foto pengamatan, B. Foto Literatur literatur (Oscoz *et al.*, 2011) a. apex, b. operkulum, c. cangkang

Spesimen 6 merupakan organisme yang ditemukan di seluruh stasiun pengambilan sampel dalam penelitian ini. Ciri morfologis yang menonjol adalah bentuk cangkang yang bervariasi, mulai dari oval hingga kerucut, dengan panjang sekitar 8 mm dan lebar 4 mm. Warna cangkangnya didominasi oleh cokelat kehitaman, sementara operkulum menunjukkan warna cokelat kekuningan di bagian dalam dan cokelat kehitaman di bagian luar. Permukaan cangkang tampak halus tanpa struktur menonjol. Ordo Littorinimorpha termasuk dalam kelas Gastropoda dan merupakan bagian dari kelompok Caenogastropoda, yaitu siput air yang memiliki insang internal (ctenidium) dan operculum eksternal yang berfungsi seperti "pintu" pelindung saat siput menarik tubuhnya ke dalam cangkang. Struktur ini membantu siput bertahan dari predator dan kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan (Thorp & Covich 2010).

Famili Hydrobiidae dikenal dengan ukuran tubuhnya yang kecil, yang merupakan ciri utama dari anggota famili ini. Karakteristik cangkang pada Hydrobiidae dapat digunakan untuk mengamati variasi morfologis yang terjadi sebagai respons terhadap perubahan lingkungan tempat hidupnya. Cangkang ini menunjukkan adanya konvergensi morfologi. Konvergensi morfologi adalah bentuk adaptasi terhadap berbagai kondisi habitat. Adaptasi ini terjadi meskipun berasal dari garis evolusi yang berbeda. Sebagian besar spesies dalam famili ini

hidup di habitat sungai dan mata air. Habitat tersebut memiliki kondisi yang relatif stabil. Oleh karena itu, spesies ini digolongkan sebagai kelompok crenophiles. Crenophiles merupakan organisme yang beradaptasi dengan lingkungan perairan yang memiliki kestabilan tinggi (Oszos *et al.*, 2011).

Genus *Potamopyrgus*, yang dikenal sebagai New Zealand mudsnail, merupakan moluska air tawar berukuran sangat kecil. Cangkangnya berwarna coklat muda hingga coklat tua, memiliki permukaan yang halus dan bentuk cembung. Cangkang ini terdiri atas 6 hingga 7 ulir spiral yang berputar ke arah kanan (dekstral). Spesies ini umumnya ditemukan di habitat perairan tawar maupun estuari. Mereka paling sering hidup di zona litoral, yaitu wilayah tepi perairan. Substrat tempat hidupnya biasanya berlumpur dan kaya akan senyawa organik. Kondisi tersebut mendukung kelangsungan hidup *Potamopyrgus* secara optimal. (Gümüş *et al.*, 2022).

Klasifikasi spesimen 6 berdasarkan ITIS (2025) yaitu :

Kingdom : Animalia

Filum : Mollusca

Kelas : Gastropoda

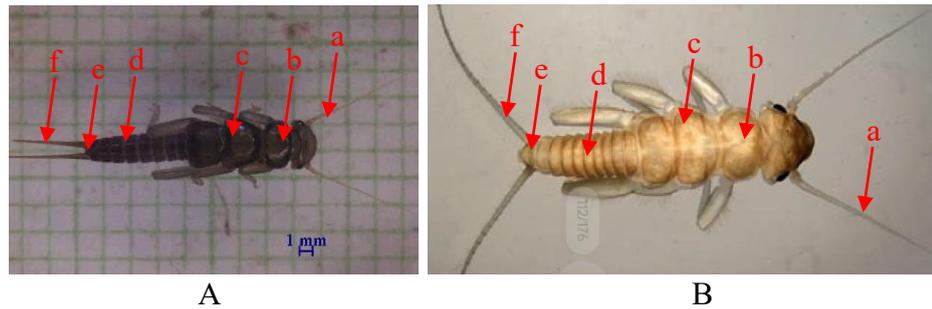
Ordo : Littorinimorpha

Famili : Hydrobiidae

Genus : *Potamopyrgus*

7. Spesimen 7

Spesimen 7 yang ditemukan dalam penelitian ini terdapat pada gambar 4.7
Sebagai berikut:



Gambar 4.7. Spesimen 7 A. Foto pengamatan, B. Foto Literatur (Oscoz *et al.*, 2011). a. antena, b. cakram pronotal, c. bantalan sayap, d. abdomen, e. anal, f. sersi.

Spesimen 7 ditemukan di seluruh lokasi pengambilan sampel. Ciri-ciri morfologisnya antara lain tubuh berwarna cokelat kekuningan, dua antena di bagian depan, panjang tubuh sekitar 15 mm dan lebar 5 mm, memiliki cakram pronotal serta dua bantalan sayap. Selain itu, terdapat dua sersi (struktur mirip ekor) pada bagian belakang tubuh. Ordo Plecoptera (*stoneflies*) memiliki ciri morfologi yang khas dan mudah dikenali. Tubuhnya lunak dan memanjang, dengan dua cerci (ekor tambahan) yang panjang di bagian abdomen. Pada bagian kakinya, tarsus dilengkapi dengan dua cakar, yang membedakannya dari ordo serupa seperti Ephemeroptera yang hanya memiliki satu cakar. Sayap (pterothecae) pada nimfa berkembang dan letaknya bisa sejajar atau menyilang dengan sumbu tubuh tergantung pada famili. Insang pada umumnya tidak ditemukan di bagian abdomen, namun beberapa famili memiliki insang berbentuk rumbai yang terletak di bagian toraks (Oscoz *et al.*, 2011).

Famili Perlodidae umumnya hidup di daerah pegunungan, sungai musiman, atau mata air dengan aliran air tenang. Famili ini tidak memiliki insang bercabang pada pangkal kakinya. Di bagian toraks (dada), terdapat bantalan sayap yang bisa bercabang atau tunggal. Panjang tubuh anggota famili ini berkisar antara 10 hingga 20 mm dan biasanya memiliki pola warna tubuh yang mencolok (Rufusova *et al.*,

2017). Genus *Perlodes* umumnya memiliki warna tubuh cokelat kekuningan dan bentuk perut yang silindris. Ciri lainnya yaitu memiliki dua antena di bagian anterior, bantalan sayap, dan dua sersi di bagian ujung tubuh. Sebagian besar berperan sebagai predator dalam ekosistemnya (Oscoz *et al.*, 2011).

Klasifikasi spesimen 7 berdasarkan ITIS (2025) yaitu :

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Plecoptera

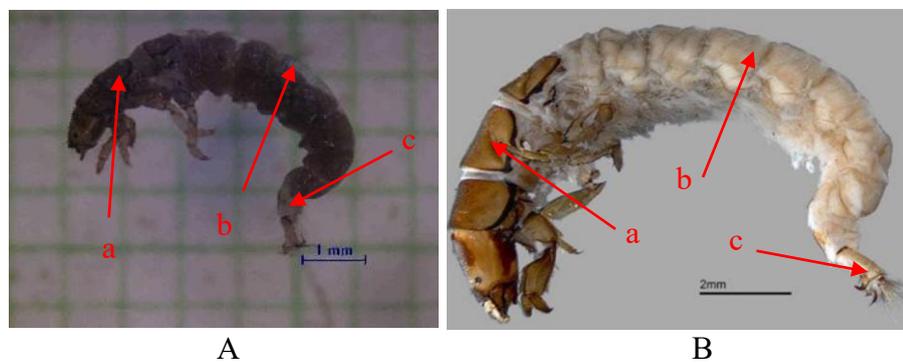
Famili : Perlodidae

Genus : *Perlodes*

8. Spesimen 8

Spesimen 8 yang ditemukan dalam penelitian ini terdapat pada gambar 4.8

Sebagai berikut:



Gambar 4.8. Spesimen 8 A. Foto pengamatan, B. Foto Literatur (Oscoz *et al.*, 2011). a. Toraks, b. abdomen, c. setae.

Spesimen 8 yang ditemukan memiliki tubuh berwarna cokelat kehitaman dengan ukuran panjang sekitar 7 mm dan lebar 3 mm. Abdomennya berbentuk silindris dan toraks terdiri atas tiga segmen. Pada bagian anal, ditemukan dua setae.

Menurut Oscoz *et al.*, (2011) larva Trichoptera dikenal dengan tubuh lunak, tiga pasang kaki toraks, dan sepasang kait anal (*anal hooks*) yang sering digunakan untuk menempel pada tempat tinggal atau substrat di lingkungan perairan. Banyak spesies yang membangun konstruksi pelindung (*case*) dari pasir, serpihan tumbuhan, atau sutra, yang digunakan untuk perlindungan dan kamuflase.

Anggota famili Hydropsychidae menggunakan kaki dan cakar pada segmen terakhir untuk merayap. Famili ini mampu mengapung dalam posisi vertikal ketika perutnya dijentikkan. Warna tubuhnya bervariasi, mulai dari hijau, coklat, hingga pucat. Selain hidup di bawah batu, mereka juga ditemukan di lokasi berpasir di sungai berarus deras sebagai tempat perlindungan (Gerber dan Gabriel, 2002). Genus *Hydropsyche* memiliki tubuh yang ditutupi spikula berwarna gelap, abdomen berbentuk silindris, serta tiga segmen toraks yang tersklerotisasi. Bagian anal terdapat setae yang kaku (Oscoz *et al.*, 2011).

Klasifikasi spesimen 8 berdasarkan ITIS (2025) yaitu :

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

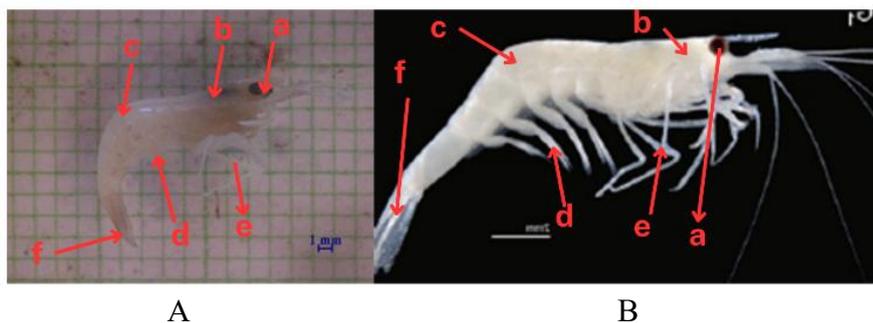
Ordo : Trichoptera

Famili : Hydropsychidae

Genus : *Hydropsyche*

9. Spesimen 9

Spesimen 9 yang ditemukan dalam penelitian ini terdapat pada gambar 4.9 sebagai berikut



Gambar 4. 9. Spesimen 9 A.Foto pengamatan, B. Literatur (Oscoz *et al.*, 2011).
a. Mata, b. Sefalotorak, c. Perut d. Pleiopod, e. Pereiopods, f. Uropods

Spesimen 9 hanya ditemukan pada Stasiun I. Ciri-ciri morfologinya meliputi tubuh yang lebih panjang daripada lebar tubuhnya, dengan ekor yang menyerupai kipas di ujung abdomen. Selain itu, spesimen ini memiliki lima pasang kaki, seperti yang terlihat pada gambar 4.10. Ordo Decapoda ditandai oleh adanya lima pasang kaki jalan (pereiopoda), dengan pasangan pertama biasanya berkembang menjadi capit (chela). Tubuh terbagi menjadi sefalotoraks yang dilindungi oleh karapaks dan abdomen yang bersegmen. Antena panjang dan biramous, serta insang terdapat di bawah karapaks. Ordo ini mencakup udang, lobster, dan kepiting (Oscoz *et al.*, 2011).

Famili Atyidae merupakan kelompok udang air tawar berukuran kecil hingga sedang (1–5 cm) dengan tubuh terbagi menjadi cephalothorax dan abdomen. Cephalothorax dilindungi carapace yang sering transparan dan memiliki rostrum panjang bergerigi di bagian dorsal. Mata majemuk bertangkai dapat digerakkan secara fleksibel, sementara antena pertama (antennula) bercabang dua dan antena kedua dilengkapi scaphocerite yang berkembang baik. Alat mulutnya terdiri dari mandibula kuat untuk menggiling makanan dan maxilliped sebagai alat bantu makan. Kaki depannya (pereiopod pertama) umumnya memiliki chela kecil atau

tidak bercapit, sedangkan kaki jalan ramping tanpa capit besar. Pleopods pada abdomen berfungsi untuk berenang, terutama pada jantan, sementara uropod membentuk kipas bersama telson untuk gerakan cepat mundur. Warna tubuh bervariasi dari transparan hingga merah muda atau cokelat dengan pola garis atau bintik (Yule & Yong, 2004).

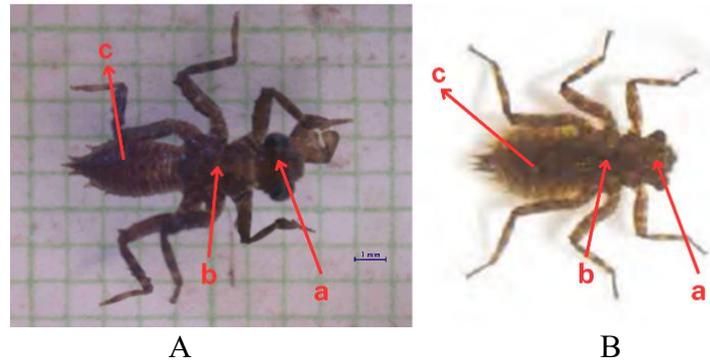
Genus *Caridina* merupakan kelompok udang air tawar yang memiliki tubuh kecil dan semi-transparan, dengan panjang berkisar antara 1 hingga 3 cm. Ciri khas utama genus ini adalah adanya capit kecil pada dua pasang kaki pertamanya. Kaki tersebut dilengkapi dengan rumbai berupa bulu-bulu halus yang panjang, berfungsi sebagai alat penyaring makanan. Mata *Caridina* terletak di atas batang pendek yang bisa digerakkan, memudahkan pengamatan terhadap lingkungan sekitar. Adaptasi ini mendukung aktivitas mencari makan di habitat perairan yang tenang dan dangkal (Dwiyanto dkk., 2018)

Klasifikasi spesimen 9 berdasarkan ITIS (2025) yaitu

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Malacostraca
Ordo : Decapoda
Famili : Atyidae
Genus : *Caridina*

10. Spesimen 10

Spesimen 10 yang ditemukan dalam penelitian ini terdapat pada gambar 4.10 Sebagai berikut



Gambar 4.10. Spesimen 10 A. Foto pengamatan, B. Literatur (Gerber & Gabriel, 2002). a. Kepala, b. Toraks, c. Abdomen

Larva *Orthetrum* memiliki tubuh yang memanjang dengan permukaan dorsal yang ditutupi oleh setae halus. Kepala relatif besar dengan mata majemuk yang menonjol. Labium (mask) berbentuk datar dan lebar, dilengkapi dengan setae yang membantu dalam menangkap mangsa. Abdomen terdiri dari 10 segmen, dengan segmen terakhir memiliki epiproct dan paraproct yang berkembang baik serta cerci yang pendek. Spirakel terletak pada segmen abdomen ke-8. Larva ini sering ditemukan di perairan tenang dengan substrat berlumpur (Dijkstra & Kalkman, 2012)

Famili Libellulidae memiliki ciri khas berupa masker berbentuk sendok dengan gigi pada palpus yang kurang mencolok. Cerci berukuran lebih kecil dari setengah panjang paraprocti, meskipun karakter ini sering tidak tampak pada larva tahap awal. Kaki larva umumnya cukup panjang, namun tetap lebih pendek dan ramping dibandingkan famili lain. Ukuran larva Libellulidae juga cenderung lebih kecil dibandingkan Corduliidae pada tahap larva akhir. Untuk identifikasi hingga tingkat spesies, digunakan karakter seperti morfologi kepala, jumlah serta distribusi setae pada sisi dalam masker, dan tingkat perkembangan duri abdomen. Meski demikian, perkembangan duri abdomen dapat berbeda antar individu maupun

populasi dalam satu spesies, terutama jika terdapat tekanan dari ikan predator (Oscoz *et al.*, 2011).

Klasifikasi spesimen 9 berdasarkan ITIS (2025) yaitu

Kingdom : Animalia

Famili : Arthropoda

Kelas : Insecta

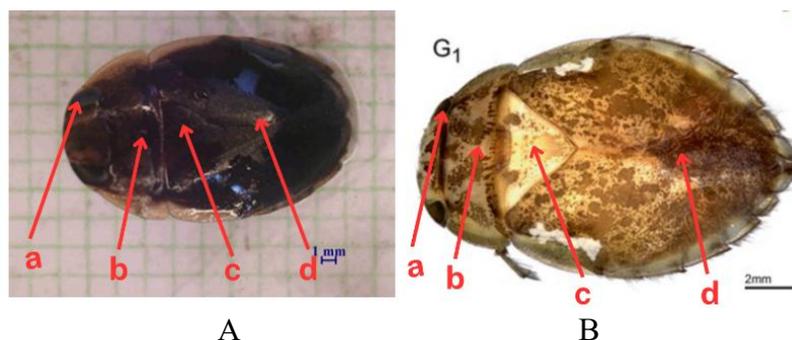
Ordo : Odonata

Famili : Libellulidae

Genus : Orthetrum

11. Spesimen 11

Spesimen 11 yang ditemukan dalam penelitian ini terdapat pada gambar 4.11 Sebagai berikut



Gambar 4.11. Spesimen 11 A. Foto pengamatan, B. Literatur (Oscoz *et al.*, 2011). a. Mata, b. Pronotum, c. Scutellum d. Abdomen.

Spesimen 11 memiliki morfologi tubuh yang khas dengan bentuk oval hingga bulat telur dan pipih secara dorsoventral, berukuran antara 8-15 mm. Kepalanya lebar dengan mata majemuk besar yang tidak bertangkai (sessile) serta antena pendek tersembunyi yang terdiri dari 4 segmen. Ordo Hemiptera dicirikan oleh mulut bertipe penusuk-pengisap berupa rostrum, yang digunakan untuk

mengisap cairan tubuh mangsa. Antena terdiri dari 3–5 segmen dan biasanya lebih pendek dari kepala. Pada kelompok akuatik, bentuk tubuh dapat oval, memanjang, atau gepeng dorsoventral. Beberapa famili memiliki kaki belakang yang dimodifikasi untuk berenang, dan beberapa memiliki adaptasi pernapasan seperti siphon atau plastron. Sayap depan (hemelytra) separuh keras dan separuh membran (Oscoz *et al.*, 2011).

Famili Naucoridae adalah serangga air berukuran kecil hingga sedang yang memiliki tubuh berbentuk oval dan tertekan secara dorsoventral. Kepalanya tidak tampak jelas dari atas karena tersembunyi oleh bagian tubuh lainnya. Antena mereka pendek (empat segmen) dan tersembunyi di bawah mata. Ciri khas lainnya adalah rostrum kecil berbentuk paruh yang hanya mencapai pangkal kaki depan serta tidak memiliki oseli (mata tambahan). Pronotum berbentuk trapesium, skutelum segitiga, dan sayap menutupi sebagian besar segmen abdomen, meski tidak seluruh tepinya. Kaki depan berfungsi sebagai alat tangkap mangsa (raptorial) dengan femur yang sangat melebar, sedangkan kaki belakang termodifikasi untuk berenang (Rufusova *et al.*, 2017).

Genus *Pelocoris* adalah serangga air ini dilengkapi rostrum pendek dan kuat berupa 3 yang berfungsi sebagai alat penusuk dan penghisap. Bagian pronotumnya lebar dengan tepi lateral melengkung dan permukaan umumnya halus. Sayap depannya (hemelytra) memiliki bagian basal mengeras (corium) dan ujung membranous, meskipun beberapa spesies menunjukkan reduksi sayap (brakiptera). Kaki depannya termodifikasi untuk menangkap mangsa dengan femur menebal dan tibia melengkung, sementara kaki tengah dan belakangnya berbentuk dayung dilengkapi rambut-rambut renang. Abdomennya lebar dengan sternites ventral yang

jelas terlihat dan spirakel yang tersembunyi di bawah sayap. Secara umum, genus ini memiliki warna tubuh coklat tua hingga kehitaman, seringkali dengan bercak-bercak pucat (Merritt *et al.*, 2008).

Klasifikasi spesimen 11 berdasarkan ITIS (2025) yaitu

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Hemiptera

Famili : Naucoridae

Genus : Pelocoris

Penelitian ini berhasil mengumpulkan total sebanyak 381 ekor spesimen makrozoobentos yang terdiri dari 11 genus. Jumlah dan jenis spesimen yang ditemukan menunjukkan variasi pada setiap stasiun pengamatan. Pada Stasiun I, ditemukan sebanyak 90 ekor spesimen yang terdiri dari 11 genus, menunjukkan tingkat keanekaragaman tertinggi di antara seluruh stasiun. Stasiun II memperoleh 106 ekor spesimen dengan komposisi 9 genus, menempati posisi tertinggi dalam jumlah individu, meskipun jumlah genusnya sedikit lebih rendah. Di Stasiun III, ditemukan 76 ekor spesimen yang berasal dari 6 genus, sementara Stasiun IV mencatatkan 56 ekor spesimen dengan 4 genus. Adapun Stasiun V menunjukkan jumlah paling sedikit, yaitu 53 ekor spesimen yang hanya terdiri atas 3 genus, mengindikasikan keanekaragaman terendah. Distribusi ini mencerminkan perbedaan kondisi lingkungan antar stasiun. Rincian lengkap jumlah spesimen dan genus pada masing-masing stasiun dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1. Jumlah genus makrozoobentos

| Ordo | Famili | Genus | I | II | III | IV | V | Jumlah |
|-----------------|-----------------|-----------------|----|-----|-----|----|----|--------|
| Diptera | Simuliidae | Prosimulium | 21 | 24 | 7 | 0 | 0 | 52 |
| | Athericidae | Atherix | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| Ephemeroptera | Oligoneuriidae | Oligoneuriopsis | 3 | 2 | 4 | 0 | 0 | 9 |
| | Heptageniidae | Heptagenia | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Hirudinida | Glossiphoniidae | Glossiphonia | 5 | 2 | 5 | 0 | 0 | 12 |
| Littorinimorpha | Hydrobiidae | Potamopyrgus | 34 | 38 | 49 | 42 | 45 | 208 |
| Plecoptera | Perlodidae | Perlodes | 7 | 9 | 1 | 3 | 4 | 24 |
| Trichoptera | Hydropsychidae | Hydropsyche | 8 | 23 | 10 | 10 | 4 | 55 |
| Decapoda | Atydae | Caridina | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Odonata | Libellulidae | Orthetrum | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| Hemiptera | Naucoridae | Pelocoris | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Jumlah | | | 90 | 106 | 76 | 56 | 53 | 381 |

Keterangan: I : Stasiun I, mendekati sumber mata air
 II : Stasiun II, letak setelah wisata coban glotak
 III : Stasiun III, letak setelah persawahan
 IV : Stasiun IV, letak dekat area perumahan
 V : Stasiun V, letak dekat area perumahan

Genus *Potamopyrgus* merupakan takson dengan jumlah individu terbanyak yang ditemukan selama penelitian, dengan total 208 spesimen yang tersebar di seluruh stasiun pengamatan. Keberadaan genus ini pada semua lokasi menunjukkan tingkat kelimpahan yang tinggi. Karakteristik gastropoda sebagai epifauna dengan mobilitas rendah memungkinkan kelompok ini lebih mudah terdeteksi dan tertangkap dalam sampel. Selain itu, sebagian besar anggota Famili Hydrobiidae banyak ditemukan dari hulu hingga hilir sungai karena memiliki kemampuan adaptasi morfologis tinggi, toleran terhadap berbagai kondisi lingkungan, dan beberapa spesiesnya mampu hidup di habitat dengan suhu stabil (Oscoz *et al.*, 2011). Tingginya ketersediaan pakan di habitat perairan juga turut menunjang keberadaan gastropoda. Seperti dijelaskan oleh Rufusova *et al.*, (2017), pakan utama gastropoda terdiri atas alga dan bahan organik hasil dekomposisi tumbuhan.

Selain itu, karakteristik perairan yang mengalir dengan tingkat oksigen terlarut tinggi turut menciptakan kondisi lingkungan yang mendukung kelangsungan hidup kelompok ini.

Genus *Hydropsyche* merupakan genus dengan jumlah individu terbanyak kedua setelah *Potamopyrgus*, dengan total 55 spesimen yang ditemukan merata di seluruh stasiun pengamatan. Keberadaan genus ini yang tersebar luas berkaitan erat dengan karakteristik Famili *Hydropsychidae* yang memiliki toleransi tinggi terhadap pencemaran perairan (Gerber & Gabriel, 2002). Selain itu, menurut Ficsor & Csabai (2021) larva famili ini mampu beradaptasi di berbagai zona sungai, mulai dari hulu hingga ke muara. Tingginya kandungan bahan organik dalam perairan juga menjadi faktor pendukung keberadaan genus ini, karena anggota *Hydropsychidae* berperan sebagai *filter feeder*, sehingga mampu memanfaatkan limbah materi organik untuk menunjang kehidupannya (Rufusova *et al.*, 2017).

Genus *Prosimulium* merupakan genus dengan jumlah individu terbanyak ketiga yang ditemukan dalam penelitian ini, yaitu sebanyak 52 ekor spesimen. Spesimen dari genus ini tersebar di hampir seluruh stasiun pengamatan, kecuali pada Stasiun IV dan V. Keberadaan *Prosimulium* sangat berkaitan dengan karakteristik habitat khas dari Famili *Simuliidae*. Umumnya, anggota famili ini hidup di perairan yang mengalir dan dapat ditemukan pada berbagai zona dalam ekosistem sungai, mulai dari hulu hingga tengah (Rufusova *et al.*, 2017). Anggota famili ini berperan sebagai kolektor dengan cara menyaring partikel halus dari kolom air dan diketahui memiliki sensitivitas tinggi terhadap pencemaran organik. Oleh karena itu, ketersediaan makanan menjadi faktor penting yang memengaruhi distribusi dan kelimpahan genus ini (Oscoz *et al.*, 2011).

4.2 Indeks keanekaragaman dan indeks dominansi makrozoobentos

Hasil penelitian yang berupa spesimen makrozoobentos yang telah diidentifikasi selanjutnya dianalisis menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') untuk mengukur tingkat keanekaragaman komunitas, serta indeks dominansi Simpson (D) untuk mengetahui tingkat dominansi salah satu genus dalam komunitas tersebut. Nilai-nilai hasil penghitungan kedua indeks ini disajikan dalam Tabel 4.2:

Tabel 4.2. Nilai indeks keanekaragaman dan indeks dominansi makrozoobentos

| Indeks | Stasiun | | | | | Kumulatif |
|---------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| | I | II | III | IV | V | |
| Keanekaragaman (H') * | 1,816 | 1,657 | 1,160 | 0,752 | 0,528 | 1,183 |
| Dominansi (D) ** | 0,221 | 0,237 | 0,448 | 0,597 | 0,732 | 0,447 |

Keterangan: * : terdapat perbedaan signifikan pada uji t diversitas di stasiun II dan III serta stasiun III dan IV ($p < 0,05$).

** : terdapat perbedaan signifikan pada uji t di stasiun II dan III ($p < 0,05$).

I : mendekati sumber mata air

II : setelah wisata coban glotak

III : letak setelah persawahan

IV : letak dekat area perumahan

V : letak dekat area perumahan

Keanekaragaman makrozoobentos di Stasiun I memiliki nilai indeks sedang, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') sebesar 1.816, yang berada dalam rentang $1 < H' < 3$. Sementara itu, nilai indeks dominansi Simpson (D) sebesar 0,221 menunjukkan bahwa tidak terdapat dominansi spesies yang menonjol di stasiun ini karena D mendekati 0 ($D < 0,5$). Di antara lima stasiun pengamatan, Stasiun I memiliki nilai keanekaragaman tertinggi, yang mengindikasikan kondisi lingkungan yang lebih mendukung bagi keberagaman makrozoobentos. Letaknya yang relatif terpencil, jauh dari

pemukiman dan berdekatan dengan kawasan hutan, menciptakan kondisi lingkungan yang alami dan minim gangguan antropogenik. Kedua sisi sungai di lokasi ini berupa tebing yang rindang dengan suhu udara yang sejuk, mencerminkan karakteristik ekosistem dataran tinggi. Faktor geografis ini membatasi aktivitas manusia yang berpotensi mencemari lingkungan (He *et al.*, 2020). Keanekaragaman yang tinggi juga didukung oleh vegetasi yang rapat, yang berperan dalam menjaga kestabilan ekosistem perairan. Menurut Abidin *et al.*, (2018), tingginya ketersediaan unsur hara dapat meningkatkan produktivitas ekosistem sehingga menunjang keragaman organisme akuatik. Selain itu, keanekaragaman yang tinggi juga mencerminkan distribusi individu yang merata dalam komunitas (Arfiati *et al.*, 2019).

Nilai indeks keanekaragaman di Stasiun II tergolong sedang, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai Shannon-Wiener (H') sebesar 1.657 yang berada dalam kisaran $1 < H' < 3$. Sementara itu, nilai indeks dominansi Simpson (D) sebesar 0,237 menunjukkan tidak adanya spesies yang mendominasi secara signifikan ($D < 0,5$). Meskipun tingkat keanekaragaman makrozoobentos di Stasiun II masih tergolong sedang, nilai tersebut lebih rendah dibandingkan Stasiun I. Perbedaan nilai keanekaragaman ini kemungkinan disebabkan oleh variasi kondisi lingkungan antara kedua stasiun, seperti perbedaan substrat, arus air, atau kualitas parameter fisika-kimia perairan. Meskipun Stasiun II juga berada jauh dari pemukiman, lokasi ini merupakan kawasan wisata, sehingga aktivitas manusia cenderung lebih intensif dibandingkan Stasiun I. Keberadaan objek wisata menunjukkan potensi masuknya limbah aktivitas wisata ke badan sungai, yang berkontribusi terhadap pencemaran perairan dan menurunkan kualitas habitat bagi makrozoobentos. Selain itu, aktivitas perkebunan di sekitar lokasi juga berpotensi menghasilkan limpasan limbah pertanian

yang terbawa aliran air ke sungai, sehingga menurunkan kualitas lingkungan akuatik dan berdampak pada keragaman organisme (Suharjono, 2021).

Nilai Indeks Keanekaragaman di Stasiun III yaitu 1,160 artinya $1 < H' < 3$ yang menunjukkan bahwa tingkat keanekaragaman makrozoobentos pada stasiun III sedang. Sedangkan nilai dominansinya menunjukkan tidak ada dominansi di stasiun III yang ditunjukkan dengan nilai 0,448 artinya D mendekati 0 ($D < 0,5$). Tingkat keanekaragaman makrozoobentos di Stasiun III tergolong sedang, namun memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan Stasiun I dan II. Kondisi ini diduga berkaitan erat dengan lokasi Stasiun III yang berdekatan dengan area pemukiman. Keberadaan pemukiman di sekitar sungai meningkatkan potensi masuknya limbah domestik secara terus menerus ke dalam badan air, yang dapat menyebabkan pencemaran. Pencemaran ini berdampak pada perubahan kualitas sedimen, baik dari segi tekstur maupun kandungan zat toksik dan bahan organik, yang pada akhirnya memengaruhi struktur komunitas makrozoobentos. Menurut Purba (2021), perubahan konsentrasi bahan organik dan keberadaan senyawa toksik di lingkungan perairan dapat menurunkan kualitas habitat dan berdampak negatif terhadap kelimpahan serta keanekaragaman organisme akuatik.

Nilai indeks keanekaragaman di Stasiun IV adalah 0,752 yang menunjukkan bahwa keanekaragaman makrozoobentos tergolong rendah ($H' < 1$). Sementara itu, nilai indeks dominansi Simpson sebesar 0,597 ($D > 0,5$) mengindikasikan adanya spesies yang mendominasi komunitas makrozoobentos di stasiun ini. Genus yang mendominasi adalah *Potamopyrgus* dan *Hydropsyche*. *Potamopyrgus*, sebagai moluska toleran, umum ditemukan di habitat dengan kondisi organik tinggi dan arus lambat. Sementara itu, *Hydropsyche* mampu hidup di berbagai substrat dan kualitas

air, bahkan di perairan tercemar. Keanekaragaman makrozoobentos di Stasiun IV tercatat sebagai yang paling rendah kedua setelah Stasiun V, kemungkinan akibat kualitas habitat yang menurun atau tekanan lingkungan yang lebih tinggi. Rendahnya keanekaragaman ini dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, salah satunya adalah tingginya aktivitas masyarakat yang berlangsung di sekitar lokasi, mengingat kepadatan pemukiman di Stasiun IV cukup tinggi (Desmawati dkk., 2020). Selain itu, arus air yang cenderung lambat juga menjadi faktor penting yang memengaruhi keberadaan makrozoobentos. Berdasarkan pendapat Simanjuntak dkk. (2018), arus lambat ditandai dengan pengendapan partikel berukuran kecil yang membentuk substrat lunak seperti lumpur, berbeda dengan arus kuat yang mengendapkan partikel besar dan membentuk substrat keras. Substrat berlumpur dengan kandungan bahan organik tinggi cenderung kurang mendukung kehidupan makrozoobentos tertentu yang membutuhkan substrat stabil dan bertekstur kasar, sehingga berdampak pada rendahnya tingkat keanekaragaman di lokasi ini.

Nilai indeks keanekaragaman di Stasiun V adalah 0,528, yang berarti tingkat keanekaragaman makrozoobentos tergolong rendah ($H' < 1$). Sementara itu, nilai indeks dominansi sebesar 0,732 menunjukkan adanya dominansi yang kuat oleh satu atau beberapa jenis makrozoobentos tertentu ($D > 0,5$). Hal ini mengindikasikan bahwa komunitas di Stasiun V kurang beragam dan didominasi oleh spesies yang mampu bertahan pada kondisi lingkungan yang mungkin kurang optimal. Di antara semua stasiun pengamatan, Stasiun V menunjukkan tingkat keanekaragaman paling rendah, yang mencerminkan kemungkinan adanya tekanan ekologis paling tinggi di lokasi tersebut. Genus yang paling mendominasi di lokasi ini adalah *Potamopyrgus*, sejenis gastropoda kecil dari famili Hydrobiidae yang

dikenal sangat toleran terhadap berbagai tekanan lingkungan, termasuk perairan tercemar dan habitat dengan kandungan bahan organik tinggi serta arus lambat. Kondisi ini dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, terutama karena tingginya aktivitas masyarakat akibat kepadatan penduduk di sekitar area tersebut (Desmawati dkk., 2020). Aktivitas seperti pertanian, pemukiman, budidaya udang, dan limbah peternakan memiliki potensi besar dalam menurunkan kualitas perairan (Putri dkk., 2021). Pencemaran yang dihasilkan dari berbagai aktivitas tersebut secara langsung berdampak pada kehidupan organisme akuatik, termasuk makrozoobentos, yang memiliki habitat relatif menetap dan dengan demikian sangat rentan terhadap perubahan kondisi lingkungan.

4.3 Nilai parameter fisika-kimia sungai

Nilai parameter fisika-kimia air sungai dari setiap stasiun diperoleh melalui pengukuran langsung di lapangan, mencakup suhu, pH, kecepatan arus, dan TDS. Sementara itu, parameter lain seperti DO (Dissolved Oxygen), BOD (Biological Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), dan TSS (Total Suspended Solids) dianalisis lebih lanjut di laboratorium. Sampel air dari masing-masing stasiun dikumpulkan dengan teliti guna memastikan keakuratan data. Hasil pengukuran ini memberikan gambaran mengenai kualitas perairan di setiap lokasi. Keberadaan pemukiman di sekitar sungai meningkatkan potensi masuknya limbah domestik secara terus menerus ke dalam badan air, yang dapat menyebabkan pencemaran, yang selanjutnya digunakan untuk mengevaluasi keterkaitan antara kondisi lingkungan dengan keberadaan serta keanekaragaman makrozoobentos. Ringkasan hasil pengukuran disajikan pada tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3. Nilai parameter fisika-kimia sungai

| Parameter | Stasiun | | | | | Baku Mutu* | | | |
|--------------------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|----------|
| | I | II | III | IV | V | Kelas I | Kelas II | Kelas III | Kelas IV |
| Suhu air (°C) | 23,9±1,2 | 24,4±0,8 | 28,3±2,3 | 25,3±0,3 | 28,4±1,9 | Dev 3 | Dev 3 | Dev 3 | Dev 3 |
| pH | 7,4±0,4 | 8,1±0,08 | 7,8±0,3 | 8,0±0,5 | 8,1±0,2 | 6-9 | 6-9 | 6-9 | 6-9 |
| TSS (mg/L) | 5,9±0,07 | 6,2±0,2 | 7,6±0,6 | 12,3±3,6 | 19,5±5,0 | 40 | 50 | 100 | 400 |
| TDS (mg/L) | 0,62±0,1 | 0,6±0,04 | 0,88±0,02 | 0,71±0,05 | 0,88±0,04 | 1000 | 1000 | 1000 | 2000 |
| DO (mgO ₂ /L) | 5,5±0,67 | 5,0±0,60 | 5,5±0,29 | 5,2±0,05 | 5,3±0,22 | 6 | 4 | 3 | 1 |
| BOD (mg/L) | 6,3±1,8 | 6,5±0,7 | 6,7±0,2 | 8,7±0,8 | 9,1±1,0 | 2 | 3 | 6 | 12 |
| COD (mg/L) | 17,3±0,5 | 18,7±0,9 | 20±2,5 | 21,06±2,6 | 22,4±2,2 | 10 | 25 | 40 | 80 |
| Kecepatan Arus (m/s) | 0,7±0,2 | 0,4±0,3 | 0,3±0,2 | 0,6±0,2 | 0,4±0,3 | - | - | - | - |

Keterangan: * : berdasarkan baku mutu air sungai PP No. 22 Tahun 2021 lampiran VI

I : letak mendekati sumber mata air

II : letak setelah wisata coban glotak

III : letak setelah persawahan

IV : letak dekat area perumahan

V : letak dekat area perumahan

Pengukuran suhu air di Sungai Wadung menunjukkan rentang 23,9°C–28,4°C dengan suhu tertinggi di Stasiun III dan V, serta terendah di Stasiun I. Berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021, suhu air dianggap memenuhi baku mutu apabila tidak berbeda lebih dari ±3°C dari suhu udara alami di sekitarnya (Deviasi 3). Hasil pengukuran suhu udara di lokasi masing-masing stasiun adalah sebagai berikut: 25,1°C (Stasiun I), 25,2°C (Stasiun II), 26,0°C (Stasiun III), 25,0°C (Stasiun IV), dan 26,5°C (Stasiun V). Selisih antara suhu air dan udara di kelima stasiun berturut-turut adalah 1,2°C, 0,8°C, 2,3°C, 0,3°C, dan 1,9°C, seluruhnya masih dalam batas toleransi Deviasi 3. Stasiun I dan II yang berada di hulu dan termasuk dalam baku mutu kelas I menunjukkan suhu air yang relatif rendah karena berada di elevasi tinggi dan memiliki tutupan vegetasi rapat (Fachrul, 2007). Penggunaan stasiun I dan II menurut wawancara dengan Bapak Soleh yaitu untuk kebutuhan rumah tangga dan wisata. Kondisi tersebut mendukung keberadaan makrozoobentos sensitif seperti Heptagenia, Hydropsyche, dan Prosimulium, yang dikenal sebagai bioindikator air bersih (Rufusova *et al.*, 2017). Sebaliknya, Stasiun

III mencatat suhu tertinggi ($28,3^{\circ}\text{C}$) akibat paparan sinar matahari langsung, minimnya tutupan vegetasi, dan aktivitas antropogenik di sekitarnya seperti pertanian, yang menyebabkan peningkatan suhu dan penurunan kualitas habitat. Di lokasi ini ditemukan *Potamopyrgus*, genus gastropoda yang dikenal toleran terhadap suhu tinggi dan kondisi air yang tercemar (Oscoz *et al.*, 2011). Suhu di Stasiun IV lebih rendah dibandingkan Stasiun III karena pengaruh kedalaman air yang lebih besar serta keberadaan vegetasi riparian, meskipun masih lebih tinggi dibandingkan Stasiun I dan II karena berada di elevasi yang lebih rendah (Istiawan & Kastono, 2019)

Nilai pH di Sungai Wadung berkisar antara 7,3–8,1 dan masih memenuhi baku mutu air sungai sesuai PP No. 22 Tahun 2021 (6–9). pH tertinggi tercatat di Stasiun II dan V (8,1), dan terendah di Stasiun I (7,3). Perubahan pH dapat berdampak pada makrozoobentos yang umumnya hidup optimal pada pH 7–8,5 (Sulaeman *et al.*, 2020). Perubahan ini sering dipicu oleh masuknya limbah ke perairan (Ramadhawati *et al.*, 2021). Stasiun I dan II termasuk kelas I, dengan kualitas air relatif baik. Stasiun I memiliki pH paling rendah namun keanekaragaman makrozoobentos tertinggi, didukung oleh suhu rendah dan DO tinggi. Stasiun II memiliki pH tertinggi dan substrat yang sesuai untuk genus *Hydropsyche*, serta sedikit aktivitas manusia karena dekat dengan sumber mata air. Penggunaan stasiun I dan II menurut wawancara dengan Bapak Soleh yaitu untuk kebutuhan rumah tangga dan wisata. Stasiun III, IV dan V yang digunakan oleh warga untuk pengairan sawah ditemukan peningkatan suhu, TDS, dan TSS yang mengindikasikan tekanan antropogenik lebih tinggi. Kondisi ini berdampak pada

organisme sensitif seperti Oligoneuriopsis. Genus toleran seperti Potamopyrgus tetap dominan di semua stasiun (Oscoz *et al.*, 2011).

Hasil pengukuran Total Suspended Solids (TSS) di Sungai Wadung menunjukkan kisaran antara 5,9 mg/L hingga 19,5 mg/L. Nilai TSS tertinggi tercatat di Stasiun IV (19,5 mg/L), sedangkan nilai terendah ditemukan di Stasiun I (5,9 mg/L). Seluruh nilai TSS dari Stasiun I hingga V masih berada di bawah ambang batas baku mutu air kelas I menurut PP No. 22 Tahun 2021, yaitu maksimal 40 mg/. Tingginya nilai TSS umumnya berkaitan dengan peningkatan aktivitas antropogenik di sekitar lokasi pengambilan sampel. Menurut Luvitasari (2021), faktor-faktor yang meningkatkan kadar TSS antara lain limbah domestik, limbah industri, dan erosi saat musim hujan. Selain itu, Lusiyana *et al.*, (2020) menambahkan bahwa limbah dari aktivitas pertanian juga berkontribusi terhadap peningkatan konsentrasi TSS di perairan. Stasiun I dan II termasuk dalam kategori kelas I hal ini sudah memenuhi syarat digunakan untuk kebutuhan rumah tangga. Keanekaragaman makrozoobentos seperti Oligoneuriopsis, yang dikenal lebih sensitif terhadap perubahan kualitas air.

Nilai Total Dissolved Solids (TDS) di Sungai Wadung berkisar antara 0,62 mg/L (Stasiun I) hingga 0,88 mg/L (Stasiun III dan V), masih berada di bawah ambang batas baku mutu kelas I menurut PP No. 22 Tahun 2021. Nilai TDS terendah tercatat di Stasiun I dan II yang berada di hulu, dekat sumber mata air dan dikelilingi vegetasi lebat, sehingga minim kontaminasi dan erosi. Kondisi ini mendukung kehadiran genus sensitif seperti Oligoneuriopsis dan Heptagenia, serta keanekaragaman tinggi. Sebaliknya, nilai TDS tertinggi ditemukan di Stasiun III dan V yang dipengaruhi oleh aktivitas pertanian, limbah domestik, serta substrat

berlumpur. Hal ini berkaitan dengan dominasi genus toleran seperti *Potamopyrgus* dan *Hydropsyche*. Penurunan keanekaragaman di Stasiun IV dan V mengindikasikan tekanan lingkungan akibat peningkatan TDS dan aktivitas antropogenik. Dengan demikian, variasi TDS mencerminkan perbedaan kualitas habitat makrozoobentos sepanjang sungai. Hal ini sejalan dengan pernyataan Febrita & Roosmini (2022) yang menyebutkan bahwa kekeruhan dan kecerahan dalam ekosistem perairan dipengaruhi oleh tingginya nilai TDS. Aktivitas manusia, baik limbah domestik maupun limbah dari kegiatan pertanian, dapat meningkatkan nilai TDS yang mengalir ke sungai, yang pada gilirannya dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut di perairan. Penurunan kadar oksigen terlarut ini, salah satunya, disebabkan oleh peningkatan nilai TDS dalam perairan (Jauhari, 2018).

Nilai oksigen terlarut (DO) di Sungai Wadung berkisar antara 5,0 hingga 5,5 mg/L. Nilai tertinggi tercatat di Stasiun I sebesar 5,5 mg/L, sedangkan nilai terendah berada di Stasiun II dengan 5,0 mg/L. Menurut PP Nomor 22 Tahun 2021, baku mutu untuk kelas I mengharuskan nilai DO minimal 6 mg/L. Artinya, Stasiun I dan II yang berada pada kategori kelas I belum memenuhi standar tersebut, meskipun secara ekologis nilai DO dalam kisaran 4–6 mg/L masih mampu mendukung kehidupan biota akuatik (Gupta *et al.*, 2017). Stasiun II, IV, dan V berdasarkan fungsi sebagai perairan umum dan pertanian sudah memenuhi syarat baku mutu kelas III, yang mencakup, nilai DO juga belum mencapai baku mutu minimal (3 mg/L) meskipun masih berada dalam batas toleransi. Stasiun III, yang berada di kawasan pertanian aktif, menunjukkan kecenderungan penurunan DO akibat masukan limbah organik dari aktivitas pertanian seperti pupuk dan pestisida.

Letak geografis Sungai Wadung di lereng Gunung Kawi memperlihatkan transisi kondisi fisik perairan yang turut dipengaruhi oleh peningkatan intensitas aktivitas antropogenik di wilayah penelitian, yang secara tidak langsung memengaruhi kadar DO dan keseimbangan ekosistem akuatik.

Nilai BOD (Biological Oxygen Demand) di Sungai Wadung menunjukkan variasi antarstasiun dengan kisaran antara 6,3 mg/L hingga 9,1 mg/L. Stasiun I dan II, yang termasuk dalam kelas I, memiliki nilai BOD sebesar 6,3 mg/L dan 6,5 mg/L. Meskipun masih di bawah batas baku mutu kelas IV, nilai tersebut melebihi ambang batas kelas I (maksimal 2 mg/L), mengindikasikan adanya pencemaran organik ringan. Lokasi kedua stasiun ini berada di hulu dengan aliran deras, substrat berbatu, vegetasi riparian yang lebat, serta suhu rendah dan kadar DO yang cukup tinggi (>5 mg/L), mendukung keberadaan makrozoobentos sensitif seperti *Oligoneuriopsis* dan *Heptagenia*. Namun, peningkatan BOD dapat berasal dari serasah organik alami atau aktivitas wisata di sekitar Coban Glotak (Stasiun II). Sementara itu, nilai BOD meningkat signifikan di Stasiun III, IV, dan V, yang masuk dalam kelas mutu air III. Kenaikan ini sejalan dengan intensitas aktivitas manusia seperti pertanian, pemukiman, dan peternakan. Suhu perairan di stasiun ini lebih tinggi dengan substrat didominasi lumpur dan pasir halus, serta DO yang cenderung stabil tetapi lebih rendah dibanding hulu. Lokasi-lokasi ini menerima masukan bahan organik dari limbah pupuk, deterjen, dan kotoran ternak, yang meningkatkan beban pencemar dan mendukung dominasi genus toleran seperti *Potamopyrgus* dan *Hydropsyche* (Nuraini *et al.*, 2019).

Nilai COD di Sungai Wadung menunjukkan peningkatan dari hulu ke hilir. Di Stasiun 1 dan 2 (kelas I), COD tercatat 17,3 mg/L dan 18,7 mg/L melebihi batas

kelas I namun masih dalam ambang kelas II yang kemungkinan dipengaruhi oleh serasah daun dan aktivitas wisata. Substrat berbatu dan arus deras membantu menekan akumulasi bahan organik. Sebaliknya, di Stasiun 3, 4, dan 5 nilai COD lebih tinggi (20,0–22,4 mg/L), dipicu oleh limbah pertanian dan domestik, substrat berlumpur, serta minimnya vegetasi riparian. Kondisi ini berkorelasi dengan dominasi genus toleran seperti *Potamopyrgus* dan *Hydropsyche* di hilir, sementara genus sensitif seperti *Oligoneuriopsis* lebih umum ditemukan di hulu. Pengelolaan limbah organik dan edukasi masyarakat diperlukan untuk menjaga kualitas ekosistem sungai. Menurut Djoharam (2018), perbedaan antara nilai BOD dan COD terjadi karena kapasitas mikroorganisme dalam mengoksidasi senyawa organik menjadi CO_2 dan H_2O . Peningkatan nilai COD dan BOD pada ekosistem sungai sering menunjukkan adanya pencemaran organik yang signifikan, yang umumnya berasal dari limbah domestik, pertanian, atau kegiatan industri yang membuang bahan organik ke dalam perairan. Dengan kondisi ini, kualitas air sungai menjadi terganggu, yang pada gilirannya dapat memengaruhi kesehatan ekosistem serta keperuntukan air untuk konsumsi manusia dan kebutuhan lainnya (Rahayu dkk., 2018).

Kecepatan arus di Sungai yaitu antara 0,7 – 0,3 m/s. Stasiun I dengan nilai 0,6 m/s memiliki kecepatan arus tertinggi, sedangkan stasiun III dengan nilai 0,3 m/s memiliki kecepatan arus yang paling rendah. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kecepatan arus di Stasiun I dan Stasiun IV dapat dikategorikan sebagai sungai dengan arus deras, dengan kecepatan arus yang berkisar antara 0,5 hingga 1 m/s (Ratih dkk., 2015). Kecepatan arus di Stasiun IV tercatat lebih tinggi dibandingkan dengan Stasiun II dan III, hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh

beberapa faktor. Salah satu faktor utama adalah curah hujan yang terjadi sebelum pengambilan sampel, yang meningkatkan debit air sungai. Hujan dengan intensitas kecil dapat mengalirkan lebih banyak air ke dalam aliran sungai, sehingga mempercepat kecepatan arus. Selain itu, kondisi fisik lokasi di sekitar Stasiun IV, yaitu sedikitnya bebatuan besar yang dapat memperlambat aliran air, juga berkontribusi pada peningkatan kecepatan arus di sana. Dengan meningkatnya debit air yang mengalir melalui sungai dan struktur bebatuan yang ada, terjadi perbedaan yang signifikan dalam kecepatan arus antara Stasiun IV dan stasiun lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa faktor-faktor alami seperti cuaca dan kondisi fisik lingkungan sangat memengaruhi dinamika aliran air di sungai (Jiwaningrat & Dibiyosaputro, 2017).

Berdasarkan hasil pengukuran parameter fisik-kimia air serta analisis terhadap indeks keanekaragaman dan dominansi, diketahui bahwa kualitas air di suatu perairan dapat mengalami perubahan seiring waktu. Salah satu faktor utama yang memicu perubahan tersebut adalah intervensi manusia melalui berbagai aktivitas, seperti pembuangan limbah dan alih fungsi lahan di sekitar sungai. Aktivitas tersebut secara langsung maupun tidak langsung memengaruhi kestabilan ekosistem perairan. Hal ini ditegaskan dalam Al-Qur'an, Surah Al-A'raf [7]:56, yang berbunyi:

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

Artinya:

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

Tafsir Al-Misbah oleh Shihab ayat tersebut menggambarkan bahwa alam semesta diciptakan oleh Allah SWT dalam kondisi yang sangat ideal untuk

menunjang kehidupan seluruh makhluk. Penciptaan yang penuh kesempurnaan ini menjadi dasar mengapa manusia diperintahkan untuk tidak melakukan kerusakan. Larangan tersebut bukan hanya bersifat etis, tetapi juga menunjukkan bahwa merusak alam setelah Allah memperbaikinya merupakan tindakan yang lebih tercela dibandingkan kerusakan yang terjadi sebelum adanya perbaikan. Dengan demikian, menjaga kelestarian lingkungan, termasuk sumber daya air dan ekosistemnya, bukan hanya tanggung jawab ekologis, melainkan juga bentuk ketaatan spiritual terhadap perintah Tuhan (Shihab, 2002).

4.4 Nilai korelasi jumlah individu makrozobentos dengan parameter fisika-kimia air sungai

Hasil dari penelitian menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara keanekaragaman makrozoobentos dan parameter fisika-kimia air sungai yang diukur di enam stasiun pengamatan. Korelasi antara genus makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia menunjukkan pola tertentu, yang dapat membantu dalam pemahaman lebih dalam mengenai faktor-faktor yang memengaruhi keanekaragaman makrozoobentos di sungai tersebut. Tabel 4.4 berikut menunjukkan hasil korelasi yang terukur antara genus makrozoobentos dan berbagai parameter fisika-kimia yang ada pada Stasiun I, yang mencakup suhu, pH, TDS, TSS, DO, COD, dan BOD. Analisis korelasi ini bertujuan untuk memahami bagaimana variabel-variabel tersebut saling berinteraksi dan memengaruhi keberagaman spesies makrozoobentos di perairan Sungai Wadung, Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang:

Tabel 4.4. Korelasi individu makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia air sungai

| Genus | TSS | TDS | Suhu | Kecepatan Arus | pH | DO | BOD | COD |
|-----------------|--------------|-------------|-------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Prosimulium | -0,79 | 0,75 | -0,71 | 0,27 | -0,38 | -0,16 | -0,86 | -0,90 |
| Parlodes | -0,37 | -0,81 | -0,74 | 0,43 | -0,01 | -0,51 | 0,42 | -0,59 |
| Oligoneuriopsis | -0,78 | -0,06 | -0,08 | -0,19 | -0,67 | 0,52 | -0,88 | -0,68 |
| Heptagenia | -0,42 | -0,51 | -0,56 | 0,78 | -0,87 | 0,35 | -0,48 | -0,72 |
| Glossiphonia | -0,75 | -0,12 | -0,16 | 0,17 | -0,83 | 0,65 | -0,86 | -0,74 |
| Potamopyrgus | 0,44 | 0,92 | 0,91 | -0,83 | -0,38 | -0,20 | 0,40 | 0,72 |
| Hydropsyche | -0,40 | 0,03 | 0,00 | -0,42 | 0,17 | -0,17 | -0,17 | 0,00 |
| Atherix | -0,67 | -0,84 | -0,81 | 0,48 | -0,37 | 0,21 | -0,72 | -0,86 |
| Orthetrum | -0,16 | -0,53 | -0,50 | 0,08 | -0,55 | -0,86 | 0,09 | -0,00 |
| Pelocoris | -0,61 | -0,77 | -0,71 | 0,19 | -0,01 | -0,52 | -0,64 | -0,69 |
| Caridina | -0,42 | -0,51 | -0,56 | 0,78 | -0,87 | -0,42 | -0,48 | -0,72 |

Keterangan: Angka yang dicetak tebal adalah nilai korelasi paling tinggi

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa TSS memiliki nilai korelasi tertinggi dengan Genus Prosimulium, dengan nilai korelasi -0,79. Korelasi negatif ini menunjukkan hubungan yang kuat, di mana semakin tinggi nilai TSS, semakin rendah keanekaragaman dari kedua genus tersebut, dan sebaliknya. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan kandungan padatan tersuspensi (TSS) di perairan dapat memengaruhi kelangsungan hidup dan keragaman spesies dari genus Prosimulium. Menurut Oscoz *et al.* (2011), Famili Simuliidae yang mencakup genus Prosimulium sangat terkait dengan sistem sungai, dan mereka dapat ditemukan di daerah dangkal aliran air yang lambat maupun deras. Mereka menggunakan substrat seperti lempengan batu, kerikil, batang pohon yang tenggelam, dan batang-batang tanaman air yang tenggelam, tempat mereka menempel dengan struktur di ujung perut mereka. Struktur ini memiliki sifat perekat dan dapat berfungsi sebagai pengisap, yang memungkinkan mereka untuk menahan gaya air dan memakan materi tersuspensi yang dihanyutkan arus.

Parameter TDS dan suhu memiliki nilai korelasi tertinggi dengan Genus *Potamopyrgus*. Nilai korelasi yaitu 0,92 untuk nilai TDS dan 0,91 untuk nilai suhu, artinya bahwa korelasi antara TDS dan suhu dengan Genus *Potamopyrgus* memiliki korelasi sangat kuat. Korelasi positif menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai TDS (Total Dissolved Solids) dan suhu air, semakin meningkat pula keanekaragaman Genus *Potamopyrgus*. Artinya, ketika TDS dan suhu meningkat, keanekaragaman dari genus *Potamopyrgus* juga cenderung lebih tinggi, dan sebaliknya. Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan fisik-kimia di lingkungan dapat mendukung kelangsungan hidup dan keragaman spesies *Potamopyrgus*. Genus *Potamopyrgus*, menunjukkan kemampuan adaptasi yang luar biasa terhadap berbagai kondisi lingkungan, termasuk fluktuasi suhu, salinitas, dan kualitas air. Genus *Potamopyrgus* dapat bertahan dan berkembang biak dalam rentang suhu yang luas (0–34°C) serta kondisi kimia air yang bervariasi, seperti konduktivitas tinggi (>447 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Kemampuan reproduksinya yang parthenogenetik dan toleransi terhadap gangguan lingkungan, seperti perubahan aliran sungai, memungkinkan spesies ini menjadi invasif yang sukses di berbagai ekosistem perairan tawar. Adaptasi ini juga menjelaskan mengapa Genus *Potamopyrgus* mampu mendominasi komunitas bentik dan bersaing dengan spesies asli, bahkan dalam kondisi lingkungan yang tidak stabil. (Bennett *et al.*, 2015)

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa kecepatan arus memiliki nilai korelasi tertinggi dengan Genus *Potamopyrgus* dengan nilai korelasi sebesar -0,83 untuk kecepatan arus. Nilai ini menunjukkan bahwa korelasi antara kecepatan arus dengan genus tersebut tergolong kuat. Korelasi negatif ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi kecepatan arus, semakin rendah jumlah dari genus tersebut.

Potamopyrgus mencapai kepadatan tertinggi selama musim kemarau ketika debit air rendah, sementara kepadatannya menurun di area berarus deras seperti riffle. Hal ini disebabkan oleh dua faktor utama: (1) gangguan fisik dari arus deras yang dapat menggeser tubuh siput berukuran kecil, dan (2) preferensi substrat. Potamopyrgus lebih mudah menempel dan berkembang biak pada substrat stabil seperti makroalga (*Cladophora*) atau sedimen lunak yang umumnya ditemukan di zona aliran lambat (kolam). Selain itu, regulasi aliran sungai (misalnya oleh bendungan) yang mengurangi fluktuasi debit juga memfasilitasi invasi spesies ini, karena menghilangkan gangguan periodik seperti banjir (Bennett *et al.*, 2015).

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa pH memiliki nilai korelasi tertinggi dengan Genus *Caridina* dan *Heptagenia*, dengan nilai korelasi sebesar -0,87. Nilai ini menunjukkan bahwa korelasi antara pH dan Genus *Caridina* dan *Heptagenia* tergolong sangat kuat. Korelasi negatif ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi nilai pH, semakin rendah keanekaragaman Genus *Caridina* yang ditemukan di perairan tersebut. Genus *Caridina* lebih banyak ditemukan di lokasi dengan kualitas air yang relatif baik. Kelimpahan *Caridina* yang rendah di beberapa area mungkin terkait dengan kondisi perairan yang tercemar, terutama oleh limbah industri yang menyebabkan penurunan kualitas air. Genus ini lebih adaptif di perairan dengan pH netral hingga sedikit asam (6-7). Perbedaan ini mungkin dipengaruhi oleh faktor substrat dan tingkat pencemaran, yang menjadi pembatas ekologis bagi kelangsungan hidupnya (Suwartiningsih dkk., 2020).

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa parameter COD memiliki korelasi tertinggi dengan Genus *Prosimulium*, dengan nilai korelasi sebesar -0,90. Nilai ini menunjukkan bahwa antara COD dan Genus *Prosimulium* terdapat

korelasi yang sangat kuat. Korelasi negatif ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi nilai COD, semakin rendah keanekaragaman Genus Prosimulium yang ditemukan di perairan tersebut. Menurut Başören and Kazancı (2021) menunjukkan bahwa spesies Simuliidae, termasuk Prosimulium, lebih banyak ditemukan di lokasi dengan tekanan antropogenik yang rendah, yang umumnya memiliki kualitas air yang baik dan kadar oksigen terlarut yang tinggi. Oleh karena itu, sungai dengan nilai COD tinggi, yang mencerminkan tingkat pencemaran organik yang signifikan, cenderung tidak mendukung kelangsungan hidup larva Prosimulium.

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa BOD memiliki nilai korelasi tertinggi dengan Genus Oligoneuriopsis, dengan nilai korelasi $-0,88$. Korelasi negatif ini menunjukkan hubungan yang sangat kuat, di mana semakin tinggi nilai BOD, semakin rendah keanekaragaman dari genus tersebut. Korelasi negatif antara BOD (Biological Oxygen Demand) dan genus Oligoneuriopsis menunjukkan bahwa meningkatnya nilai BOD berasosiasi dengan penurunan kelimpahan genus tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa Oligoneuriopsis lebih menyukai kondisi perairan yang memiliki kualitas baik dan tingkat pencemaran organik yang rendah. Dalam konteks biomonitoring, kehadiran Oligoneuriopsis dapat digunakan sebagai indikator ekosistem akuatik yang masih dalam kondisi baik atau minim pencemaran bahan organik (Buss *et al.*, 2015).

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa DO memiliki nilai korelasi tertinggi dengan Genus Orthetrum, dengan nilai korelasi sebesar $-0,87$. Nilai ini menunjukkan bahwa korelasi antara DO dan Genus Genus Orthetrum tergolong sangat kuat. Korelasi negatif ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi nilai DO, semakin rendah keanekaragaman Genus Orthetrum yang ditemukan di perairan

tersebut. Yule dan Yong (2004), Bahwa larva Libellulidae memiliki toleransi yang tinggi terhadap variasi lingkungan seperti suhu, oksigenasi, dan pH. Hal ini menunjukkan bahwa famili Libellulidae cenderung toleran terhadap kondisi dengan kadar oksigen rendah dan mampu bertahan di perairan dengan kualitas yang lebih rendah dibandingkan dengan taksa lainnya.

Manusia sebagai penerus dimuka bumi ini harus senantiasa menjaga alam dengan baik. Karena sudah banyak terjadi kerusakan contohnya dengan tercemarnya sungai yang disebabkan oleh aktivitas manusia. Hal ini sesuai dengan Surah Al-Asr ayat 3:

إِلَّا الَّذِينَ آمَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ وَتَوَّصَوْا بِالْحَقِّ ۝ وَتَوَّصَوْا بِالصَّبْرِ ۝ ﴿٣﴾

Artinya:

“Kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal shalih serta saling menasihati dalam kebenaran dan kesabaran.” (QS: Al-‘Ashr [103]: 3).

Tafsir Al-Misbah oleh Shihab menjelaskan bahwa ada empat syarat agar manusia terhindar dari kerugian, yaitu: beriman, beramal shalih, saling menasihati dalam kebenaran, dan saling menasihati dalam kesabaran. Iman di sini bukan hanya pengakuan lisan, tetapi keyakinan yang tertanam dalam hati dan tercermin dalam sikap hidup. Amal shalih mencakup semua perbuatan yang benar dan bermanfaat, baik secara spiritual maupun sosial. Namun iman dan amal saja belum cukup, seseorang juga dituntut untuk peduli terhadap sesama dengan mengajak dalam kebenaran (*tawaṣaw bil-ḥaqq*), termasuk menegakkan nilai keadilan dan kejujuran. Di sisi lain, mempertahankan kebenaran dan konsistensi dalam amal akan menghadapi tantangan, sehingga dibutuhkan sikap saling menasihati dalam kesabaran (*tawaṣaw biṣ-ṣabr*). Keempat unsur ini merupakan satu kesatuan utuh yang saling menguatkan, dan tanpa salah satunya, manusia tetap berada dalam

kerugian. Dengan demikian, ayat ini menekankan pentingnya kesalehan individu dan sosial sebagai jalan keselamatan hidup (Shihab, 2002).

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Ditemukan sebanyak 381 spesimen makrozoobentos yang terdiri dari 11 genus, Hasil identifikasi menunjukkan bahwa Potamopyrgu adalah genus paling dominan (208 individu), diikuti Hydropsyche (55), Prosimulium (52), dan Perlodes (24). Genus lain yang ditemukan yaitu Glossiphonia (12), Atherix (10), Oligoneuriopsis (9), Heptagenia (5), Pelocoris (3), Orthetrum (2), dan Caridina (1).
2. Nilai indeks keanekaragaman kumulatif tergolong sedang (1,278), dengan stasiun I hingga III menunjukkan keanekaragaman sedang dan stasiun IV serta V tergolong rendah. Nilai indeks dominansi kumulatif sebesar 0,463 menunjukkan tidak adanya dominansi spesies secara mutlak, meskipun stasiun IV dan V memiliki nilai dominansi lebih tinggi dibanding stasiun lainnya.
3. Parameter fisika-kimia Sungai Wadung secara umum masih sesuai baku mutu berdasarkan peruntukannya. Stasiun I dan II yang digunakan untuk rumah tangga dan pertanian memenuhi baku mutu kelas I untuk pH, TDS, TSS, DO, dan suhu, namun BOD dan COD sedikit melebihi ambang batas. Sementara Stasiun III, IV, dan V yang digunakan untuk pertanian masih sesuai dengan baku mutu kelas III meskipun menunjukkan peningkatan suhu, BOD, COD, dan TSS akibat aktivitas antropogenik.
4. Analisis korelasi menunjukkan bahwa Prosimulium dan Oligoneuriopsis memiliki hubungan negatif dengan TSS, COD, dan BOD, di mana

kehadirannya menurun saat nilai-nilai tersebut meningkat. Sebaliknya, *Potamopyrgus* berkorelasi positif dengan TDS dan suhu, mencerminkan toleransi terhadap perairan hangat dan banyak ion terlarut. *Orthetrum* menunjukkan korelasi negatif dengan DO karena mampu bertahan di perairan dengan kadar oksigen rendah.

5.2 Saran

Perlu dilaksanakan penelitian serupa dengan musim yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., Teknik, F., Islam, U., & Rahmat, R. 2018. Studi Keanekaragaman Dan Struktur Komunitas. *Jurnal Teknologi Terapan*. 1(2):93–97.
- Aisyah, S., Soedarso, J., Satya, A., & Syawal, M. 2020. Relationship between the surface sediment substrate characteristic with the abundance of macrozoobenthos in River Ranggeh, West of Sumatra. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 535.
- Alias, N. A., & Azilawanie, W. N. 2019. Analysis of Knowledge, Attitude and Behavior of Riverbank Communities Terengganu, Malaysia. *Asian People Journal*. 2(2): 105–117.
- Amalia, M. 2022. *Rekayasa Sungai*. Eureka Media Aksara. Purbalingga
- Andini, N. F., & Desrita, D. 2022. Measurement Of Discharge And Sedimentation Of Batang Piruko River Flow In Nagari Koto Padang Koto Baru Dharmasraya. *Jurnal Ilmu Pendidikan Ahlussunnah*, 5(2): 192-199.
- Annisa, S., Sakira, S., & Sentia Lisna. 2020. Keanekaragaman Benthos Di Perairan Pantai Kaca Kacu Deudap Pulo Aceh, Kabupaten Aceh Besar. *In Prosding Seminar Nasional*.
- Arfiati, D., Herawati, E. Y., Buwono, N. R., Firdaus, A., Winarno, M. S., & Puspitasari, A. W. 2019. Struktur komunitas makrozoobentos pada ekosistem lamun di Paciran, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*. 3(1): 1-7.
- Arfiati, D., Herawati, E. Y., Buwono, N. R., Firdaus, A., Winarno, M. S., & Puspitasari, A. W. 2019. Struktur komunitas makrozoobentos pada ekosistem lamun di Paciran, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*.3(1):1-7.
- Arnop, O., Budiyanto, B., & Saefuddin, R. 2019. Kajian evaluasi mutu Sungai Nelas dengan metode storet dan indeks pencemaran. *Naturalis: Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*. 8(1): 15-24.
- Atikah, U., Purnaini, R., & Asbanu, G. C. 2023. Analisis Kualitas Air Baku dan Kualitas Air Hasil Produksi pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) Unit Mukok PDAM Tirta Pancur Aji Kota Sanggau. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. 11(2): 297-303.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang. (2025). *Kabupaten Malang dalam angka 2025*. BPS Kabupaten Malang.
- Barber, James, H. M., Zrelli, S., Yanai, Z., & Sartori, M. 2020. A reassessment of the genus *Oligoneuriopsis* Crass, 1947 (Ephemeroptera, Oligoneuriidae, Oligoneuriellini). *ZooKeys*.15:985.
- Darmanto, D., & Sudarmadji, S. 2013. Pengelolaan Sungai Berbasis Masyarakat Lokal di Daerah Lereng Selatan Gunungapi Merapi (River Management Based on Local Community in the Southern Slope of Marapi Volcano). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 20(2): 229-239.
- Daroini, T. A., & Arisandi, A. 2020. Analisis BOD (*Biological Oxygen Demand*) di Perairan Desa Prancak Kecamatan Sepulu, Bangkalan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*. 1(4): 558-566.

- Dawn, P. 2019. Description of the last instar larva of *Calicnemia eximia* (Selys, 1863)(Odonata: Platycnemididae) from West Bengal, India. *Zootaxa*. 4657(1):183-18
- Desinawati, D., Adi, W., & Utami, E. 2018. Struktur Komunitas Makrozoobentos di Sungai Pakil Kabupaten Bangka. *Akuatik: Jurnal Sumberdaya Perairan*.12(2): 54-63.
- Dijkstra, K.-D.B., & Kalkman, V.J. 2012. *Phylogeny, Classification and Taxonomy of European Dragonflies and Damselflies (Odonata): A Review*.
- Dobson, Michael. 2013. Family-level keys to freshwater fly (Diptera) larvae: a brief review and a key to European families avoiding use of mouthpart characters. *Freshwater Reviews* 6(1): 1-32.
- Dwiyanto, D., Fahri, & Annawaty. 2018. Keanekaragaman Udang Air Tawar (Decapoda: Caridea) di Sungai Batusuya, Sulawesi Tengah, Indonesia. *Scripta Biologica*. 5(2): 65–71.
- Fachrul, M.F. 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Farhan, A., Lauren, C. C., & Fuzain, N. A. 2023. Analisis Faktor Pencemaran Air dan Dampak Pola Konsumsi Masyarakat di Indonesia. *Jurnal Hukum dan HAM Wara Sains*, 2(12): 1095-1103.
- Fathony, B., & Sukowiyono, G. 2007. Pengembangan Potensi Wisata Alam Coban Glotak Desa Dalisodo Kecamatan Wagir Kabupaten Malang. *Spectra*. (10): 50-61.
- Febrian, I., Nursaadah, E., & Karyadi, B. 2022. Analisis Indeks Keanekaragaman, Keragaman, dan Dominansi Ikan di Sungai Aur Lemau Kabupaten Bengkulu Tengah. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(2): 600-612.
- Febrita, J., & Roosmini, D. 2022. Analisis Beban Pencemar Logam Berat Industri terhadap Kualitas Sungai Citarum Hulu. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*.7(1):77-88.
- Ficsór, M., & Csabai, Z. 2021. Longitudinal zonation of larval Hydropsyche (Trichoptera: Hydropsychidae): abiotic environmental factors and biotic interactions behind the downstream sequence of Central European species. *Hydrobiologia*. 848:3371–3388
- Firmansyah, Y. W., Setiani, O., & Darundiati, Y. H. 2021. Kondisi Sungai di Indonesia Ditinjau dari Daya Tampung Beban Pencemaran: Studi Literatur. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(2).
- Fynnisa, Z., Nugroho, E. D., Sakaria, F. S., Juniatmoko, R., Situmorang, M. T. N., Sinurat, J., & Siahaya, A. N. (2024). *Ekologi Perairan*. Penerbit Widina. Bandung.
- Galuh, G.NA., Baharuddin, B., & Dewi, I.P. 2019. Analisis Sebaran Total Suspended Solid (Tss) Menggunakan Citra Sentinel 2 Di Perairan Teluk Tamiang Kabupaten Kotabaru. *Marine Coastal and Small Islands Journal- Jurnal ilmiah Ilmu Kelautan*. 3(1): 1-6.
- Gerber, A. & M.J.M. Gabriel. 2002. Aquatic Invertebrates of South African Rivers. Institute of Water Quality Study. Pretoria
- Ghosh, D. D. & Biswas, J. 2015. Macroinvertebrate diversity indices: A quantitative bioassessment of ecological health status of an oxbow lake in Eastern India. *J Adv Environ Health Res*. 3(2)

- Ghurri, M. A. (2022). Kelimpahan dan keanekaragaman diatom epilitik di sub-das sungai dem kecamatan wagir kabupaten malang. *Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim*. Skripsi.
- Gümüş, B. A., Gürbüzer, P., & Altındağ, A. 2022. Towards a Sustainable World: Diversity of Freshwater Gastropods in Relation to Environmental Factors— A Case in the Konya Closed Basin, Türkiye. *Diversity*, 14(11), 934.
- Gupta, N., Pandey, P., & Hussain, J. 2017. Effect of physicochemical and biological parameters on the quality of river water of Narmada, Madhya Pradesh, India. *Water Science*. 31(1):202-212.
- Haddade, H. 2016. Air Perspektif Al-Qur'an Dan Sains. *Tafsere*. (4)1
- Hadiroseyani, Y., Puspitasari, A., & Budiardi, T. 2015. Peningkatan rasio C/N dengan penambahan tepung tapioka pada substrat budidaya Oligochaeta. *Jurnal Akuakultur Indonesia*.14(2):144.
- Hamzah, F., Agustiadi, T., Trenggono, M., Susilo, E., & Triyulianti, I. 2022. Alternatif Pengukuran Konsentrasi Oksigen Terlarut Di Laut Indonesia Bagian Barat Pada Muson Tenggara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 14(3): 405-425.
- Haniyyah, H. A. 2021. Keanekaragaman makrozoobentos di kali jarak Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang. *Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim*. Skripsi
- Harahap, A. (2019). *Peranan Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Air di Sungai Bilah Labuhanbatu*. El Publiser. Banjarmasin
- Harlina, H. 2021. *Limnologi: Kajian Menyeluruh Mengenai Perairan Darat*. Gunawan Lestari.
- He, F., Wu, N., Dong, X., & Tang, T. 2020. Elevation, aspect, and local environment jointly determine diatom and macroinvertebrate diversity in the Cangshan Mountain, Southwest China. *Ecological Indicators*. 108:105-618.
- Isnainingsih, N. R., & Patria, M. P. 2018. Peran komunitas moluska dalam mendukung fungsi kawasan mangrove di Tanjung Lesung, Pandeglang, Banten. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*. 6(2): 35-44.
- 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.
- Jauhari, Z. 2018. Analisis Tingkat Pencemaran dan Mutu Air Sungai di Kota Palembang. *Jurnal Tekno Global*.7(1):14-20
- Jiwaningrat M., Y., & Dibyosaputro, S. 2017. Interaksi antara Karakteristik Aliran dan Material Dasar pada Proses Penggerusan Sungai Comal Pemalang, Jawa Tengah. *Jurnal Bumi Indonesia*. 5(1):1-9.
- Johan, T. I., & Ediwarman, E. 2011. Dampak Penambangan Emas Terhadap Kualitas Air Sungai Singingi di Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau. *Jurnal ilmu lingkungan*, 5(2): 168–183.
- Kılıç, Z. 2020. The importance of water and conscious use of water. *International Journal of Hydrology*. 4(5): 239-241.
- Kim, S. K. 2020. Two new genera of black flies (Diptera: Simuliidae) of Korea. *Journal of Species Research*.9(1):11-18.
- Krebs, Charles J. 1999. *Ecological Methodology*. Jim Green : Kanada.

- Kumar, A., & Vyas, V. 2014. Diversity of macrozoobenthos in the selected reach of River Narmada (Central Zone), India. *International Journal of Research in Biological Sciences*, 4(3): 60-68.
- Latuamury, B. 2020. *Buku Ajar Manajemen DAS Pulau-Pulau Kecil*. Deepublish. Yogyakarta
- Liku, A. L. A., Mulya, W., Sari, I. P., Sipahutar, M. K., & Noeryanto, N. 2022. Mengidentifikasi Sumber Pencemaran Air Limbah Di Tempat Kerja. *EUNOIA*, 1(1), 14-19.
- Lusiyana, L., Akbar, A. A., & Desmaiani, H. 2021. Pengaruh Aktivitas Manusia terhadap Beban Pencemaran Sub DAS Sungai Rengas, Kalimantan Barat (The Influence of Human Activities on Pollution Load on The Rengas
- Madani, I., Ekstyarin, I., Maghfiroh, L., Krisnaayu, R., Lestari, D., Karina, H. A., & Ferdiansyah, R. 2023. Analisis Spasial Tingkat Kerawanan Tanah Longsor di Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang Melalui Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geosaintek*. 9(2): 80-87.
- Malesi, W. O. A. W., & Putra, D. J. 2024. Uji Kualitas Air Tanah di Distrik Merauke Ditinjau Dari Parameter Total Dissolved Solid (TDS), dan Salinitas. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*. 8(2): 145-152.
- Masduki, Y. 2019. Pendidikan Karakter: Kepedulian Terhadap Lingkungan. *Conciencia*. 19(1): 47-57.
- Mathai, J. 2020. *River Ecology*. Actionaid Association. New Delhi
- Maulianawati, D., Herman, M. I., Ismail, M., Fiandaka, M. O. A., Sadrianto, S., Tarfin, T., & Irawati, H. 2018. Asesmen Kualitas Air Permukaan Di Sungai Pamusian Kota Tarakan. *Jurnal Harpodon Borneo*. 11(2):97-103
- Maya, S., & Nurhidayah 2020. *Zoologi Invertebrata*. Penerbit Widina Bhakti Persada Bandung. Bandung
- Merritt, R. W., Cummins, K. W., & Berg, M. B. 2008. *Aquatic Insects of North America* (4th ed.). Kendall/Hunt Publishing Company.
- Mustaqim, A. 2015. Etika Pemanfaatan Keakekaragaman Hayati Dalam Perspektif Al-Qur'an. *Hermeneutika: Jurnal Ilmu al-Qur'an dan Tafsir*. 9: 389-406.
- Nakkir, M., Masruhi, M., & Efendi, R. 2023. Pengukuran Suhu Air Menggunakan Data Logger Berbasis Arduino. *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*. 9(1): 310-314.
- Nangin, S. R., Langoy, M. L., & Katili, D. Y. 2015. Makrozoobentos Sebagai Indikator Biologis dalam Menentukan Kualitas Air Sungai Suhuyon Sulawesi Utara. *Mipa Unsrat*. 4(2): 165–168.
- Ningrum, N. C., & Kuntjoro, S. 2022. Kualitas perairan sungai Brangkal Mojokerto berdasarkan indeks keanekaragaman makrozoobentos. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*. 11(1): 71-79.
- Oscoz, J., Galicia, D., & Miranda R. 2011. *Identification Guide of Freshwater Macroinvertebrates of Spain*. Springer Science. New York.
- Oselladore, F., Bernarello, V., Cacciatore, F., Cornello, M., Boscolo Brusà, R., Sfriso, A., & Bonometto, A. 2022. Changes in macrozoobenthos community after aquatic plant restoration in the northern Venice lagoon (IT). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(8), 4838.
- Pelealu, G. V., Koneri, R., & Butarbutar, R. R. 2018. Kelimpahan dan Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Air Terjun Tunan, Talawaan, Minahasa Utara, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Sains*, 97-102.

- Pemerintahan Kabupaten Malang. 2020. Coban Glotak. <https://www.malangkab.go.id/mLg/default/detail-potensi?daerah=53> Diakses 3 Desember 2021.
- Permana, M., Sitorus, S. R. P., & Darmawan, D. 2021. Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Dan Prediksinya dengan Menggunakan Markov–Cellular Automata di Wilayah Peri Urban Kota Malang. *TATALOKA*. 23(3): 307-319.
- Pratiwi, I., & Setiorini, I. A. 2023. Penurunan Nilai pH, COD, TDS, TSS pada Air Sungai Menggunakan Limbah Kulit jagung melalui Adsorben. *Jurnal Redoks*. 8(1): 55-62.
- Purba, N. C., & Fitrihidajati, H. 2021. Kualitas Perairan Sungai Sadar Berdasarkan Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos dan Kadar Logam Berat (Pb) di Kabupaten Mojokerto. *LenteraBio*.10(3):292-301
- Putri, W. A. E., Purwiyanto, A. I. S., Agustriani, F., & Suteja, Y. 2019. Kondisi nitrat, nitrit, amonia, fosfat dan BOD di Muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 11(1): 65-74.
- Putri, W. A. E., Purwiyanto, A. I. S., Fauziyah, ., Agustriani, F., & Suteja, Y. 2019. Kondisi Nitrat, Nitrit, Amonia, Fosfat Dan Bod Di Muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*.11(1):65–74.
- Rahayu, Y., Juwana, I., & Marganingrum, D. 2018. Kajian perhitungan beban pencemaran air sungai di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cikapundung dari sektor domestik. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*. 2(1):62-71
- Rahman, R., Triarjunet, R., & Dewata, I. 2020. Analisis Indeks Pencemaran Air Sungai Ombilin Dilihat dari Kandungan Kimia Anorganik. *Jurnal Kependudukan dan Pembangunan Lingkungan*. 1(3): 52-58.
- 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.
- Revansyah, M. A., Wms, P., Mita Putriyani, N. P. A., Men, L., Setianto, L. S., Fitriawati, N. S., & Aprilia, A. 2023. Analisis TDS, pH, dan COD untuk Mengetahui Kualitas Air Warga Desa Cilayung. *Jurnal Material dan Energi Indonesia Disubmit*. 15, 08-2022.
- River Sub Water, West Kalimantan). *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. 9(2):090-100.
- Rufusova, A., Beracko, P., Bulánková, E., Derka, T., Kalaninová, D., Korte, T., & Stloukalová, V. 2017. *Benthic invertebrates and their habitats*. Comenius University in Bratislava. Bratislava.
- Sari, Y. S. 2019. Mengolah COD Pada Limbah Laboratorium. *Jurnal Komunitas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 1(2): 22-31.
- Shihab, M. Q. 2002. *Tafsir Al-Misbah*. Jakarta. Lentera Hati.
- Simanjuntak, S. L., Muskananfolo, M. R., & Taufani, W. T. 2018. Analisis tekstur sedimen dan bahan organik terhadap kelimpahan makrozoobenthos di Muara Sungai Jajar, Demak. *Management of Aquatic Resources Journal*. 7(4):423-430.
- Suharjono, S. 2021. Pengukuran Faktor-Faktor Fisika Kimia Sebagai Dasar Pengelolaan di Perairan Sungai Lilin Kabupaten Musi Banyuasin. *UNBARA Environmental Engineering Journal (UEEJ)*. 1(02):21-31.

- Suheriyanto, D., Qiptiyah, M., & Prahardika, B. A. 2017. Diversity of soil arthropods in the tea plantation of PTPN XII Bantaran Blitar. *El-Hayah: Jurnal Biologi*, 6(3), 96–103.
- 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.
- 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
- Tennessen, K. J. 2019. Dragonfly Larvae of North America: An Identification Guide. Springer Nature.
- Thorp, J. H., & Covich, A. P. (Eds.). (2010). *Field Guide to Freshwater Invertebrates of North America*. Academic Press
- 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)
- Tjokrokusumo, S. W. 2008. Pengaruh sedimentasi dan turbidity pada jejaring makanan ekosistem air mengalir (lotik). *Jurnal Hidrosfir Indonesia*. 3(3).
- Umam, K., & Wahyuningsih, E. 2022. Keanekaragaman gastropoda di Sungai Logawa Banyumas. *Jurnal Binomial*. 5(1): 81-94.
- Wahyuningsih, S., Novita, E., & Ningtias, R. 2019. Laju Deoksigenasi dan Laju Reaerasi Sungai Bedadung Segmen Desa Rowotamtu Kecamatan Rambipuji Kabupaten Jember. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*. 7(1):1-7.
- Wardana, W. A. 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Andi offset. Yogyakarta
- Wijaya, A. S., Nugrahani, M. P., & Putri, R. J. 2022. Struktur komunitas zooplankton di perairan sungai kawasan Pantai Cemara Banyuwangi. *Nusantara Hasana Journal*, 1(10): 101-111.
- Xu, S., Lucas, B., & Chou, T. 2020. Diversity in biology: definitions, quantification, and models. *Phys. Biol.* 17.
- Yonar, M., Luthfi, O. M., & Isdianto, A. 2021. Dinamika Total Suspended Solid (TSS) Di Sekitar Terumbu Karang Pantai Damas, Trenggalek. *Journal of Marine and Coastal Science*. 10(1): 48-57.
- Yule, C. M., & Yong, H. S. (2004). *Freshwater Invertebrates of the Malaysian Region*. Academy of Sciences Malaysia.
- Yusal, M. S., & Hasyim, A. 2022. Kajian kualitas air berdasarkan keanekaragaman meiofauna dan parameter fisika-kimia di Pesisir Losari, Makassar. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 20(1): 45-57.
- Zainuri, W., Ilyasa, M. H., & Prasetya, K. N. 2024. Identifikasi Makrozoobentos Di Sungai Ireng-Ireng Kawasan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru. *Journal of Biotropical Research and Nature Technology*, 2(2): 79-84.
- Zuliyanti, Anggela, R., & Cahyaningrum, W. (2022). Analisa Pemanfaatan Air Sungai Bagi Rumah Tangga di Bantaran Sungai Melawi Desa Sungai Ana Kabupaten Sintang. *Pendidikan Geografi Dan Pariwisata*. 2(1): 35-51.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1: HASIL UJI LAB AIR



LABORATORIUM LINGKUNGAN

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

Nomor : 34003 S/LL MLG/II/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Satusun 5
Sampling Location

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method

Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 14 - 28 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 | 5.2 | - | SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017 | |
| 2 | BOD | mg/L | 8.81 | - | SM APHA 23 rd Ed., 5210 B.2017 | |
| 3 | COD (Spektro) | mg/L | 23.97 | - | SNI 6989 2:2019 | |
| 4 | Zat Padat Tersuspensi (TSS) | mg/L | 15.5 | - | SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017 | |

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





LABORATORIUM LINGKUNGAN

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

Nomor : 34200 S/LL MLG/III/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Stasiun 5
Sampling Location

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method

Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 21 Februari - 07 Maret 2024
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 | 5.6 | - | SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017 | |
| 2 | BOD | mg/L | 8.15 | - | SM APHA 23 rd Ed., 5210 B.2017 | |
| 3 | COD (Spektro) | mg/L | 24.15 | - | SNI 6989 2:2019 | |
| 4 | Zat Padat Tersuspensi (TSS) | mg/L | 16.5 | - | SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017 | |

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





LABORATORIUM LINGKUNGAN

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

Nomor : 33835 S/LL MLG/II/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Satusin 5
Sampling Location
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 07 - 21 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 | 5.1 | - | SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017 | |
| 2 | BOD | mg/L | 10.54 | - | SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017 | |
| 3 | COD (Spektro) | mg/L | 19.27 | - | SNI 6989.2:2019 | |
| 4 | Zat Padat Tersuspensi (TSS) | mg/L | 26.6 | - | SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017 | |

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



LABORATORIUM LINGKUNGAN

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

Nomor : 34199 S/LL MLG/III/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Stasiun 4
Sampling Location
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 21 Februari - 07 Maret 2024
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 | 5.4 | - | SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017 | |
| 2 | BOD | mg/L | 7.98 | - | SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017 | |
| 3 | COD (Spektro) | mg/L | 23.47 | - | SNI 6989.2:2019 | |
| 4 | Zat Padat Tersuspensi (TSS) | mg/L | 17.5 | - | SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017 | |

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





LABORATORIUM LINGKUNGAN

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

Nomor : 34002 S/LL MLG/II/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Satusun 4
Sampling Location
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 14 - 28 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 | 5.4 | - | SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017 | |
| 2 | BOD | mg/L | 8.39 | - | SM APHA 23 rd Ed., 5210 B,2017 | |
| 3 | COD (Spektro) | mg/L | 22.36 | - | SNI 6989.2:2019 | |
| 4 | Zat Padat Tersuspensi (TSS) | mg/L | 9.32 | - | SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017 | |

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

:-



LABORATORIUM LINGKUNGAN

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

Nomor : 33834 S/LL MLG/II/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Satusun 4
Sampling Location
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 07 - 21 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 | 5.3 | - | SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017 | |
| 2 | BOD | mg/L | 10.02 | - | SM APHA 23 rd Ed., 5210 B,2017 | |
| 3 | COD (Spektro) | mg/L | 17.35 | - | SNI 6989.2:2019 | |
| 4 | Zat Padat Tersuspensi (TSS) | mg/L | 10.3 | - | SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017 | |

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

:-



LABORATORIUM LINGKUNGAN

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

Nomor : 34092 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 : 20 Februari - 06 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 | 5.9 | - | SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017 | |
| 2 | BOD | mg/L | 6.82 | - | SM APHA 23 rd Ed., 5210 B.2017 | |
| 3 | COD (Spektro) | mg/L | 22.32 | - | SNI 6989.2:2019 | |
| 4 | Zat Padat Tersuspensi (TSS) | mg/L | 8.68 | - | SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017 | |

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

-



LABORATORIUM LINGKUNGAN

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

Nomor : 33970 S/LL MLG/II/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Satusin 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 | 5.4 | - | SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017 | |
| 2 | BOD | mg/L | 7.01 | - | SM APHA 23 rd Ed., 5210 B.2017 | |
| 3 | COD (Spektro) | mg/L | 21.25 | - | SNI 6989.2:2019 | |
| 4 | Zat Padat Tersuspensi (TSS) | mg/L | 7.78 | - | SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017 | |

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

-





LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp.(0341)551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar - Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860

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



Nomor : 33798 S/LL MLG/II/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Satusin 3
Sampling Location
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 06 - 20 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 | 5.2 | - | SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017 | |
| 2 | BOD | mg/L | 6.39 | - | SM APHA 23 rd Ed., 5210 B.2017 | |
| 3 | COD (Spektro) | mg/L | 16.53 | - | SNI 6989 2:2019 | |
| 4 | Zat Padat Tersuspensi (TSS) | mg/L | 7.13 | - | SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017 | |

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

:-



LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp.(0341) 551971. Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar - Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860

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

Nomor : 34093 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 : 20 Februari - 06 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 | 8.1 | - | SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017 | |
| 2 | BOD | mg/L | 6.14 | - | SM APHA 23 rd Ed., 5210 B.2017 | |
| 3 | COD (Spektro) | mg/L | 13.40 | - | SNI 6989 2:2019 | |
| 4 | Zat Padat Tersuspensi (TSS) | mg/L | 7.88 | - | SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017 | |

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





LABORATORIUM LINGKUNGAN

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

Nomor : 33968 S/LL MLG/II/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Satusun 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 O ₂ /L | 5.2 | - | SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017 | |
| 2 | BOD | mg/L | 6.11 | - | SM APHA 23 rd Ed., 5210 B.2017 | |
| 3 | COD (Spektro) | mg/L | 19.52 | - | SNI 6989 2:2019 | |
| 4 | Zat Padat Tersuspensi (TSS) | mg/L | 6.53 | - | SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017 | |

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

:-



LABORATORIUM LINGKUNGAN

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

Nomor : 33799 S/LL MLG/II/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Satusun 2
Sampling Location
 Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
 Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
 Tanggal Analisa : 06 - 20 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 | 4.0 | - | SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017 | |
| 2 | BOD | mg/L | 7.39 | - | SM APHA 23 rd Ed., 5210 B.2017 | |
| 3 | COD (Spektro) | mg/L | 17.32 | - | SNI 6989 2:2019 | |
| 4 | Zat Padat Tersuspensi (TSS) | mg/L | 6.34 | - | SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017 | |

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

:-



LABORATORIUM LINGKUNGAN

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

Nomor : 34094 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 : 20 Februari - 06 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 | 6.2 | - | SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017 | |
| 2 | BOD | mg/L | 4.84 | - | SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017 | |
| 3 | COD (Spektro) | mg/L | 17.15 | - | SNI 6989.2:2019 | |
| 4 | Zat Padat Tersuspensi (TSS) | mg/L | 5.82 | - | SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017 | |

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

:-



LABORATORIUM LINGKUNGAN

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

Nomor : 33969 S/LL MLG/II/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Satusin 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 O ₂ /L | 5.6 | - | SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017 | |
| 2 | BOD | mg/L | 5.18 | - | SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017 | |
| 3 | COD (Spektro) | mg/L | 16.97 | - | SNI 6989.2:2019 | |
| 4 | Zat Padat Tersuspensi (TSS) | mg/L | 5.90 | - | SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017 | |

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

:-





LABORATORIUM LINGKUNGAN

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

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

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

E-mail : lablingkunganpjt1@gmail.com

Nomor : 33800 S/LL MLG/II/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Satusun 1
Sampling Location
 Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
 Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
 Tanggal Analisa : 06 - 20 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 | BOD | mg/L | 8.90 | - | SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017 | |
| 3 | COD (Spektro) | mg/L | 18.28 | - | SNI 6989.2:2019 | |
| 4 | Zat Padat Tersuspensi (TSS) | mg/L | 6.00 | - | SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017 | |

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



LAMPIRAN 2: PERHITUNGAN MENGGUNAKAN MICROSOFT EXEL

Stasiun 1

| Genus | Jumlah | Pi(bi?N) | Ln Pi | Pi.Ln Pi | Pi^2 |
|-----------------|--------|----------|---------|-------------|----------|
| Prosimulium | 21 | 0.2333 | -1.4553 | -0.3396 | 0.0544 |
| Oligoneuriopsis | 3 | 0.0556 | -2.8904 | -0.1606 | 0.0031 |
| Heptagenia | 5 | 0.0333 | -3.4012 | -0.1134 | 0.0011 |
| Glossiphonia | 5 | 0.0556 | -2.8904 | -0.1606 | 0.0031 |
| Potamopyrgus | 34 | 0.0556 | -2.8904 | -0.1606 | 0.0031 |
| Perlodes | 7 | 0.3778 | -0.9734 | -0.3677 | 0.1427 |
| Hydropsyche | 8 | 0.0778 | -2.5539 | -0.1986 | 0.0060 |
| Atherix | 5 | 0.0889 | -2.4204 | -0.2151 | 0.0079 |
| Caridina | 1 | 0.0111 | -4.4998 | -0.0500 | 0.0001 |
| Pelocoris | 1 | 0.0111 | -4.4773 | -0.0508 | 0.0001 |
| | 90 | | | H' = 1.8162 | D= 0.221 |

Stasiun 2

| Genus | Jumlah | Pi(bi?N) | Ln Pi | Pi.Ln Pi | Pi^2 |
|-----------------|--------|----------|---------|----------|---------|
| Prosimulium | 24 | 0.2264 | -1.4854 | -0.3363 | 0.0513 |
| Oligoneuriopsis | 2 | 0.0472 | -3.0540 | -0.1441 | 0.0022 |
| Glossiphonia | 2 | 0.0189 | -3.9703 | -0.0749 | 0.0004 |
| Potamopyrgus | 38 | 0.0189 | -3.9703 | -0.0749 | 0.0004 |
| Perlodes | 9 | 0.3585 | -1.0259 | -0.3678 | 0.1285 |
| Hydropsyche | 23 | 0.0849 | -2.4662 | -0.2094 | 0.0072 |
| Atherix | 5 | 0.2170 | -1.5279 | -0.3315 | 0.0471 |
| Orthetrum | 1 | 0.0094 | -4.6634 | -0.0440 | 0.0001 |
| Pelocoris | 2 | 0.0189 | -3.9703 | -0.0749 | 0.0004 |
| | 106 | | | H'=1.657 | D=0.237 |

Stasiun 3

| Genus | Jumlah | Pi(bi?N) | Ln Pi | Pi.Ln Pi | Pi^2 |
|-----------------|--------|----------|---------|-----------|----------|
| Prosimulium | 7 | 0.0921 | -2.3848 | -0.2197 | 0.0085 |
| Oligoneuriopsis | 4 | 0.0526 | -2.9444 | -0.1550 | 0.0028 |
| Glossiphonia | 5 | 0.0658 | -2.7213 | -0.1790 | 0.0043 |
| Potamopyrgus | 49 | 0.6447 | -0.4389 | -0.2830 | 0.4157 |
| Perlodes | 1 | 0.0132 | -4.3307 | -0.0570 | 0.0002 |
| Hydropsyche | 10 | 0.1316 | -2.0281 | -0.2669 | 0.0173 |
| | 76 | | | H'=1.1605 | D=0.4488 |

Stasiun 4

| Genus | Jumlah | Pi(bi?N) | Ln Pi | Pi.Ln Pi | Pi^2 |
|--------------|--------|----------|---------|-------------|-----------|
| Potamopyrgus | 42 | 0.7500 | -0.2877 | -0.2158 | 0.5625 |
| Perlodes | 3 | 0.0536 | -2.9267 | -0.1568 | 0.0029 |
| Hydropsyche | 10 | 0.1786 | -1.7228 | -0.3076 | 0.0319 |
| Orthetrum | 1 | 0.0179 | -4.0254 | -0.0719 | 0.0003 |
| | 56 | | | | D=0.59757 |
| | | | | H'=0.752069 | |

Stasiun 5

| Genus | Jumlah | Pi(bi?N) | Ln Pi | Pi.Ln Pi | Pi^2 |
|--------------|--------|----------|---------|------------|------------|
| Potamopyrgus | 45 | 0.849057 | 0.16363 | -0.13893 | 0.720897 |
| Perlodes | 4 | 0.075472 | -2.584 | -0.19502 | 0.005696 |
| Hydropsyche | 4 | 0.075472 | -2.584 | -0.19502 | 0.005696 |
| | 53 | | | | D=0.732289 |
| | | | | H=0.528968 | |

LAMPIRAN 3: ANALISIS KORELASI MENGGUNAKAN APLIKASI PAST

| | Suhu (oC) | pH | TSS (mg/L) | TDS (mg/L) | DO (mg O2/L) | BOD (mg / L) | COD (mg/L) | KecepatanAr: | Prosimulium | Oligoneuriop: | Heptagenia | Glossiphonia | Potamopyrg |
|---------------|-----------|-----------|------------|------------|--------------|--------------|------------|--------------|-------------|---------------|------------|--------------|------------|
| Suhu (oC) | 0.32449 | 0.32449 | 0.63847 | 0.99354 | 0.30876 | 0.48758 | 0.76557 | -0.73531 | -0.71545 | -0.085213 | -0.56453 | -0.16321 | 0.91787 |
| pH | 0.32449 | 0.55722 | 0.2529 | -0.78908 | 0.60645 | 0.70061 | -0.49788 | -0.38616 | -0.67535 | -0.87878 | -0.83507 | 0.38274 | |
| TSS (mg/L) | 0.63847 | 0.55722 | 0.61993 | -0.79979 | 0.93768 | 0.90626 | -0.15643 | -0.79613 | -0.78307 | -0.42801 | -0.75741 | 0.44791 | |
| TDS (mg/L) | 0.99354 | 0.2529 | 0.61993 | -0.79979 | 0.93768 | 0.90626 | -0.15643 | -0.79613 | -0.78307 | -0.42801 | -0.75741 | 0.44791 | |
| DO (mg O2/L) | 0.30876 | -0.78908 | -0.079979 | 0.38618 | | -0.19499 | -0.15178 | 0.10336 | -0.16456 | 0.52705 | 0.52705 | 0.65734 | 0.20123 |
| BOD (mg / L) | 0.48758 | 0.60645 | 0.93768 | 0.48772 | -0.19499 | | 0.9109 | -0.052769 | -0.86505 | -0.88709 | -0.48769 | -0.86294 | 0.40836 |
| COD (mg/L) | 0.76557 | 0.70061 | 0.90626 | 0.75262 | -0.15178 | 0.9109 | | -0.4549 | -0.90313 | -0.68394 | -0.72894 | -0.74178 | 0.72549 |
| KecepatanAr: | -0.73531 | -0.49788 | -0.15643 | -0.69175 | 0.10336 | -0.052769 | -0.4549 | | 0.27172 | -0.19612 | 0.78446 | 0.017471 | -0.83114 |
| Prosimulium | -0.71545 | -0.38616 | -0.79613 | -0.75217 | -0.16456 | -0.86505 | -0.90313 | 0.27172 | | 0.55372 | 0.51713 | 0.54936 | -0.72542 |
| Oligoneuriop: | -0.085213 | -0.67535 | -0.87878 | -0.83507 | -0.88709 | -0.88709 | -0.68394 | -0.19612 | 0.55372 | | 0.375 | 0.57907 | -0.009545 |
| Heptagenia | -0.56453 | -0.87878 | -0.42801 | -0.51972 | 0.52705 | -0.48769 | -0.72894 | 0.78446 | 0.51713 | 0.375 | | 0.57907 | -0.72542 |
| Glossiphonia | -0.16321 | -0.83507 | -0.75741 | -0.12448 | 0.65734 | -0.86294 | -0.74178 | 0.017471 | 0.54936 | 0.96882 | 0.57907 | | -0.13946 |
| Potamopyrgu | 0.91787 | 0.38274 | 0.44791 | 0.92514 | 0.20123 | 0.40836 | 0.72549 | -0.83114 | -0.72345 | -0.009545 | -0.72542 | -0.13946 | |
| Perلودes | -0.14501 | -0.013673 | -0.37595 | -0.81007 | -0.51661 | -0.42622 | -0.59967 | 0.43939 | 0.8225 | -0.0087518 | 0.38508 | 0.012475 | -0.84739 |
| Hydropsyche | 0.0024267 | 0.17226 | -0.40607 | 0.033745 | -0.17549 | -0.17565 | 0.0037062 | -0.42618 | -0.1108 | 0.2563 | -0.49946 | 0.10304 | 0.39745 |
| Atherix | -0.81317 | -0.37205 | -0.67511 | -0.8487 | -0.21517 | -0.72774 | -0.86888 | 0.48038 | 0.96397 | 0.35722 | 0.61237 | 0.40007 | -0.87287 |
| Caridina | -0.56453 | -0.87878 | -0.42801 | -0.51972 | 0.52705 | -0.48769 | -0.72894 | 0.78446 | 0.51713 | 0.375 | 1 | 0.57907 | -0.72542 |
| Orthetrum | -0.50877 | 0.55807 | -0.16679 | -0.53565 | -0.86066 | 0.096116 | -0.0055109 | 0.080064 | 0.12747 | -0.40825 | -0.40825 | -0.50918 | -0.24939 |
| Pelocoris | -0.71365 | -0.016274 | -0.61284 | -0.77958 | -0.52705 | -0.64745 | -0.69969 | 0.19612 | 0.92205 | 0.25 | 0.25 | 0.20045 | -0.70633 |

LAMPIRAN 4: PENGAMBILAN DATA

| | |
|--|---|
|  <p style="text-align: center;">Pengambilan sampel makrozobentos</p> |  <p style="text-align: center;">Pengambilan sampel makrozobentos</p> |
|  <p style="text-align: center;">Mengukur faktor kimia air</p> |  <p style="text-align: center;">Mengukur kecepatan air</p> |



Pengambilan sampel air

LAMPIRAN 5: UJI T DIVERSITY

| Diversity t tests | | | | Diversity t tests | | | |
|----------------------|-----------|------------------|-----------|----------------------|-----------|------------------|-----------|
| Shannon index | | | | Shannon index | | | |
| stasiun 4 | | stasiun 5 | | stasiun 3 | | stasiun 4 | |
| H' | 0.75207 | H' | 0.52897 | H' | 1.1605 | H' | 0.75207 |
| Variance: | 0.014312 | Variance: | 0.014522 | Variance: | 0.014023 | Variance: | 0.014312 |
| t | 1.3139 | t | 2.4263 | t | 128.56 | t | 0.016641 |
| df: | 108.87 | df: | 120.33 | df: | 120.33 | df: | 120.33 |
| p(same): | 0.19165 | p(same): | 0.11603 | p(same): | 0.11603 | p(same): | 0.11603 |
| Simpson index | | | | Simpson index | | | |
| D | 0.59758 | D | 0.73229 | D | 0.44875 | D | 0.59758 |
| Variance: | 0.0051095 | Variance: | 0.0058192 | Variance: | 0.0037281 | Variance: | 0.0051095 |
| t | -1.2886 | t | -1.5831 | t | -1.5831 | t | -1.5831 |
| df: | 108.08 | df: | 120.33 | df: | 120.33 | df: | 120.33 |
| p(same): | 0.20028 | p(same): | 0.11603 | p(same): | 0.11603 | p(same): | 0.11603 |

| Diversity t tests | | | | Diversity t tests | | | |
|----------------------|------------|------------------|-----------|----------------------|------------|------------------|------------|
| Shannon index | | | | Shannon index | | | |
| Stasiun 2 | | stasiun 3 | | Stasiun 1 | | Stasiun 2 | |
| H' | 1.6578 | H' | 1.1605 | H' | 1.8162 | H' | 1.6578 |
| Variance: | 0.0068552 | Variance: | 0.014023 | Variance: | 0.0095507 | Variance: | 0.0068552 |
| t | 3.4417 | t | 1.2367 | t | 184.75 | t | 0.21776 |
| df: | 143.83 | df: | 120.33 | df: | 120.33 | df: | 120.33 |
| p(same): | 0.00075705 | p(same): | 0.11603 | p(same): | 0.11603 | p(same): | 0.11603 |
| Simpson index | | | | Simpson index | | | |
| D | 0.23745 | D | 0.44875 | D | 0.22173 | D | 0.23745 |
| Variance: | 0.00049037 | Variance: | 0.0037281 | Variance: | 0.00088605 | Variance: | 0.00049037 |
| t | -3.2533 | t | -0.42379 | t | -0.42379 | t | -0.42379 |
| df: | 96.115 | df: | 172.36 | df: | 172.36 | df: | 172.36 |
| p(same): | 0.0015746 | p(same): | 0.67225 | p(same): | 0.67225 | p(same): | 0.67225 |



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG**

Jalan Gajayana Nomor 50, Telepon (0341)551354, Fax (0341) 572533
Website: <http://www.uin-malang.ac.id> Email: info@uin-malang.ac.id

JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 210602110080
 Nama : AFIEQ ABDILLAH
 Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
 Jurusan : BIOLOGI
 Dosen Pembimbing 1 : Dr. DWI SUHERIYANTO,S.Si, M.P
 Dosen Pembimbing 2 : OKY BAGAS PRASETYO,M.Pdi
 Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI DEM KECAMATAN WAGIR KABUPATEN MALANG

IDENTITAS BIMBINGAN

| No | Tanggal Bimbingan | Nama Pembimbing | Deskripsi Proses Bimbingan | Tahun Akademik | Status |
|----|-------------------|--------------------------------|--------------------------------------|------------------|-----------------|
| 1 | 30 September 2024 | Dr. DWI SUHERIYANTO,S.Si, M.P | Konsultasi Tema Penelitian | Ganjil 2024/2025 | Sudah Dikoreksi |
| 2 | 03 Oktober 2024 | Dr. DWI SUHERIYANTO,S.Si, M.P. | Penentuan Lokasi Penelitian | Ganjil 2024/2025 | Sudah Dikoreksi |
| 3 | 11 Oktober 2024 | Dr. DWI SUHERIYANTO,S.Si, M.P. | Teknis Penulisan Skripsi | Ganjil 2024/2025 | Sudah Dikoreksi |
| 4 | 30 Oktober 2024 | Dr. DWI SUHERIYANTO,S.Si, M.P. | Revisi Proposal Skripsi | Ganjil 2024/2025 | Sudah Dikoreksi |
| 5 | 07 November 2024 | OKY BAGAS PRASETYO,M.Pdi | Bimbingan Integrasi Ayat Al-Qur'an | Ganjil 2024/2025 | Sudah Dikoreksi |
| 6 | 13 November 2024 | Dr. DWI SUHERIYANTO,S.Si, M.P. | ACC Proposal Skripsi | Ganjil 2024/2025 | Sudah Dikoreksi |
| 7 | 14 November 2024 | OKY BAGAS PRASETYO,M.Pdi | ACC Integrasi | Ganjil 2024/2025 | Sudah Dikoreksi |
| 8 | 10 Maret 2025 | Dr. DWI SUHERIYANTO,S.Si, M.P. | Bimbingan BAB 4 | Genap 2024/2025 | Sudah Dikoreksi |
| 9 | 17 Maret 2025 | Dr. DWI SUHERIYANTO,S.Si, M.P. | Revisi foto pengamatan dan literatur | Genap 2024/2025 | Sudah Dikoreksi |
| 10 | 28 April 2025 | Dr. DWI SUHERIYANTO,S.Si, M.P. | Bimbingan final skripsi | Genap 2024/2025 | Sudah Dikoreksi |
| 11 | 06 Mei 2025 | OKY BAGAS PRASETYO,M.Pdi | Bimbingan integrasi BAB 4 | Genap 2024/2025 | Sudah Dikoreksi |
| 12 | 07 Mei 2025 | OKY BAGAS PRASETYO,M.Pdi | Bimbingan dan Acc integrasi BAB 4 | Genap 2024/2025 | Sudah Dikoreksi |

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2

OKY BAGAS PRASETYO,M.Pdi



Malang, _____

Dosen Pembimbing 1

Dr. DWI SUHERIYANTO,S.Si, 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 : Afieq Abdillah
 NIM : 210602110080
 Judul : KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI WADUNG
 KECAMATAN WAGIR 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 | 300 | |
| 4 | Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc | | |
| 5 | Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD.Med.Sc | | |



Mengetahui,
 Ketua Program Studi Biologi

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