

**KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI COBAN RONDO DESA
PANDESARI KECAMATAN PUJON KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

**Oleh:
MUHAMMAD TEGAR BAHRUL ALAM
NIM. 210602110138**



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

**KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI COBAN RONDO DESA
PANDESARI KECAMATAN PUJON KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

**Oleh:
MUHAMMAD TEGAR BAHRUL ALAM
NIM. 210602110138**

**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 COBAN RONDO DESA
PANDESARI KECAMATAN PUJON KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

Oleh:
Muhammad Tegar Bahrul Alam
NIM. 210602110138

telah diperiksa dan disetujui untuk diuji

Pada tanggal 16, Juni 2025.

Pembimbing I

Pembimbing II



Fitria Nungky Harjanti, M.Sc
NIP. 19870528 202203 2 002



Didik Wahyudi, M.Si
NIP. 19860102 201801 1 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi UIN

Maulana Malik Ibrahim Malang



Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P

NIP. 19741018 200312 2 002

**KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI COBAN RONDO DESA
PANDESARI KECAMATAN PUJON KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

Oleh: Muhammad Tegar Bahrul Alam

NIM. 210602110138

telah dipertahankan

**di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai salah satu
persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.)**

Tanggal: 16, Juni, 2025

Ketua Penguji : Prof. Dr.drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si (.....)

NIP. 19860102 201801 1 001

Anggota Penguji 1 : Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si

NIP. 19870522 202321 1 016

Anggota Penguji 2 : Fitriah Nungky Harjanti, M.Sc

NIP. 19790123 202321 2 008

Anggota Penguji 3 : Didik Wahyudi, M.Si

NIP. 19860102 201801 1 001



Mengesahkan,

Ketua Program Studi Biologi

Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P.

NIP. 19741018 200312 2 002

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur, skripsi ini penulis persembahkan untuk semua orang yang telah mendukung serta membantu dalam penyusunan skripsi, khususnya:

1. Orang tua tercinta Bapak Imam Djunaidi dan Ibu Sri Gatningsih serta kakak Mbak Cicih dan Mas Bahar, yang senantiasa memberikan semangat dan mendoakan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
2. Keluarga besar yang selalu memberikan dukungan dan motivasi sehingga bersemangat dalam melakukan penelitian.
3. Ibu Fitria Nungky Harjanti, M.Sc, selaku dosen pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu, tenaga serta ilmu untuk memberikan bimbingan kepada penulis dengan penuh rasa sabar sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
4. Bapak Didik Wahyudi M,Si selaku dosen pembimbing agama yang senantiasa memberikan bimbingan terkait integrasi sains dan Islam.
5. Ibu Azizatur Rahma M,Si selaku dosen wali yang senantiasa memberikan arahan dari awal hingga selesai masa perkuliahan.
6. Teman teman Mutung Alfina, Ais, Syafiq, yang telah memberikan semangat selama perkuliahan dan dalam penelitian maupun penulisan naskah.
7. Teman-teman satu ekologi yang telah membantu peneliti dalam penelitian ini : Aris, Fatan, Afieq, Sholah, Wira, Rani, Vanes
8. Teman-teman Kelas Biologi C “Bictwetion” yang memberikan semangat serta kegembiraan selama perkuliahan
9. serta satu angkatan Biologi “Newcleus” 2021, yang telah memberikan kenangan dan pengalaman berharga bagi penulis selama berkuliah.
10. Serta semua pihak dan orang-orang baik yang tidak dapat disebutkan satu persatu telah membantu terealisasinya skripsi ini.

Malang, 16 Juni 2025

Muhammad Tegar Bahrul Alam

MOTTO

“ Let It Rip “

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

Maka, sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan.

KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Tegar Bahrul Alam
NIM : 210602110138
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Keanekaragaman makrozoobentos Di Coban
Rondo Desa Pandesari Kecamatan Pujon
Kabupaten Malang

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

Malang, 16 Juni 2025
Yang membuat pernyataan



Muhammad Tegar Bahrul Alam
NIM. 210602110138

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

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

Keanekaragaman Makrozoobentos Di Coban Rondo Desa Pandesari Kecamatan Pujon Kabupaten Malang

Muhammad Tegar Bahrul Alam, Fitria Nungky Harjanti, Didik Wahyudi

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

ABSTRAK

Makrozoobentos adalah organisme akuatik yang hidup menetap di dasar perairan, menempel pada substrat seperti batu, membuat liang dalam sedimen, dan berfungsi sebagai bioindikator kualitas perairan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui keanekaragaman makrozoobentos serta hubungan antara parameter fisika-kimia dengan makrozoobentos di Sungai Coban Rondo Desa Pandesari Kecamatan Pujon Kabupaten Malang. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan metode eksplorasi. Teknik pengambilan sampel menggunakan purposive sampling. Analisis data yang digunakan meliputi Indeks Keanekaragaman, Indeks Dominansi, Indeks Kemerataan, Indeks Kekayaan Jenis, dan Analisis Korelasi menggunakan PAST 4.17. Hasil penelitian ditemukan 15 Spesies makrozoobentos. Nilai keanekaragaman tertinggi pada Stasiun I (1,895) dan terendah di Stasiun III (1,346). Indeks dominansi tertinggi terdapat di Stasiun III (0,2692), menandakan dominansi genus tertentu. Indeks Margalef juga menurun dari 2,41 di Stasiun I menjadi 1,17 di Stasiun III. Sebaliknya, nilai *Evenness* tertinggi tercatat di Stasiun III (0,9608). Parameter fisika-kimia seperti suhu, pH, TDS, dan TSS masih dalam baku mutu kelas I–II. DO berkisar 5,5–5,7 mg/L, sedangkan BOD dan COD tertinggi berada di Stasiun III, yang dekat dengan aktivitas pemukiman dan pertanian. Hasil analisis korelasi antara parameter fisika-kimia air dan keberadaan makrozoobentos menunjukkan korelasi positif kuat, seperti antara suhu dan *Calicnemia eximia* (0,69) serta pH dan *Chironomus columbiensis* (0,66), menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai parameter, semakin tinggi pula keanekaragaman spesies tersebut. Korelasi positif lemah seperti antara TDS dan *Baetis fucatus* (0,29) menunjukkan hubungan yang searah tetapi tidak terlalu kuat. Korelasi negatif sedang, misalnya antara kecepatan arus dan *Hydropsyche angustipennis* (0,47) serta antara BOD dan *Dugesia japonica* (-0,57), menunjukkan bahwa peningkatan parameter menyebabkan penurunan jumlah, walaupun hubungan ini tidak terlalu kuat. Sementara itu, korelasi negatif kuat, seperti antara COD dan *Tipula pruinosa* (-0,69), menunjukkan hubungan yang erat di mana peningkatan COD berdampak besar terhadap penurunan jumlah *Tipula pruinosa*.

Kata Kunci : Coban Rondo, keanekaragaman, korelasi, makrozoobentos

Diversity of Macrozoobenthos in Coban Rondo, Pandesari Village, Pujon District, Malang Regency

Muhammad Tegar Bahrul Alam, Fitria Nungky Harjanti, Didik Wahyudi

Biology Study Program, Faculty of Science and Technology, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRACT

Macrozoobenthos are aquatic organisms that live permanently at the bottom of water bodies, attaching to substrates such as rocks, burrowing into sediments, and serving as bioindicators of water quality. This study aimed to determine the diversity of macrozoobenthos and their relationship with physico-chemical parameters in the Coban Rondo River, Pandesari Village, Pujon District, Malang Regency. It was a quantitative descriptive study using an exploratory method with purposive sampling. Data analysis included the Diversity Index, Dominance Index, Evenness Index, Species Richness Index, and correlation analysis using PAST 4.17. A total of 15 macrozoobenthos species were found, with the highest diversity at Station I (1.895) and the lowest at Station III (1.346). The Dominance Index was highest at Station III (0.2692), indicating dominance by certain genera. Margalef's index declined from 2.41 at Station I to 1.17 at Station III, while the highest evenness (0.9608) was also recorded at Station III. Parameters such as temperature, pH, TDS, and TSS were within Class I–II quality standards. DO ranged from 5.5–5.7 mg/L, with the highest BOD and COD observed at Station III, near settlements and agriculture. Correlation analysis showed strong positive correlations between temperature and *Calicnemia eximia* (0.69), and pH and *Chironomus columbiensis* (0.66), indicating that higher values increased species presence. Weak positive correlation between TDS and *Baetis fucatus* (0.29) indicated a limited influence. Moderate negative correlations, such as between water current and *Hydropsyche angustipennis* (-0.47), and BOD and *Dugesia japonica* (-0.57), showed slight reduction in abundance with increasing parameters. A strong negative correlation was observed between COD and *Tipula pruinosa* (-0.69), indicating that higher COD significantly reduced this species' presence.

Keywords: Coban Rondo, diversity, correlation, macrozoobenthos

تنوع الماكروزيونتوس في كوبان روندو، قرية بانديزاري، منطقة بوجون، محافظة مالانج
محمد تيجار بحر العلم، فطرية نونكي حرجاني، ديديك وهيودي
ببرنامج دراسة علم الأحياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج

الملخص

الماكروزيونتوس هي كائنات مائية تعيش بشكل دائم في قاع المسطحات المائية، وتلتصق بالركائز مثل الصخور، وتخفر في الرواسب، وتستخدم كمؤشرات حيوية لجودة المياه. يهدف هذا البحث إلى معرفة تنوع الماكروزيونتوس وعلاقته بالمعايير الفيزيائية والكيميائية في نهر كوبان راندو، قرية بانديزاري، منطقة بوجون، محافظة مالانج. هذا البحث هو دراسة وصفية كمية باستخدام طريقة استكشافية وتقنية أخذ عينات هادفة. شملت PAST 4.17 تحليلات البيانات: مؤشر التنوع، مؤشر الهيمنة، مؤشر التوزيع المتساوي، مؤشر غنى الأنواع، وتحليل الارتباط باستخدام برنامج. تم العثور على 15 نوعاً من الماكروزيونتوس، حيث سجلت المحطة الأولى أعلى قيمة للتنوع (1.895)، والأدنى في المحطة الثالثة (1.346). وسجل أعلى مؤشر هيمنة في المحطة الثالثة (0.2692) (مما يشير إلى هيمنة أجناس معينة، بينما انخفض مؤشر مارجاليف من 2.41 في المحطة الأولى إلى 1.17 في المحطة الثالثة، مع تسجيل أعلى قيمة للتوزيع المتساوي (0.9608) في المحطة الثالثة. كانت درجة الحرارة، الرقم الهيدروجيني بين 5.5 و 5.7 ملغم/لتر، بينما كانت (DO) ضمن معايير الجودة من الفئة الأولى والثانية. تراوحت قيم الأوكسجين الذائب TSS و TDS في المحطة الثالثة بالقرب من المناطق السكنية والزراعية. أظهر تحليل الارتباط وجود ارتباطات إيجابية قوية بين درجة COD و BOD أعلى قيم مما يدل على أن، (*Chironomus columbiensis* (0.66) وبين الرقم الهيدروجيني و (*Calicnemia eximia* (0.69) الحرارة و ارتباطاً إيجابياً ضعيفاً (0.29)، مما يدل على تأثير محدود *Baetis fucatus* و TDS زيادة هذه القيم تزيد من تنوع الأنواع. بينما أظهر *Dugesia* مع BOD و (*Hydropsyche angustipennis* (-0.47) أظهرت الارتباطات السلبية المتوسطة مثل سرعة التيار مع *Tipula pruinosa* و COD انخفاضاً طفيفاً في العدد مع زيادة هذه المعايير. وسُجل ارتباط سلبي قوي بين (*japonica* (-0.57) COD يؤدي إلى انخفاض كبير في أعداد هذا النوع COD مما يدل على أن زيادة، (-0.69).

الكلمات المفتاحية: كوبان روندو، التنوع، الارتباط، الماكروزيونتوس

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum 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 Coban Rondo Desa Pandesari Kecamatan Pujon 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, MA selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains & Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.Si selaku Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Fitria Nungky Harjanti, M.Sc dan Didik Wahyudi, M.Si 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. Azizatur Rahma, M.Sc selaku Dosen wali yang telah membimbing dan memberikan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
6. Seluruh dosen dan laboran di Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang setia menemani penulis dalam melakukan penelitian di laboratorium tersebut.
7. Ayah dan Ibu saya serta keluarga tercinta yang telah memberikan do’a, dukungan serta motivasi kepada penulis.
8. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Biologi UIN Malang. Semoga amal baik yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan balasan dari Allah SWT.

Wassalamualaikum wr.wb.

Malang, 16 Juni 2025

penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
MOTTO	vi
KEASLIAN TULISAN	vii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
المخلص.....	xi
KATA PENGANTAR.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan.....	7
1.4 Manfaat.....	7
1.5 Batasan Masalah.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Makrozoobentos	9
2.1.1 Kasifikasi Makrozobentos	11
2.2 Parameter Fisika-Kimia Sungai.....	20
2.2.1 Parameter Fisika	20
2.2.2 Parameter Kimia	22
2.3 Pencemaran Perairan	24
2.4 Baku Mutu Air Sungai.....	25
2.5 Keanekaragaman	27

2.6 Coban Rondo	27
BAB III METODE PENELITIAN	28
3.1 Jenis Penelitian	28
3.2 Waktu dan Tempat	28
3.3 Alat dan Bahan	28
3.4 Prosedur Penelitian	29
3.4.1 Studi Pendahuluan	29
3.4.2 Pengambilan Sampel Makrozoobentos dan Sampel air	30
3.4.3 Identifikasi Sampel Makrozoobentos	32
3.4.4 Pengukuran Parameter fisika-kimia	32
3.5 Analisis Data	32
3.5.1 Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener	32
3.5.2 Indeks Dominansi Simpson	33
3.5.3 Indeks Kemerataan Evenness	34
3.5.4 Indeks Kekayaan Jenis Margalef	34
3.5.5 Analisis Korelasi	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Spesies Makrozoobentos di Coban Rondo	36
4.2 Analisis indeks Komunitas	46
4.3 Parameter Fisika-Kimia	51
4.4 Korelasi parameter Fisika-Kimia dengan makrozoobentos	59
BAB V PENUTUP	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	76

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Makrozoobentos berdasarkan beban cemaran	12
2.2 Makrozoobentos berdasarkan tempat hidupnya.....	12
2.3 Makrozoobentos berdasarkan ukuranya.....	13
2.4 Makrozoobentos berdasarkan ukuranya.....	13
2.5 Baku mutu air sungai berdasarkan PP RI Nomor 22 Tahun 2021.....	22
3.1 Deskripsi Kondisi Stasiun	29
3.2 Data Makrozoobentos Coban Rondo	32
3.3 Nilai koefisien korelasi	35
4.1 Jumlah Spesies makrozoobentos.....	39
4.2 Identifikasi Spesies makrozoobentos	39
4.3 Nilai indeks keanekaragaman	47
4.4 Parameter Fisika-Kimia Sungai Coban Rondo	52
4.5 Korelasi Parameter Fisika-Kimia Sungai Coban Rondo.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Kelompok Utama Makrozoobentos	11
2.2 Morfologi Oligochaeta	15
2.3 Morfologi Hirunidea	15
2.4 Morfologi Ephemeroptera	15
2.5 Morfologi Plecoptera	15
2.6 Morfologi Tricoptera	16
2.7 Morfologi Odonata	17
2.8 Morfologi Cleoptera	17
2.9 Morfologi Crustacea	17
2.10 Morfologi Gastropoda	17
3.1 Peta Stasiun	30
3.2 Foto Lokasi	30
3.3 Desain Penelitian	31
4.1 <i>Tipula pruinosa</i>	39
4.2 <i>Tabanus aratrus</i>	39
4.3 <i>Hexatoma pianigra</i>	39
4.4 <i>Chironomus columbienensis</i>	40
4.5 <i>Hydropsyche angustipennis</i>	40
4.6 <i>Simulium eximium</i>	40
4.7 <i>Glossosoma boltani</i>	41
4.8 <i>Baetis fucatus</i>	41
4.9 <i>Neoperla midoroensis</i>	42
4.10 <i>Caenis vanutensis</i>	42
4.11 <i>Trithemis aurora</i>	42
4.12 <i>Calicnemia eximia</i>	43
4.13 <i>Dugesia japonica</i>	43
4.14 <i>Stelmis aritai</i>	43
4.15 <i>Potamonautes karoensis</i>	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Alat dan bahan.....	76
2 Dokumentasi pengambilan sampel	77
3 Perhitungan indeks keanekaragaman menggunakan past 4.17	78
4 Uji Signifikan Kruskal Wallis	81
5 Hasil Uji Lab Air Sungai Coban Rondo	86

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai merupakan ekosistem lotik yang sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan, di mana perubahan ini sering tercermin dari perubahan komposisi komunitas biologis di dalamnya (Rylei & Seekel, 2021). Sebagai perairan lotik, sungai memiliki arus yang mengalir dari hulu biasanya di daerah pegunungan atau sumber mata air menuju hilir di dataran rendah hingga ke laut (Latuconsina, 2019). Dalam ekosistem ini, terdapat berbagai macam biota, salah satunya adalah makrozoobentos.

Makrozoobentos merupakan organisme akuatik yang hidup di permukaan atau dalam sedimen perairan. Kelompok ini terdiri dari berbagai filum, termasuk Annelida (cacing), Mollusca, dan Arthropoda (serangga air). Salah satu contohnya adalah *Hydropsyche angustipennis* dari famili Hydropsychidae, yang memiliki cakar pada ujung anal untuk menempel pada substrat bebatuan (Prommi, 2016). Contoh lainnya adalah *Chironomus columbiensis*, yang memiliki warna tubuh kemerahan akibat kandungan hemoglobin, sehingga memungkinkan spesies ini bertahan di sedimen berlumpur dengan kadar oksigen rendah (Montano *et al.*, 2022).

Makrozoobentos umumnya cenderung menetap pada jenis substrat tertentu, sehingga berperan sebagai indikator yang sensitif terhadap gangguan lingkungan, seperti perubahan kualitas air dan sedimen (Sofiyani *et al.*, 2021). Meningkatnya aktivitas manusia di sekitar sungai dapat menyebabkan penurunan kualitas air, yang pada akhirnya menyebabkan pencemaran (Rahman *et al.*, 2020). Kerusakan

ekosistem perairan sering kali disebabkan oleh berbagai aktivitas manusia, seperti pembuangan limbah dari sektor industri, pertanian, peternakan, maupun pemukiman. Limbah yang dibuang langsung ke perairan seperti sungai, danau, atau waduk secara langsung dapat memengaruhi parameter lingkungan perairan yang berujung pada penurunan kualitas air (Bashir *et al.*, 2020). Allah SWT telah mengingatkan manusia mengenai berbagai bentuk kerusakan yang timbul di muka bumi akibat perbuatan mereka sendiri, sebagaimana disampaikan dalam firman-Nya pada Q.S. Ar-Rum [30]: 41 :

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

Artinya: “Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan perbuatan tangan manusia. (Melalui hal itu) Allah membuat mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka agar mereka kembali (ke jalan yang benar).” (Q.S. Ar-Rum [30]:41).

Ayat tersebut menegaskan bahwa kerusakan yang terjadi di laut maupun di daratan merupakan akibat dari perbuatan manusia itu sendiri. Dalam tafsir Kemenag (2019), kata “الْفُسَادُ” merujuk pada segala bentuk pelanggaran terhadap sistem atau hukum yang telah ditetapkan oleh Allah SWT. Kata “الْفُسَادُ” diterjemahkan sebagai “perusakan,” yang mencakup segala tindakan yang bertentangan dengan ketentuan-Nya, baik dalam aspek moral, etika, maupun aturan-aturan alam dan kehidupan, yang mengakibatkan kerusakan di bumi dan pada diri manusia secara fisik, spiritual, serta sosial. Dalam tafsir Al-Misbah (Shihab, 2002), dijelaskan kerusakan yang disebutkan dalam ayat tersebut merujuk pada kerusakan lingkungan, karena dikaitkan dengan penggunaan kata daratan “الْبَرِّ” dan lautan “الْبَحْرِ”. Al fasad juga diartikan perbuatan manusia yang merusak

lingkungan seperti memasukan polutan seperti limbah sampah maupun limbah industri ke dalam perairan sehingga menurunkan kualitas perairan tersebut seperti menurunnya kadar oksigen dan peningkatan nutrien pada air (Lajnah, 2009).

Pencemaran terjadi apabila terdapat suatu zat atau bahan di lingkungan yang menimbulkan perubahan yang merugikan, baik secara fisika, kimia, maupun biologi (Mulya dkk., 2022). Berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) No. 82 Tahun 2001, pencemaran air diartikan sebagai masuknya makhluk hidup, zat, energi, atau unsur lainnya ke dalam air akibat aktivitas manusia, yang menyebabkan penurunan kualitas air hingga tingkat tertentu sehingga air tidak dapat lagi berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Ketika ekosistem perairan tercemar, kualitas airnya akan menurun, sehingga tidak hanya mengganggu keseimbangan ekosistem tetapi juga memberikan dampak negatif pada organisme yang hidup di dalamnya (Wijana dkk., 2019; Dayana dkk., 2022). Pencemaran perairan tidak hanya merusak lingkungan dan menurunkan kualitas air, tetapi juga berpotensi berdampak buruk bagi masyarakat sekitar yang bergantung pada sumber air dan aliran sungai untuk kebutuhan sehari-hari mereka (Prahardika dkk., 2020).

Makrozoobentos adalah kelompok organisme yang hidup di dasar sungai dan memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem perairan. Bai'un dkk. (2021), menjelaskan bahwa makrozoobentos memiliki habitat yang relatif tetap, ukuran tubuh yang cukup besar sehingga mudah diidentifikasi, kemampuan bergerak yang terbatas, serta hidup di dasar perairan. Karena karakteristik tersebut, tingkat keanekaragaman dan kelimpahan makrozoobentos dapat dimanfaatkan sebagai bioindikator untuk menilai kualitas air dan substrat hidupnya. Selain faktor

fisik dan kimia, kondisi ekosistem perairan yang baik juga dipengaruhi oleh keberadaan dan kondisi organisme yang hidup di dalamnya (Arianti dkk., 2023).

Makrozoobentos memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem perairan. Kelompok organisme ini berkontribusi dalam siklus nutrisi melalui proses dekomposisi bahan organik, yang pada akhirnya mendukung keberlanjutan ekosistem dengan menyediakan sumber energi bagi organisme di tingkat trofik yang lebih tinggi (Nisara dkk., 2024). Selain itu, makrozoobentos juga berperan sebagai penghubung antara material organik yang berasal dari daratan dan organisme akuatik lainnya, menjadikannya komponen vital dalam rantai makanan di ekosistem sungai (Muhammad dkk., 2017).

Penelitian ini direncanakan di lokasi Coban Rondo, yang dimana lokasi tersebut merupakan air terjun yang berada di Desa Pandesari, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang yang menjadi salah satu destinasi wisata, selain itu kawasan Coban Rondo juga memiliki hutan di mana hutan tersebut merupakan hutan produksi yang dimanfaatkan oleh warga untuk ditanami sayur (Muttaqin, 2013). Pemanfaatan aliran sungai Coban Rondo untuk berbagai aktivitas seperti pariwisata di mana wisatawan yang turun ke sungai serta adanya potensi pembuangan sampah kedalam sungai oleh wisatawan dikhawatirkan akan berdampak pada penurunan kualitas air, selain itu aktivitas rumah tangga maupun perkebunan sayur yang berada di sekitar aliran Coban Rondo juga dapat menurunkan kualitas perairan di kawasan tersebut.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Abidin (2018), mengenai keanekaragaman dan komunitas perifiton sungai Coban Rondo menunjukkan hasil indek keanekaragaman perifiton sungai Coban Rondo berkisar 1,63 – 4,46 pada 4

stasiun, dengan nilai terendah pada stasiun 4 yang berada pada daerah pemukiman dan perkebunan. Hal tersebut menunjukkan adanya penurunan keanekaragaman organisme perifiton pada tiap stasiun yang memiliki kondisi berbeda.

Penelitian yang dilakukan oleh Ningsih dkk. (2021), di kawasan Coban Talun berhasil mengidentifikasi keberadaan makrozoobentos dari 9 Ordo yang terdiri atas 22 famili, termasuk Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Mollusca, Odonata, Plecoptera, Tricladida, serta Rhyacobdellida. Diketahui indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') di tiga lokasi penelitian menunjukkan nilai antara 2,4 hingga 2,74, yang mengindikasikan tingkat keanekaragaman sedang dan status perairan tercemar ringan. Dominansi famili pada setiap lokasi mencerminkan perbedaan tingkat toleransi terhadap pencemaran. Misalnya, famili Perlodidae, yang sensitif terhadap pencemaran, mendominasi di lokasi pertama, sedangkan famili Chironomidae dan Lymnaeidae, yang lebih toleran terhadap pencemaran, mendominasi di lokasi lainnya.

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Afifatur (2022), analisis korelasi antara parameter fisika-kimia air dengan berbagai genus makrozoobentos di wilayah perairan hulu Sungai Sampean menunjukkan adanya beberapa hubungan yang signifikan. Parameter *Total Suspended Solids* (TSS) memiliki korelasi negatif dengan tingkat sedang terhadap genus *Calicnemia* dan *Glossiphonia*. Sementara itu, genus *Oligoneuriopsis* menunjukkan korelasi positif sedang terhadap *Total Dissolved Solids* (TDS) dan suhu air. Kecepatan arus air juga diketahui berkorelasi positif sedang terhadap genus *Melanopsis*, *Heptagenia*, *Calopteryx*, dan *Goera*. Selain itu, parameter pH menunjukkan korelasi negatif yang kuat terhadap genus *Goera*. Sedangkan genus *Calicnemia* memiliki korelasi positif sedang dengan

tingkat *Dissolved Oxygen* (DO). Di sisi lain, genus *Melanopsis*, *Heptagenia*, dan *Calopteryx* menunjukkan korelasi negatif sedang terhadap *Biochemical Oxygen Demand* (BOD). Terakhir, genus *Glossiphonia* memperlihatkan korelasi negatif lemah terhadap *Chemical Oxygen Demand* (COD).

Oleh karena itu, untuk menilai kualitas perairan di Coban Rondo, keanekaragaman makrozoobentos serta pengamatan parameter fisika dan kimia air, seperti suhu, kecepatan arus, pH, DO, BOD, COD, TSS, dan TDS, perlu dianalisis. Setiap parameter ini memiliki nilai ambang batas normal yang mendukung kehidupan makrozoobentos. Mengingat kesamaan karakteristik antara Coban Rondo dan Coban Talun sebagai destinasi wisata, serta belum adanya penelitian mengenai makrozoobentos di Coban Rondo, sehingga penelitian terkait keanekaragaman makrozoobentos di Coban Rondo penting untuk dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- 1 Spesies makrozoobentos apa saja yang ditemukan di perairan Coban Rondo Kabupaten Malang?
- 2 Berapa nilai indeks keanekaragaman, dominansi, keseragaman (Evenness), dan kekayaan jenis (Margalef) makrozoobentos di perairan Coban Rondo Kabupaten Malang?
- 3 Bagaimana kondisi kualitas air di perairan Coban Rondo berdasarkan parameter fisika dan kimia ?
- 4 Bagaimana korelasi kondisi kualitas air di perairan Coban Rondo berdasarkan parameter fisika dan kimia terhadap makrozoobentos?

1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

- 1 Mengetahui berbagai spesies makrozoobentos yang terdapat di perairan Coban Rondo Kabupaten Malang.
- 2 Mengetahui nilai indeks keanekaragaman, dominansi, keseragaman (Evenness), dan kekayaan jenis (Margalef) makrozoobentos di perairan Coban Rondo Kabupaten Malang.
- 3 Mengetahui kondisi kualitas air di sungai Coban Rondo Kabupaten Malang berdasarkan parameter fisika dan kimia.
- 4 Mengetahui hubungan atau korelasi parameter fisika dan kimia air dengan makrozoobentos di sungai Coban Rondo Kabupaten Malang.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan data ilmiah mengenai keberadaan dan jenis-jenis spesies makrozoobentos di perairan Coban Rondo Kabupaten Malang.
2. Menambah informasi mengenai tingkat keanekaragaman makrozoobentos yang berada di perairan Coban Rondo.
3. Memberikan informasi bahwa makrozoobentos dapat dimanfaatkan sebagai bioindikator kualitas air berdasarkan tingkat keanekaragaman.
4. Memberikan informasi ilmiah mengenai keterkaitan antara faktor fisika dan kimia air dengan keanekaragaman makrozoobentos di perairan Coban Rondo.
5. Memberikan bahan evaluasi kepada pihak pengelola kawasan Coban Rondo mengenai kondisi kualitas perairan berdasarkan keanekaragaman makrozoobentos.

6. Memberikan dasar pertimbangan bagi pengambilan kebijakan dalam pengelolaan dan pelestarian kualitas lingkungan perairan di Coban Rondo.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan di kawasan Coban Rondo yang terletak di Desa Pandesari.
2. Lokasi pengamatan perairan dibagi menjadi tiga stasiun dalam satu titik lokasi utama.
3. Penentuan stasiun didasarkan pada variasi kondisi aktivitas di sekitar kawasan perairan Coban Rondo.
4. Parameter fisika-kimia yang diukur meliputi suhu, pH, *Dissolved Oxygen* (DO), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), kecepatan arus, *Total Suspended Solids* (TSS), dan *Total Dissolved Solids* (TDS).
5. Identifikasi makrozoobentos dilakukan hingga tingkat spesies berdasarkan karakter morfologinya.
6. Perhitungan indeks keanekaragaman digunakan rumus Shannon-Wiener , indeks dominansi menggunakan rumus Simpson, indeks kemerataan dengan rumus Pielou dan indeks kekayaan jenis dihitung menggunakan rumus margalef.
7. Penelitian dilaksanakan ketika musim hujan yaitu pada bulan Januari - Februari 2025.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Makrozoobentos

Allah SWT telah menciptakan bumi beserta isinya dengan berbagai macam jenis hewan yang memiliki banyak peran serta manfaat bagi kehidupan seperti yang telah dijelaskan dalam Al-Qur'an Surah (QS: An-Nur [24]: 45) sebagai berikut:

وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِّن مَّاءٍ فَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى بَطْنِهِ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى رِجْلَيْنِ
وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى أَرْبَعٍ يَخْلُقُ اللَّهُ مَا يَشَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَلَى كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ ﴿٤٥﴾

Artinya : “Allah menciptakan semua jenis hewan dari air. Sebagian berjalan dengan perutnya, sebagian berjalan dengan dua kaki, dan sebagian (yang lain) berjalan dengan empat kaki. Allah menciptakan apa yang Dia kehendaki. Sesungguhnya Allah Maha kuasa atas segala sesuatu”. (QS: An-Nur [24]: 45).

Menurut Katsir dalam Ghoffar dkk (2004), dalam tafsir Ibnu Katsir pada potongan ayat *وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِّن مَّاءٍ* ” Allah menciptakan semua jenis hewan dari air”

lalu *فَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى بَطْنِهِ* “Sebagian dari hewan itu ada yang berjalan di atas perutnya,” seperti ular dan sejenisnya , lalu *وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى رِجْلَيْنِ* “Sebagian berjalan dengan dua kaki” seperti manusia dan burung. *وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى أَرْبَعٍ*

“Sedang sebagian (yang lain) berjalan dengan empat kaki” seperti hewan ternak dan binatang-binatang lainnya. Ayat tersebut menunjukkan kekuasaan Allah SWT yang maha sempurna dan kerajaan-Nya yang Maha agung telah menciptakan berbagai jenis makhluk yang beraneka ragam mulai dari bentuk, rupa, warna dan gerak-gerik yang berbeda dari satu unsur yang sama yaitu air.. Pada potongan ayat *يَخْلُقُ اللَّهُ مَا يَشَاءُ* “Allah menciptakan apa yang dikehendaki-Nya" yakni menciptakan dengan kekuasaan-Nya, karena apa yang dikehendaki-Nya pasti terjadi dan apa

yang tidak dikehendaki-Nya pasti tidak akan terjadi (Kemenag, 2019). Dalam tafsir Al-Misbah (Shihab, 2002) menjelaskan bahwa meskipun makhluk hidup berasal dari unsur yang sama, yaitu air, Allah menciptakan mereka dengan bentuk dan cara hidup yang berbeda-beda sesuai dengan kehendak-Nya. Allah menciptakan makhluk yang dikehendaki-Nya dengan cara bagaimana pun untuk menunjukkan kekuasaan dan pengetahuan-Nya. Dia adalah Zat yang berkehendak memilih dan Maha kuasa atas segala sesuatu.

Hal ini menegaskan bahwa Allah Maha kuasa atas segala sesuatu dan menciptakan makhluk-Nya dengan tujuan dan fungsi tertentu. Seperti halnya makrozoobentos dimana Allah menciptakan makrozoobentos yang memiliki berbagai macam jenis dan bentuk. Serta, dapat berperan sebagai bioindikator perairan merupakan salah satu tanda kekuasaan Allah SWT.

Makrozoobentos merupakan kelompok organisme yang memiliki keanekaragaman yang tinggi dalam ekosistem air tawar dan berperan penting dalam mempertahankan struktur dan fungsi ekosistem tersebut (Wang *et al.*, 2021). Habitat makrozoobentos mencakup seluruh bagian sungai mulai dari hilir hingga hulu sungai. Makrozoobentos memiliki sifat menetap pada perairan dengan waktu yang relatif lama sehingga kualitas perairan dapat diketahui melalui makrozoobentos (Husamah & Abdulkadir, 2019).

Makrozoobentos merupakan organisme yang hidup baik di permukaan maupun di dalam sedimen perairan, dan kehadirannya tersebar luas, terutama di lumpur dan sedimen lunak yang kaya akan bahan organik. Makrozoobentos memiliki kemampuan bergerak yang sangat terbatas, sehingga mereka cenderung menetap di substrat tertentu. Karena sifatnya yang menetap, makrozoobentos

menjadi lebih peka terhadap berbagai tekanan lingkungan, termasuk penurunan kualitas air dan sedimen. Sensitivitas ini menjadikan mereka sebagai indikator yang baik untuk perubahan kondisi lingkungan dan kualitas ekosistem perairan (Ernawati dkk., 2023).

Makrozoobentos memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem, terutama sebagai pengurai bahan organik dan pendukung utama dalam daur ulang nutrisi. Selain itu, organisme benthik juga merupakan sumber pangan utama bagi predator pada tingkat trofik yang lebih tinggi, seperti ikan dan burung air. Keberadaan serta jumlah benthos di suatu ekosistem sangat dipengaruhi oleh sejumlah faktor, termasuk kualitas air, karakteristik fisik substrat, serta dinamika hidrologi perairan (Nisara dkk., 2024).

Penggunaan analisis fisika dan kimia dalam menentukan kualitas air seringkali kurang efektif karena hasil pengukuran bisa menyimpang akibat perubahan yang terjadi, pada sumber nutrisi yang dinamis. Pemantauan kualitas air dapat dilakukan dengan lebih efektif melalui analisis biologis, menggunakan organisme yang keberadaannya menetap dan terus terpapar bahan pencemar seperti makrozoobentos. Perubahan kondisi fisik, kimia, dan biologi dalam perairan disebabkan oleh masukan buangan ke dalam sungai. Masuknya bahan pencemar dapat mengganggu lingkungan dan biota perairan (Athifah *et al.*, 2019).

2.1.1 Klasifikasi Makrozoobentos

Makrozoobentos berdasarkan taksonominya dibedakan menjadi beberapa kelompok utama pada gambar 2.1. Sedangkan makrozoobentos yang memiliki kaitan dengan beban pencemaran serta tingkat kualitas air dibagi menjadi 6 kelas pada tabel 2.1 (Husamah, 2019).



Gambar 2. 1 Kelompok Utama Makrozoobentos (Oscoz *et al.*, 2011) (A) dan (B) Oligochaeta, (C) Hirudinea, (D) Insecta, (E) Hydracarina, (F) Crustacea, (G) Gastropoda, (H) Nematoda

Tabel 2. 1 Makrozoobentos berdasarkan beban cemaran

Tingkat Cemaran	Indikator Makrozoobentos
Tidak tercemar	Lepidosmatidae, Planaria, Trichoptera (Sericosmatidae, Glossosomatidae)
Tercemar ringan	Coleoptera (Elminthidae); Plecoptera (Perlidae, Peleodidae); Ephemeroptera (Leptophlebiidae, Pseudocloeon, Ecdyonuridae, Caebidae); Odonanta, (Gomphidae, Plarycnematidae, Agriidae, Aeshnidae); Trichoptera (Hydropschydae, Psychomyidae);
Tercemar sedang	Odonanta (Libellulidae, Cordulidae); Mollusca (Pulmonata, Bivalvia); Crustacea (Gammaridae)
Tercemar	Hirudinea (Glossiphonidae, Hirudidae); Hemiptera
Tercemar agak berat	Syrphidae, Oligochaeta (ubificidae); Diptera (Chironomus thummi-plumosus)
Sangat tercemar	Tidak terdapat makrozoobentos

Makrozoobentos berdasarkan habitat hidupnya dibagi menjadi dua kelompok seperti pada Tabel 2.2 (Ananta & Harahap, 2022).

Tabel 2. 2 Makrozoobentos berdasarkan tempat hidupnya

Kelompok Organisme	Habitat
Epifauna	Hidup pada permukaan substrat maupun dasar perairan
Infauna	Hidup di dalam dan di antara partikel substrat

Menurut Ulfah dkk, (2020). Zoobentos berdasarkan ukurannya dibedakan menjadi 3 kelompok yaitu pada Tabel 2.3

Tabel 2. 3 Makrozoobentos berdasarkan ukuranya

Jenis bentos	Deskripsi
Mikrofauna	Hewan yang memiliki ukuran lebih kecil dari 0,1 mm, digolongkan bakteri dan protozoa
Meiofauna	Hewan yang memiliki ukuran antara 0,1-1,0 mm, digolongkan dalam protozoa besar, larva invertebrata dan krustasea kecil.
Makrofauna	Hewan yang memiliki ukuran lebih besar dari 1,0mm. Digolongkan dalam Moluska, Echinodermata, krustasea, serta beberapa filum Anelida,

Berdasarkan cara makan serta jenis makanannya makrozoobentos diklasifikasikan menjadi 5 kelompok yang dapat dilihat pada tabel 2.4 (Kumar & Vyas, 2014).

Tabel 2. 4 Makrozoobentos berdasarkan ukuranya

Kelompok	Mekanisme Makan	Sumber makanan	Ukuran Makanan
Sherdders	Memamah jaringan tanaman hidup, serpihan kayu dan kotoran	materi organik kasar (Jaringan Tumbuhan terurai)	< 1 1,0 mm
Filtering Collectors	Menyaring partikel terlarut pada badan air	Materi organik halus (alga, bakteri, feses, partikel terdekomposisi).	0,01-1,0 mm
Gathering Collector	Mengumpulkan partikel yang lepas dari endapan ataupun mencerna endapan sedimen	Materi organik halus (alga, bakteri, feses, partikel terdekomposisi).	0,05-1,0 mm
Scraper/ Grazer	Menggerus permukaan kayu, tumbuhan air, batu	Perifiton (alga non-filamen, feses dan mikroflora)	0,01-1,0 mm

Predator	Menghisap cairan tubuh, menelan, menangkap	Memangsa hewan hidup	<0,5 mm
----------	--	----------------------	---------

A. Oligochaeta

Oligochaeta, yang berasal dari bahasa Yunani dengan "*oligo*" berarti sedikit dan "*chaetae*" berarti rambut kaku, adalah kelompok annelida yang memiliki sedikit rambut kaku. Oligochaeta terbagi menjadi dua subOrdo, yaitu Archioligochaeta yang memiliki jumlah seta yang tidak sama pada setiap segmennya, dengan saluran jantan yang terbuka pada satu segmen eksterior. SubOrdo lainnya adalah Neooligochaeta (seta lumbricinata atau perichaetin), yang memiliki lubang jantan yang tidak teratur pada segmen belakang saluran (Stephenson, 1923) dalam (Nilawati dkk., 2014). Morfologi oligochaeta dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Morfologi Oligochaeta (Rufusova *et al.*, 2017)

B. Hirudinea

Hirudinea merupakan kelas dari filum annelida yang tidak memiliki setae (rambut) dan parapodium pada tubuhnya. Tubuh hirudinea berbentuk pipih dengan ujung depan dan belakang yang sedikit runcing. Mereka memiliki alat penghisap pada segmen awal dan akhir tubuh yang digunakan untuk bergerak dan menempel.

Pergerakan hirudinea dihasilkan melalui kombinasi penggunaan alat penghisap serta kontraksi dan relaksasi otot. Ukuran hirudinea bervariasi dari 1 hingga 30 mm (Sianipar, 2021). Habitat yang cocok untuk hirudinea adalah kolam air tawar berlumpur dan sungai dengan vegetasi air yang tumbuh subur (Rufusova *et al.*, 2017). Morfologi hirudinea dapat dilihat pada gambar 2.3.

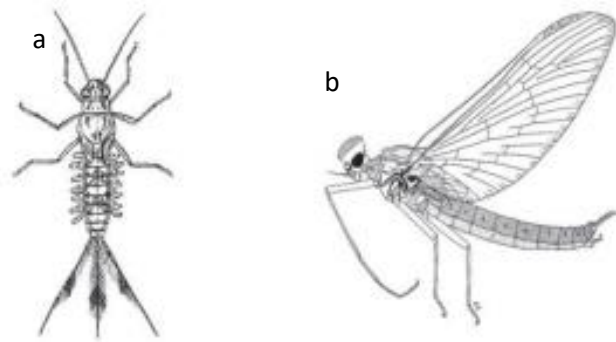


Gambar 2. 3 Morfologi Hirudinea (Rufusova *et al.*, 2017)

C. Insecta

a. Ephemeroptera

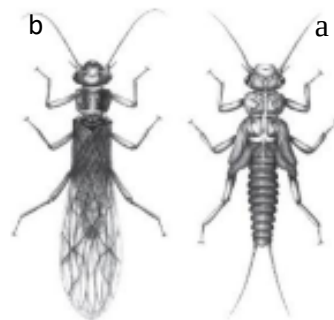
Ephemeroptera (Lalat capung) merupakan salah satu serangga tertua di dunia, Serangga ini diperkirakan terdapat kurang lebih 3.200 jenis yang tersebar di dunia. kelas ephemeroptera terbagi menjadi 16 famili dan 120 spesies. Pada fase larva kelas ephemeroptera berhabitat di perairan mengalir. Keberadaan larva lalat capung ini dalam sebuah perairan mengindikasikan kualitas perairan tawar tersebut baik dikarenakan kelas ini memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap perubahan lingkungan sehingga dapat dijadikan salah satu bioindikator kualitas perairan air tawar (Trianto dkk., 2020).



Gambar 2. 4 Morfologi Ephemeroptera (Rufusova *et al.*, 2017) (a) larva (b) dewasa.

b. Plecoptera

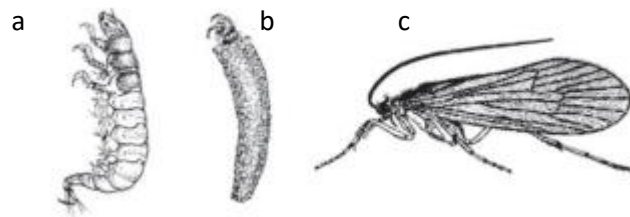
Plecoptera berasal dari bahasa Latin "*plecto*" yang berarti "*terlipat*" dan bahasa Yunani "*pteron*" yang berarti "*sayap*" yang mengacu pada kemampuan serangga dewasa untuk melipat sayap mereka. Plecoptera, atau capung batu, memiliki ciri morfologi yang membedakannya dari ordo serangga lain, seperti dua pasang sayap yang dapat dilipat, dua cerci multi-segmen pada nimfa dan sebagian besar serangga dewasa, tarsus dengan tiga segmen, serta dua cakar pada setiap kaki. Nimfa Plecoptera hampir sepenuhnya hidup di lingkungan perairan dan ditemukan di sungai dengan berbagai ukuran serta suhu (Dewalt *et al.*, 2015). Kelas ini memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap perubahan lingkungan sehingga dapat dijadikan salah satu bioindikator kualitas perairan air tawar (Trianto dkk., 2020).



Gambar 2. 5 Morfologi Plecoptera (Rufusova *et al.*, 2017) (a) nimfa (b) dewasa.

c. Tricoptera

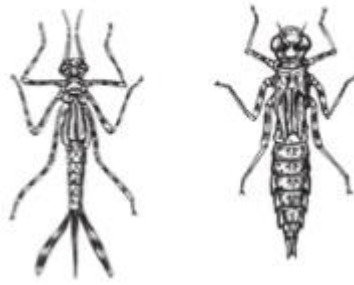
Tricoptera berasal dari bahasa Yunani, dengan "*thricos*" yang berarti rambut dan "*ptera*" yang berarti sayap. Serangga dewasa dalam kelompok ini menyerupai kupu-kupu, namun sayapnya ditutupi rambut. Tricoptera mengalami metamorfosis sempurna, yang mencakup fase pupa dalam siklus hidupnya. Larva dari kelompok ini memiliki mulut yang mirip dengan ulat, yang digunakan untuk mengunyah. Habitatnya tersebar di air yang mengalir maupun tergenang, meskipun umumnya lebih banyak ditemukan di perairan yang mengalir (Rufusova *et al.*, 2017).



Gambar 2.6 Morfologi Tricoptera (Rufusova *et al.*, 2017) (a) larva tanpa selubung (b) larva dengan selubung (c) dewasa

d. Odonata

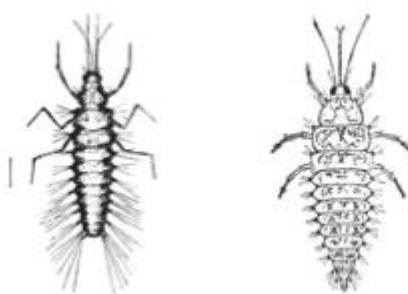
Ordo odonata (Capung) adalah salah satu jenis serangga dalam kelas insekta. Odonata berasal dari kata “odont” yang berarti gigi (yang mengacu pada mandibula pada capung dewasa). Terdapat tiga fase dalam siklus hidup capung yaitu fase telur, naiad dan capung dewasa. Fase telur dan naiad pada capung akuatik dan fase dewasanya, terrestrial. Capung memiliki peran penting bagi ekosistem seperti sebagai predator penyeimbang rantai makanan. Capung juga dapat dijadikan sebagai bioindikator lingkungan perairan dikarenakan nimfa capung memiliki sensitivitas tinggi terhadap perairan (Laily dkk., 2018).



Gambar 2.7 Morfologi odonatan (Rufusova *et al.*, 2017)

e. Coleoptera

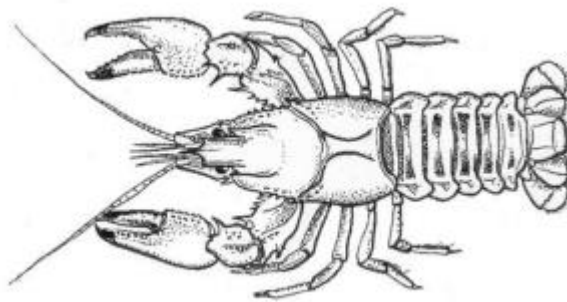
Ordo coleoptera, yang merupakan ordo dengan jumlah spesies terbesar di dunia, mencakup sekitar 12.500 spesies yang tersebar di seluruh dunia. Salah satu famili dalam ordo ini adalah elmidae, yang memiliki larva yang hidup di perairan yang mengalir dan di antara substrat berbatu. Baik dalam tahap larva maupun dewasa, anggota famili Elmidae beradaptasi untuk hidup di bawah air dan sangat bergantung pada lingkungan yang memiliki kadar oksigen terlarut yang tinggi agar dapat bertahan hidup (Rufusova *et al.*, 2017).



Gambar 2.8 Morfologi coleoptera (Rufusova *et al.*, 2017).

D. Crustacea

Crustacea merupakan kelompok subphylum terbesar dalam phylum arthropoda yang terdiri kurang lebih 52.000 spesies yang sebagian besar hidup di perairan sungai, estuari dan laut serta, merupakan organisme dengan alat gerak (*appendages*) bersendi. Crustacea termasuk ke dalam spesies benthos utama yang terdiri atas udang, kepiting, dan udang karang (Astuti & Sulastri, 2022). Crustacea hidup pada daerah tepian danau, sungai, dan estuarin. Crustacea memiliki enam kelas, yaitu Branchiopoda, Remipedia, Cephalocarida, Maxillopoda, Ostracoda, dan Malacostraca. Habitat Crustacea dapat ditemukan di sungai, laut, perairan payau, atau daerah mangrove. Lingkungan yang cocok dan dapat ditoleransi oleh tubuhnya, seperti suhu, pH air, dan salinitas, merupakan habitat yang mendukung keberlangsungan hidup Crustacea (Duya & Noveria, 2019). Salah satu karakteristik Crustacea adalah kepekaannya terhadap kadar oksigen (Rahmatia *et al.*, 2020). Morfologi crustacea dapat dilihat pada gambar 2.7.

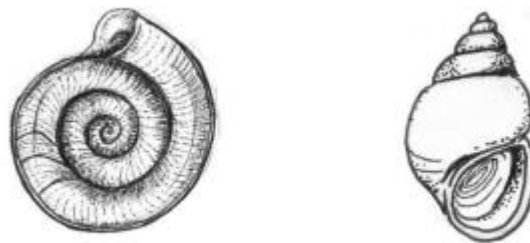


Gambar 2.9 Morfologi crustacea (Rufusova *et al.*, 2017).

E. Gastropoda

Gastropoda adalah kelompok hewan invertebrata bertubuh lunak yang bergerak dengan menggunakan kaki perut dan umumnya memiliki cangkang.

Hewan ini lebih dikenal sebagai keong atau siput. Secara ekologis, gastropoda memainkan peran penting dalam rantai makanan di ekosistem air tawar, karena sebagian besar dari mereka adalah herbivora, karnivora, detritivora, pemakan endapan, pemakan suspensi, dan parasite (Andriati dkk., 2020). Keanekaragaman spesies gastropoda menjadikan kelompok ini sebagai sumber daya penting di perairan (Supusepa, 2018). Gastropoda digunakan sebagai bioindikator karena mereka memiliki karakteristik yang cenderung menetap, pergerakannya terbatas, menempel pada substrat, dan sensitif terhadap perubahan lingkungan (Umanailo *et al.*, 2021). Morfologi gastropoda dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.10 Morfologi gastropoda (Rufusova *et al.*, 2017).

2.2 Parameter Fisika-Kimia Sungai

Kondisi perairan, termasuk sungai, dapat dinilai dengan mengamati parameter fisik dan kimia. Parameter-parameter ini berperan dalam menentukan kualitas perairan (Harahap, 2022).

2.2.1 Parameter Fisika

A. Suhu

Suhu merupakan salah satu parameter yang penting bagi kehidupan suatu organisme perairan. Suhu memiliki peran dalam kelangsungan metabolisme serta perkembangan dan pertumbuhan organisme perairan, suhu yang tidak optimal akan

mempengaruhi kehidupan organisme air hingga dapat menyebabkan kematian pada organisme (Sanjaya & Iriana, 2018). Makrozoobentos sendiri merupakan organisme yang sensitif terhadap suhu makrozoobentos dapat bertahan hidup di kisaran suhu antara 25-35 derajat untuk keberlangsungan hidupnya (Kinasih dkk., 2020).

B. TDS (*Total Dissolved Solids*)

Total Padatan Terlarut atau *Total Dissolved Solids* (TDS) adalah terlarutnya zat padat, baik berupa ion, berupa senyawa, koloid di dalam air TDS biasanya disebabkan oleh bahan anorganik yang berupa ion-ion yang biasa ditemukan di perairan (Sumarno dkk., 2017). Komponen dari TDS yang merupakan parameter fisik air baku mencakup zat organik dan anorganik yang ada dalam larutan. Ini meliputi total material dalam air, seperti karbonat, bikarbonat, klorida, sulfat, fosfat, nitrat, kalsium, magnesium, natrium, serta ion-ion organik dan ion-ion lainnya (Afrianita *et al.*, 2017).

C. TSS (*Total suspended solid*)

TSS (*Total suspended solid*) merupakan endapan material yang bergerak melayang tanpa menyentuh dasar perairan dan dipengaruhi oleh adanya masukan dari daratan, aliran sungai. TSS dapat mempengaruhi kekeruhan air dikarenakan padatan tersuspensi dan tidak dapat mengendap serta larut dalam air (Arus dkk., 2020). Komponen dari TSS memiliki ukuran maksimal 2 μm yang terdiri dari komponen biotik maupun abiotic, lumpur, serta pasir halus. Konsentrasi TSS juga dipengaruhi oleh curah hujan dimana air hujan merupakan media pengangkut berbagai polutan mulai dari bakteri hingga mikroorganisme (Aulia & Dewi, 2019).

D. Kecepatan Arus

Arus merupakan pergeseran massa air menuju kesetimbangan yang dapat mempengaruhi perpindahan massa air secara horizontal maupun vertikal (Modalo dkk., 2018). Kecepatan arus pada suatu perairan dapat mempengaruhi keberadaan komunitas Makrozoobentos (Gultom dkk., 2018). Adanya pengaruh kecepatan arus terhadap komunitas Makrozoobentos dalam suatu perairan disebabkan karena kecepatan arus akan mempengaruhi substrat dasar perairan yang menjadi habitat Makrozoobentos (Sofiyani dkk., 2021). Kecepatan arus perairan sungai memiliki kisaran 0,09-1,40 m/detik serta cenderung melambat seiring menuju arah hilir (Siahaan dkk., 2011).

Waktu Musim hujan debit air sungai akan mengalami peningkatan. Peningkatan debit air sungai akan berpengaruh terhadap kecepatan arus sungai. Kecepatan arus sungai juga mempengaruhi bentuk alur sungai dan substrat dasar perairan. Kecepatan arus sungai yang cepat maka sebagian besar substrat akan terdiri dari pasir, hal tersebut disebabkan oleh partikel-partikel halus akan mudah terbawa oleh arus yang kuat sedangkan partikel-partikel yang besar seperti pasir dan batu batuan kecil mampu menahan arus yang cepat sehingga cenderung mengendap di dasar perairan (Ridwan dkk., 2016).

2.2.2 Parameter Kimia

A. pH (*Potential Hydorgen*)

pH air merupakan indikator penting dalam ekosistem perairan karena menentukan tingkat keasaman atau kebasaan suatu perairan. Kisaran pH yang optimal bagi sebagian besar organisme akuatik adalah sekitar 7–8,5 (Fajrin dkk., 2020). Nilai pH yang terlalu rendah (bersifat asam) atau terlalu tinggi (bersifat basa)

dapat mengganggu metabolisme dan aktivitas biologis biota perairan, termasuk makrozoobentos. Kondisi pH antara 6 hingga 6,5 cenderung menyebabkan penurunan keanekaragaman makrozoobentos (A'yun dkk., 2024).

B. DO (*Dissolved oxygen*)

Parameter kualitas air dapat dilihat melalui jumlah oksigen yang terlarut dalam air atau DO (*Disolved oxygen*). Jumlah Oksigen terlarut dalam suatu perairan merupakan parameter penting bagi organisme Makrozoobentos perairan dimana oksigen merupakan unsur esensial yang digunakan oleh makhluk hidup untuk menunjang kehidupannya seperti bernafas dan proses metabolisme (Widhiandari dkk., 2021). Jumlah DO dalam perairan dihasilkan dari beberapa proses seperti fotosintesis, respirasi tanaman air (Wahyuningsih dkk., 2020).

C. BOD (*Biology Oxygen Demand*)

BOD (*Biological Oxygen Demand*) Merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam air secara biokimia (Darioni & Arisandi, 2020). BOD menjadi indikator tingkat pencemaran organik di perairan (Maulana & Kuntjoro, 2023). Semakin tinggi nilai BOD, semakin besar kandungan bahan organik dalam air, yang berarti kualitas air semakin menurun akibat penggunaan oksigen terlarut yang tinggi selama proses dekomposisi (Putri *et al.*, 2019).

D. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah ukuran kuantitas oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik dan anorganik yang terdapat di dalam air melalui reaksi kimia. COD digunakan untuk menentukan tingkat polusi air karena tingginya nilai COD menunjukkan adanya kontaminan organik yang

memerlukan oksigen untuk proses dekomposisi. Tingginya nilai COD menunjukkan bahwa jumlah zat organik di dalam suatu perairan sangat tinggi. Zat organik ini mengubah oksigen menjadi karbon dioksida dan air, yang menyebabkan berkurangnya kadar oksigen di perairan (Saputri dkk., 2023).

2.3 Pencemaran Perairan

Air merupakan kebutuhan dasar dan sangatlah penting bagi manusia, karena manusia tidak dapat bertahan hidup tanpa air, terutama sebagai air minum, Air minum sangat dibutuhkan untuk manusia. Manusia sangat bergantung dalam melangsungkan kegiatan sehari-hari. Allah telah menurunkan nikmat berupa menurunkan air yang telah dijelaskan dalam Al-quran surah QS: An-Nahl [16]: 10 yang berbunyi :

هُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً لَكُمْ مِنْهُ شَرَابٌ وَمِنْهُ شَجَرٌ فِيهِ تُسِيمُونَ ﴿١٠﴾

Artinya : “Dialah yang telah menurunkan air (hujan) dari langit untuk kamu. Sebagiannya menjadi minuman dan sebagiannya (menyuburkan) tumbuhan yang dengannya kamu menggembalakan ternakmu”. (QS: An-Nahl [16]: 10).

Shihab (2002) dalam tafsir Al-Misbah menjelaskan bahwa ayat diatas mengingatkan manusia agar mereka mensyukuri Allah dan memanfaatkan dengan baik anugerah dari Allah SWT yang telah menurunkan *air hujan* ”مَاءً” yang memiliki banyak manfaat bagi manusia seperti ”لَكُمْ مِنْهُ شَرَابٌ وَمِنْهُ شَجَرٌ فِيهِ تُسِيمُونَ” *Sebagiannya menjadi minuman dan sebagiannya (menyuburkan) tumbuhan yang dengannya kamu menggembalakan ternakmu.* Ayat ini menunjukkan kebesaran nikmat Allah yang diberikan secara langsung kepada manusia berupa air hujan, yang tidak hanya dapat dimanfaatkan sebagai air minum, tetapi juga untuk

memenuhi berbagai kebutuhan hidup sehari-hari (Kemenag, 2019). Selain itu, dalam tafsir Ibnu Katsir menyebutkan bahwasanya Allah menurunkan hujan sebagai bentuk rahmat-Nya, yang juga menyuburkan tumbuh-tumbuhan, sumber utama makanan bagi hewan ternak sehingga memberikan manfaat secara tidak langsung bagi kehidupan manusia (Katsir dalam Ghoffar dkk, 2004).

Namun, jika manusia tidak menjaga anugerah ini dan mencemari air, maka mereka mengabaikan nikmat yang telah Allah berikan dan merusak siklus alam yang seharusnya memberi manfaat. Pencemaran air mengancam ketersediaan air bersih untuk minum dan pertanian, serta mengganggu keseimbangan ekosistem yang tergantung pada air bersih tersebut.

Pencemaran air terjadi ketika ada masuknya beban pencemar atau limbah yang berbentuk gas, zat terlarut, dan partikel ke dalam air. Pencemaran ini dapat masuk ke badan air melalui berbagai jalur, seperti atmosfer, tanah, limpasan dari lahan pertanian, serta limbah domestik, perkotaan, dan industri. Terjadinya Pencemaran dalam lingkungan apabila terdapat bahan yang menyebabkan timbulnya perubahan yang tidak diharapkan, baik yang bersifat fisik, kimiawi, maupun biologis. Adanya aktivitas manusia merupakan salah satu penyebab masuknya limbah pencemar ke lingkungan perairan (Mulya dkk., 2022).

2.4 Baku Mutu Air Sungai

Baku mutu air adalah standar kualitas air yang ditetapkan oleh suatu negara atau wilayah tertentu (Sanjaya & Iriani, 2018). Berdasarkan peraturan pemerintah, yaitu PP RI Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, air dikelompokkan menjadi empat kelas sesuai dengan penggunaannya. Berikut adalah deskripsi dari keempat kelas tersebut:

a. Kelas I

Golongan air kelas I merupakan air yang dimanfaatkan sebagai bahan baku air minum maupun pemanfaatan lainnya dengan persyaratan mutu air yang sama dengan kegunaannya.

b. Kelas II

Golongan air kelas II merupakan air yang digunakan sebagai pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, pengairan irigasi, serta sarana prasarana rekreasi air dengan persyaratan yang sama dengan kegunaannya.

c. Kelas III

Golongan air kelas III merupakan air yang digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman atau persyaratan mutu air yang sama dengan kegunaannya.

d. Kelas IV

Golongan air kelas IV digunakan untuk mengairi tanaman atau peruntukan lain yang persyaratan mutu air sama dengan kegunaan tersebut.

Parameter dalam penentuan kualitas air berdasarkan nilai baku mutu air sungai dalam PP RI Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Nilai baku mutu disajikan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Baku mutu air sungai berdasarkan PP RI Nomor 22 Tahun 2021

Parameter	Satuan	Baku Mutu			
		I	II	III	IV
Suhu	°C	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 3
pH	mg/L	6-9	6-9	6-9	6-9
TDS	mg/L	1000	1000	1000	1000
TSS	mg/L	2000	2000	2000	2000
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 suhu udara di atas permukaan air

2.5 Keanekaragaman

Keanekaragaman mengacu pada perbedaan bentuk, sifat, dan perilaku antar makhluk hidup yang dipengaruhi oleh lingkungan serta kebutuhan hidup masing-masing organisme. Secara umum, keanekaragaman dapat diartikan sebagai jumlah spesies yang terdapat dalam suatu wilayah tertentu, atau sebagai proporsi spesies dibandingkan dengan jumlah total individu dalam sebuah komunitas. Hubungan ini secara umum dapat diungkapkan dalam bentuk indeks keanekaragaman (Michael, 1994, dalam Humaira & Almunadia, 2022). Keanekaragaman dapat juga diartikan sebagai jumlah total dari suatu spesies dalam komunitas tertentu dalam sebuah suatu area. jumlah jenis dan individu suatu komunitas menentukan keanekaragaman komunitas itu sendiri (Baderan dkk., 2021). Keanekaragaman akan memiliki nilai yang besar jika total spesies yang ditemukan dalam suatu area tersebut.

Keanekaragaman dapat menunjukkan sejauh mana variasi spesies dalam suatu area. Menurut Odum (1993), tingkat keanekaragaman yang tinggi tercapai ketika individu berasal dari berbagai spesies. Suatu area dianggap kaya akan nutrisi dan memiliki produktivitas tinggi jika nilai H' mencapai angka yang tinggi (Abidin *et al.*, 2018). Salah satu cara untuk menilai tingkat pencemaran sungai adalah dengan menggunakan indeks keanekaragaman makrozoobentos (Herawati *et al.*, 2020).

2.6 Coban Rondo

Coban Rondo adalah air terjun yang terletak di Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Berada pada ketinggian 1.135 meter di atas permukaan laut, air terjun ini memiliki ketinggian 84 meter. Debit airnya bervariasi, yakni sekitar 90 liter per detik pada musim kemarau dan meningkat hingga 150 liter per detik

saat musim hujan. Coban Rondo merupakan bagian dari rangkaian air terjun bertingkat, diawali dengan air terjun kembar yang dikenal sebagai Coban Manten. Aliran dari Coban Manten menyatu membentuk Coban Dudo, yang kemudian mengalir ke bawah dan menjadi Coban Rondo (Nugroho & Sugiyartno, 2015). Menurut BPS Kabupaten Malang (2020) Coban Rondo termasuk dalam anak sungai Konto yang memiliki panjang total sejauh 9 kilometer.

Sebagai bagian dari kawasan konservasi alam, Coban Rondo memiliki keanekaragaman flora, fauna, dan ekosistem yang kaya. Keunikan alam yang dimilikinya juga menjadi potensi besar untuk meningkatkan daya tarik wisata. Namun, sebagai destinasi yang telah lama populer dan banyak diminati. Coban Rondo menghadapi ancaman terhadap kelestarian ekosistem dan keanekaragaman hayatinya akibat tekanan dari aktivitas manusia (Hussen *et al.*, 2018).

Kawasan Coban Rondo juga mencakup area hutan yang dimanfaatkan oleh masyarakat setempat sebagai lahan produksi, terutama untuk menanam sayuran (Muttaqin, 2013). Selain itu, aliran sungai Coban Rondo digunakan untuk berbagai aktivitas, termasuk pariwisata, yang memungkinkan tercemarnya sungai oleh limbah dan sampah. Penurunan kualitas air juga berpotensi terjadi akibat limbah domestik dari aktivitas rumah tangga serta kegiatan perkebunan sayur di sekitar perairan Coban Rondo. Jika tidak dikelola dengan baik, peningkatan limbah tersebut dapat berdampak buruk pada ekosistem perairan dan kualitas lingkungan di kawasan Coban Rondo.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif kuantitatif dan kualitatif, dengan pendekatan eksplorasi. Data yang disajikan meliputi jumlah spesimen, morfologi spesimen, identifikasi spesies makrozoobentos, parameter fisika-kimia air berupa suhu, pH, kecepatan arus, TDS, TSS, DO, BOD, dan COD. Tingkat keanekaragaman makrozoobentos dan nilai korelasi makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia air sungai.

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2024 hingga Januari 2025 di aliran sungai Coban Rondo, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. Tempat pengambilan sampel dibagi menjadi tiga stasiun sesuai dengan kondisi lingkungan di sekitarnya. Identifikasi makrozoobentos dilakukan di Laboratorium Optik Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Sebagian parameter fisika-kimia air diukur secara langsung di lokasi penelitian (suhu, kecepatan arus, TDS, dan pH) dan sebagian (DO, BOD, COD, dan TSS) diuji di Laboratorium Lingkungan Hidup Perum Jasa Tirta I Kota Malang.

3.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi Jaring surber dengan ukuran mata jaring 1 mm, termometer, pH meter, TDS meter, wadah kaca gelap, wadah kaca bening, kuas, kertas label, nampan, penggaris, tali rafia, kamera, mikroskop, alat tulis, dan buku identifikasi. Sedangkan bahan yang digunakan adalah alkohol 70%, sampel air dan sampel makrozoobentos.

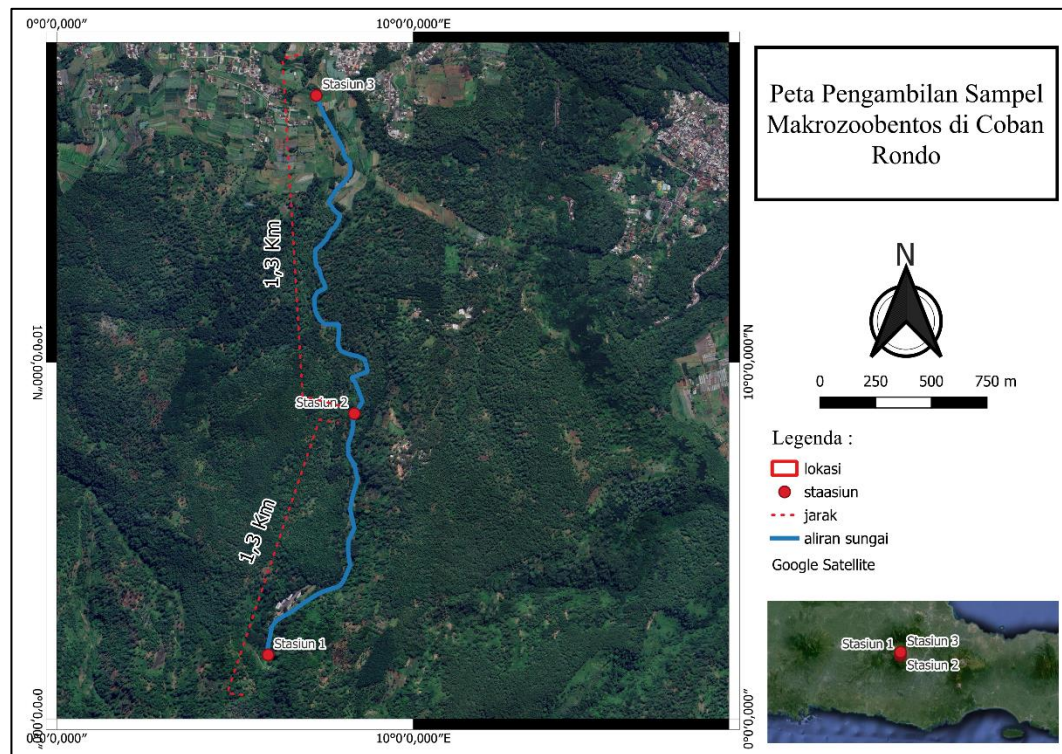
3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan ini bertujuan untuk menentukan titik stasiun pengambilan sampel dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Menurut Bana (2020) metode *Purposive Sampling* merupakan metode penentuan lokasi penelitian dengan pertimbangan hal-hal tertentu oleh peneliti. Kondisi lingkungan di sekitar stasiun, berbagai aktivitas manusia serta lokasi perairan menjadi pertimbangan yang digunakan dalam menentukan lokasi penelitian. Deskripsi kondisi setiap stasiun dapat dilihat pada tabel 3.1, gambar peta pada gambar 3.1 serta gambar stasiun lokasi penelitian pada gambar 3.2.

Tabel 3. 1 Deskripsi Kondisi Stasiun

Stasiun	Koordinat	Deskripsi
I	7°53'02.6" S, 112°28'36.6" E	Lokasi dekat dengan air terjun serta pusat ekowisata, banyak wisatawan yang melakukan aktivitas di dalam aliran Sungai, dasar berbatu yang berukuran besar- sedang
II	7°52'27.6" S, 112°28'49.2" E	Lokasi di sekitar hutan produksi dan beberapa lahan perkebunan, dengan tutupan pepohonan di kiri dan kanan, dasar berpasir dan batuan kecil serta minim akan aktivitas manusia
III	7°51'41.4" S, 112°28'43.6" E	Lokasi dekat dengan pemukiman, dengan tutupan di sisi kanan dan kiri lokasi berupa perkebunan warga, dengan dasar batuan kecil



Gambar 3. 1 Peta Stasiun (Qgis, 2024)



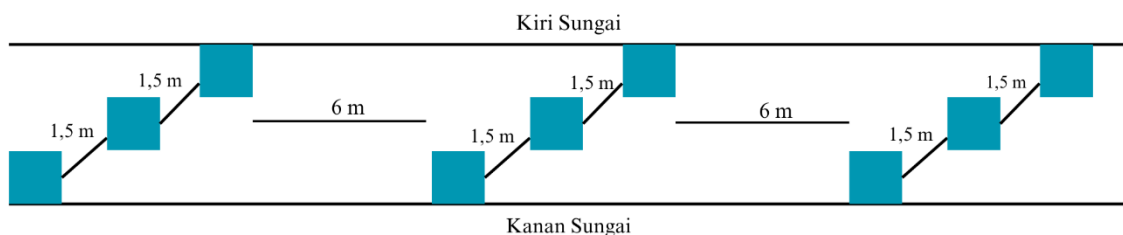
Gambar 3.2 Foto lokasi (Dokumentasi Pribadi, 2024). (A) stasiun I, (B) stasiun II, (C) stasiun III.

3.4.2 Pengambilan Sampel Makrozoobentos dan Sampel air

Sampel diambil dari tiga stasiun yang telah ditentukan, sesuai Tabel 3.1, yang tersebar sepanjang aliran Sungai Coban Rondo, dengan jarak antar stasiun sekitar

$\pm 1,3$ km dan jarak total dari stasiun pertama hingga ketiga $\pm 2,6$ km, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.2. Pada setiap stasiun, pengambilan sampel dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan dengan jarak antar substasiun 6 meter, sesuai dengan Gambar 3.3. Setiap stasiun mencakup tiga plot sampling yang mewakili tepi kanan, kiri, dan tengah sungai. Sampel diambil dari titik-titik ini menggunakan plot berukuran 1 x 1 meter, dengan alat jaring surber yang diposisikan berlawanan arah arus.

Makrozoobentos pada batuan dalam jaring Surber diambil dan diletakkan ke dalam nampan lalu disikat menggunakan kuas dan dipindahkan ke dalam botol berisi alkohol 70%. Setiap botol sampel diberi label untuk memastikan identitas stasiun agar pengulangan sampel tidak tertukar. Sampel air diambil pada setiap stasiun yang sama dengan pengambilan sampel makrozoobentos. Sampel air diletakkan pada wadah berupa botol sampel gelap berkapasitas 1,5 liter yang diberi label berbeda setiap stasiun dan ulangan. Sampel air diambil dengan cara memasukan air kedalam botol menghadap arah datangnya arus, lalu dimasukan kedalam *coolbox* dengan penambahan *icepack* agar tetap dingin. Sampel kemudian diidentifikasi di laboratorium. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak tiga kali ulangan dengan jeda 2 minggu setiap ulangnya.



Gambar 3.3 Desain Penelitian Pengambilan Sampel Makrozoobentos

Keterangan : 1,5 m :jarak antar plot, 6m: Jarak antar Persub Stasiun. Pengambilan sampel di mulai dari sub stasiun paling atas (kiri) menuju ke sub stasiun paling bawah (kanan)

3.4.3 Identifikasi Sampel Makrozoobentos

Spesimen makrozoobentos diamati morfologinya dengan menggunakan mikroskop stereo lalu didokumentasikan dan diidentifikasi menggunakan buku acuan Rufusova *et al.*, (2017) dan Oscoz *et al.*, (2011) serta beberapa sumber literatur resmi dari internet. Selanjutnya makrozoobentos yang telah diidentifikasi dihitung dan dipisahkan tiap spesimen dan stasiunnya. Tabel perekam data untuk jumlah sampel yang telah didapatkan dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3. 2 Data Makrozoobentos Coban Rondo

No	Famili	Genus	Spesies	Stasiun I			Stasiun II			Jumlah
				U1	U2	U3	U1	U2	U3	

3.4.4 Pengukuran Parameter fisika-kimia

Parameter air sungai berupa suhu, TDS, dan pH diukur secara langsung di stasiun penelitian. Pengukuran suhu dilakukan menggunakan termometer, pH diukur menggunakan pH meter dan TDS menggunakan TDS meter. Sedangkan parameter air berupa DO, BOD, COD, dan TSS diuji di Laboratorium Perum Jasa Tirta I Malang.

3.5 Analisis Data

3.5.1 Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener

Analisis data terkait tingkat keanekaragaman dalam penelitian ini menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') dengan rumus sebagai berikut (Hammer *et al.*,2024):

$$H' = - \sum_i \frac{n_i}{n} \ln p \frac{n_i}{n}$$

Keterangan :

H' = Indeks Keanekaragaman shannon-Wiener

$P_i = n_i/N$

n_i = Jumlah individu masing-masing jenis

n = Jumlah individu total dari seluruh jenis

Kategori nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener yaitu $H' < 1$ menunjukkan keanekaragaman rendah, $1 < H' < 3$ menunjukkan keanekaragaman sedang, dan $H' > 3$ menunjukkan keanekaragaman tinggi (Fachrul, 2007). Perhitungan menggunakan PAST 4.17.

3.5.2 Indeks Dominansi Simpson

Analisis data terkait tingkat dominansi dianalisis dengan menggunakan indeks dominansi Simpson (D) dengan rumus sebagai berikut (Hammer *et al.*, 2024):

$$D = \sum \left[\frac{n_i}{N} \right]^2$$

Keterangan :

D = Indeks dominansi simpson

n_i = jumlah individu jenis ke-i

N = Jumlah total individu

Kategori indeks dominansi Simpson yaitu jika D mendekati 0 ($C < 0,5$) menunjukkan tidak ada jenis yang mendominasi dan D mendekati 1 ($C > 0,5$) menunjukkan ada jenis yang mendominasi (Fachrul, 2007). Perhitungan menggunakan PAST 4.17.

3.5.3 Indeks Kemerataan Evenness

Analisis data terkait tingkat kemerataan dianalisis dengan menggunakan indeks kemerataan Buzas and Gibson's dengan rumus sebagai berikut (Hammer *et al.*, 2024):

$$E = e^{H'} - S$$

Keterangan :

E = indeks kemerataan

H = indeks Keanekaragaman Jenis

S = Jumlah jenis

e = Jumlah konstanta eler (2,718) (Pratiwi dkk., 2020).

Besaran $E < 0.3$ menunjukkan kemerataan jenis rendah, $0.3 < E < 0.6$ menunjukkan tingkatan jenis tergolong sedang dan $E > 0.6$ menunjukkan tingkat kemerataan jenis tergolong tinggi (Mukti, 2023). Perhitungan menggunakan PAST 4.17.

3.5.4 Indeks Kekayaan Jenis Margalef

Analisis data terkait tingkat kekayaan jenis dianalisis dengan menggunakan indeks kekayaan jenis margalef (R) dengan rumus sebagai berikut (Hammer *et al.*, 2024):

$$R = (S-1)/\ln(n)$$

Keterangan :

R = Indeks kekayaan jenis margalef

S = jumlah total spesies

n = Jumlah total individu

Kategori indeks dominansi Simpson yaitu jika $R < 3,5$ menunjukkan kekayaan jenis rendah, jika $R = 3,5 - 5,0$ menunjukkan kekayaan jenis yang tergolong sedang dan jika $R > 3,5$ menunjukkan kekayaan jenis tinggi (Mukti, 2023). Perhitungan menggunakan PAST 4.17.

3.5.5 Analisis Korelasi

Analisis korelasi pearson menggunakan metode komputerisasi PAST 4.17. Analisis korelasi Pearson digunakan untuk mengetahui korelasi keanekaragaman makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia air sungai. Menurut Jabnabilla & Margina (2022) nilai koefisien korelasi disajikan pada Tabel 3.3 berikut :

Tabel 3. 3 Nilai koefisien korelasi

Interval koefisiensi korelasi	Tingkat Hubungan
0,00-0,20	Sangat lemah
0,20-0,40	Lemah
0,40-0,60	Sedang
0,60-0,80	Kuat
0,80-1,00	Sangat Kuat

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Spesies Makrozoobentos di Coban Rondo

Total 15 spesies makrozoobentos berhasil ditemukan di perairan Coban Rondo. Ke- 15 spesies tersebut dikelompokkan dalam 15 genus, dan 15 famili. Jumlah dan jenis spesies bervariasi di setiap stasiun. Stasiun I (dekat air terjun) ditemukan 11 spesies, didominasi oleh *Dugesia japonica*. Stasiun II (kawasan hutan produksi dan wisata) ditemukan 11 spesies, dengan *Simulium eximium* sebagai spesies terbanyak. Sementara itu, Stasiun III (kawasan perkebunan warga) hanya ditemukan 4 spesies, didominasi oleh *Baetis fuscatus*. Perbedaan jumlah dan jenis spesies ini mencerminkan perbedaan kondisi lingkungan pada masing-masing stasiun. Data lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.1. berikut :

Tabel 4.1 Jumlah spesimen makrozoobentos

Famili	Genus	Spesies	ST 1	ST 2	ST 3	Jumlah
Empididae	<i>Tipula</i>	<i>Tipula pruinosa</i>	3	1	0	4
Tabanidae	<i>Tabanus</i>	<i>Tabanus atratus</i>	2	1	0	3
Limoniidae	<i>hexatoma</i>	<i>Hexatoma pianigra</i>	1	0	0	1
Chironomidae	<i>Chironomus</i>	<i>Chironomus columbiensis</i>	0	0	1	1
Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	<i>Hydropsyche angustipennis</i>	22	35	3	60
Simuliidae	<i>Simulium</i>	<i>Simulium eximium</i>	1	44	0	45
Glossosomatidae	<i>Glossosoma</i>	<i>Glossosoma boltani</i>	5	7	0	12
Baetidae	<i>Baetis</i>	<i>Baetis fuscatus</i>	11	35	6	52
Perlidae	<i>Neoperla</i>	<i>Neoperla mindoroensis</i>	17	0	0	17
Caenidae	<i>Caenis</i>	<i>Caenis vanutensis</i>	0	1	0	1
Libellulidae	<i>Trithemis</i>	<i>Trithemis aurora</i>	0	1	3	4
Platycnemididae	<i>Calicnemia</i>	<i>Calicnemia eximia</i>	0	6	1	7
DugesIIDae	<i>Dugesia</i>	<i>Dugesia japonica</i>	31	6	0	37
Elmidae	<i>Stelmis</i>	<i>Stelmis aritai</i>	2	1	0	3
Potamonautidae	<i>Potamonautas</i>	<i>Potamonautes karooensis</i>	1	0	0	1
	Total		96	138	14	248

Spesies yang paling banyak ditemukan dalam penelitian ini adalah *Hydropsyche angustipennis*, dengan jumlah individu sebanyak 60 ekor (Tabel 4.1). Spesies ini tersebar merata di seluruh stasiun pengamatan, yaitu Stasiun I, II, dan III. *Hydropsyche angustipennis* termasuk dalam genus *Hydropsyche* dan tergolong ke dalam famili Hydropsychidae. Menurut Ficsor & Csabai (2021), famili Hydropsychidae merupakan salah satu famili dengan penyebaran yang luas, dari bagian hulu hingga ke muara sungai. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian oleh Octavina *et al.* (2025), yang menyebutkan bahwa *Hydropsyche angustipennis* merupakan spesies yang paling dominan ditemukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Aceh. Kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap kondisi perairan tercemar, seperti lingkungan dengan kadar oksigen rendah, ditunjukkan oleh larva *Hydropsyche angustipennis* melalui peningkatan laju ventilasi yang memungkinkan penyerapan oksigen lebih efisien (Van der Geest, 2007). Adaptasi ini menjadikan spesies tersebut mampu bertahan hidup dan tersebar luas di seluruh lokasi pengamatan.

Spesies berikutnya yang memiliki jumlah terbanyak adalah spesies *Baetis fucatus* yang ditemukan berjumlah 52 ekor serta ditemukan di seluruh stasiun (Tabel 4.1). Spesies ini masuk ke dalam genus *Baetis* yang memiliki kemampuan beradaptasi yang tinggi terhadap berbagai kondisi perairan, sebagaimana dijelaskan oleh Oscoz *et al.* (2011). Ketahanan adaptasi ini memungkinkan mereka untuk bertahan hidup pada berbagai bagian ekosistem perairan, baik di area dengan aliran deras maupun di perairan yang lebih tenang. Fleksibilitas habitat tersebut membuat peluang keberadaan *Baetis* di suatu sungai menjadi lebih tinggi.

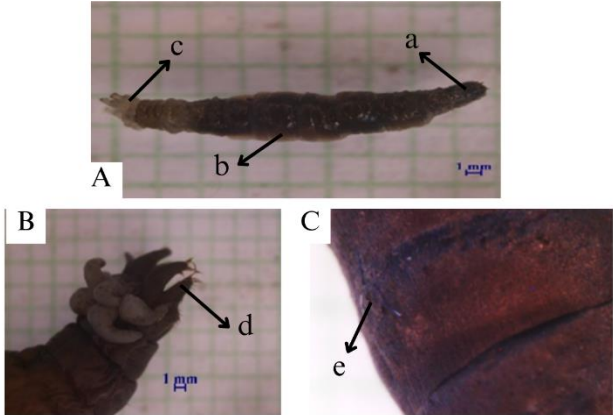
Jumlah spesies tertinggi ketiga yang ditemukan adalah *Simulium eximum*, dengan total sebanyak 45 individu (Tabel 4.1). Spesies ini tergolong dalam genus *Simulium* dan termasuk dalam famili Simuliidae. Menurut Rufusova *et al.* (2017), anggota famili Simuliidae umumnya hidup di perairan yang mengalir dan dapat dijumpai di berbagai bagian ekosistem perairan. famili ini berperan sebagai kolektor-filter, yaitu organisme yang menyaring partikel halus dari air, serta diketahui sangat sensitif terhadap pencemaran bahan organik.

Penelitian yang dilakukan oleh Rohma *et al.* (2018), ditemukan bahwa keberadaan berbagai spesies *Simulium* pada 19 lokasi air terjun di Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) Bogor memiliki korelasi yang erat dengan tingkat naungan vegetasi di sekitarnya. Oleh karena itu, keberlimpahan *Simulium eximum* pada Stasiun II dapat dikaitkan dengan kondisi lingkungan yang memiliki naungan pohon yang rapat, mengingat lokasi tersebut berada dalam kawasan hutan produksi. Karakteristik famili Simuliidae yang sensitif terhadap pencemaran bahan organik juga menjelaskan mengapa *Simulium eximum* tidak ditemukan di Stasiun III. Stasiun ini terletak di dekat area perkebunan dan pemukiman warga, yang kemungkinan besar terpapar limbah hasil aktivitas pertanian dan domestik, sehingga menurunkan kualitas habitat bagi spesies yang sensitif seperti *Simulium eximum*.

Makrozoobentos merupakan organisme benthik yang hidup di dasar perairan. Keanekaragaman dan kelimpahan makrozoobentos dapat mencerminkan kondisi fisik, kimia, dan biologi suatu perairan. Dalam penelitian ini, dilakukan identifikasi spesies makrozoobentos yang ditemukan di setiap stasiun pengamatan untuk

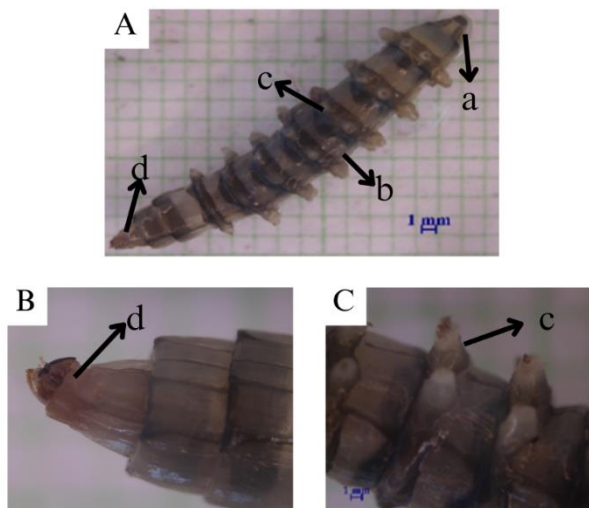
mengetahui jenis spesies. Hasil identifikasi tersebut disajikan dalam Tabel 4.2, yang mencakup nama spesies, serta ciri morfologinya.

Tabel 4. 2 Identifikasi spesies makrozoobentos

Gambar	Ciri
	Famili: memiliki bentuk tubuh sub silindris tanpa adanya kaki (Gambar 4.1 A) (Oscos et al., 2011). Genus : memiliki spiracel serta papila pada ujung posterior (Gambar 4.1 B) (Podenine et al., 2019). Spesies : memiliki satae pada abdomen segmen ke 2 (Gambar 4.1 C) (Podenine et al., 2019).

Gambar 4.1 *Tipula pruinosa*

A. Hasil Penelitian B. Gambar bagian anal C. Gambar bagian abdomen. a. kepala b. abdomen c. papilad d.spiracle e. satae



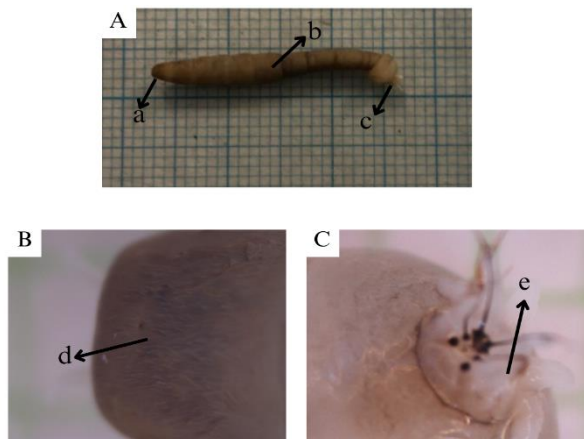
Gambar 4.2 *Tabanus atratus*

A. Hasil Penelitian B. Gambar bagian anal C. gambar bagian abdomen. a. Kepala, b.Abdomen, c. Tonjolan, d.Sifon

Famili: bentuk tubuh silindris dan gelendong (Gambar 4.2 A) (Garber bagriel, 2002).

Genus : mereka biasanya memiliki sifon pernapasan yang pendek dan kurang lebih berbentuk kerucut (Gambar 4.2 B) (oscoz et al., 2011).

Spesies : memiliki 4 pasang prolegs pada setiap segmen abdomen (Gambar 4.2 C) (Diversity. org).



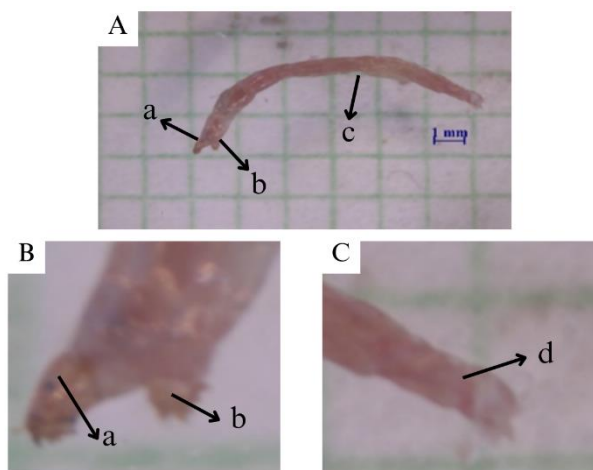
Gambar 4.3 *Hexatoma pianigra*

A. Hasil Penelitian B. Bagian anterior C. Bagian Posterior. a. Kepala, b. Abdomen, c. Spiracle d. rambut, e. lobus

Famili: Larva memiliki empat atau lima lobus yang biasanya mengelilingi spirakel posterior, tetapi kadang-kadang lobus ini tidak ada (Gambar 4.3 C) (Rufusova *et al.*, 2017).

Genus : Tubuh ditutupi dengan rambut pendek berwarna kuning kecoklatan, yang memberi warna keemasan pada tubuh (Gambar 4.3 B) (Podiniene *et al.*,2023).

Spesies : spirakular dikelilingi oleh empat lobus (Gambar 4.3 C) (Podiniene *et al.*,2023).



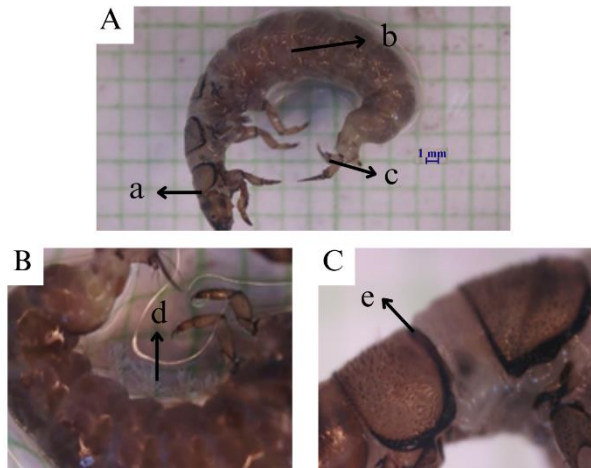
Gambar 4.4 *Chironomus columbiensis*

A. Hasil Penelitian B. Bagian anterior C. Bagian posterior. a. Kepala, b. Prolegs, c. Abdomen, d. insang

Famili: memiliki bentuk tubuh silindris (Gambar 4.4 A) (garber gabriel, 2002).

Genus : memiliki warna tubuh merah muda karena tingginya akan kandungan hemoglobin (Gambar 4.4 A) (Rayes *et al.*, 2021).

Spesies : memiliki kepala yang kecil dengan prolegs dibawah kepala serta insang pada ujung posterior (Gambar 4.4 C) (Ospina *et al.*, 2019).



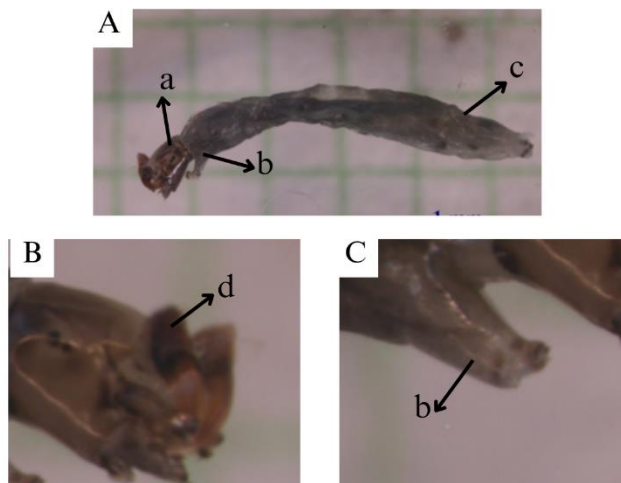
Gambar 4.5 *Hydropsyche angustipennis*

A. Hasil Penelitian B. Bagian abdomen C. Bagian toraks
a. Kepala. b. Abdomen, c. Satae, d. insang, e. protonum.

Famili : memiliki insang lateroventral pada bagian abdomen (Gambar 4.5 B) (Oscoz *et al.*,2011).

Genus : tiga segmen toraks ditutupi dengan insang sklerotisasi (Gambar 4.5 B) (Rufusova *et al.*, 2017).

Spesies : Terdapat insang berumbai pada segmen abdomen hingga segmen ke-7. Tidak terdapat bulu panjang pada margin depan pronotum. (Gambar 4.5 C) (Tszydel *et al.*, 2021).



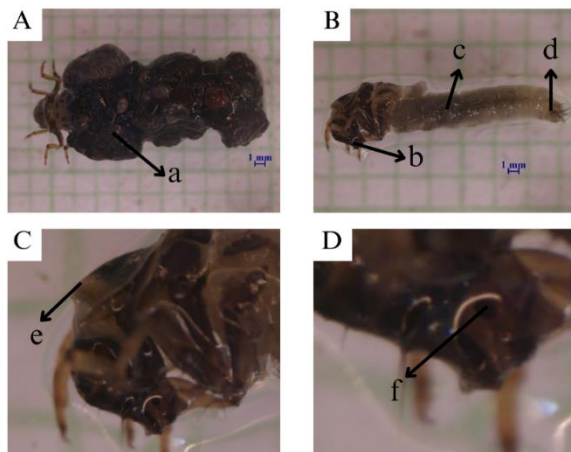
Gambar 4.6 *simulium eximium*

A. Hasil Penelitian B. Bagian Kepala C. Bagian Prolegs (Kim, 2020). A. Kepala, b. Apikal, c. Prothoracic proleg.
d. kipas laberal

Famili: Larva Simuliidae memiliki tubuh berbentuk subsilinder dengan dua bagian melebar, satu di toraks dan satu lagi di ujung posterior abdomen (Gambar 4.6 A) (Rufusova *et al.*, 2017).

Genus : memiliki kipas labral yang menonjol dan perut yang bengkak (Gambar 4.6 B) (Umar *et al.*,2013)

Spesies : Kapsul kepala berwarna coklat muda hingga gelap, lengkap, dan sepenuhnya terekspose, dilengkapi dengan sepasang struktur seperti kipas (labral fans), terdapat satu proleg (kaki semu) ventral pada segmen thoraks pertama (Gambar 4.6 C) (Takaoka *et al.*, 2006).



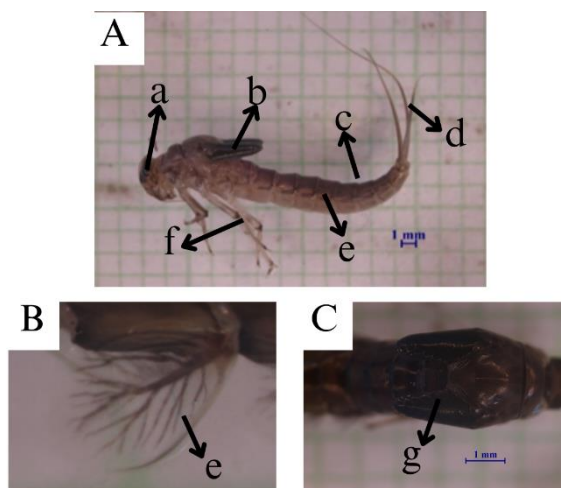
Gambar 4.7 *Glossosoma boltani*

A. Hasil Penelitian B. Bagian Tanpa cangkang C. Bagian Kepala D. Bagian mulut (Macroinvertebrates.org, 2025).
a. selubung, b. kepala, c. abdomen, d. anal, e. pronotum. f. labial.

Famili : memiliki cangkang
Bagian atas cembung dan bagian bawah datar, sering ditemukan di bebatuan (Gambar 4.7 A) (Rufusova *et al.*, 2017).

Genus : Pronotum mengalami sklerotisasi dan lempeng prosternal menonjol (Gambar 4.7 B) (Ozcsoy *et al.*, 2011).

Spesies: kaki depan larva *Glossosoma boltani* muncul di bagian depan pronotum, rumah berbentuk pelana dari batu kecil, mandibula sebagian ditutupi oleh labrum dan maksila (Gambar 4.7 C) (krings *et al.*, 2024).



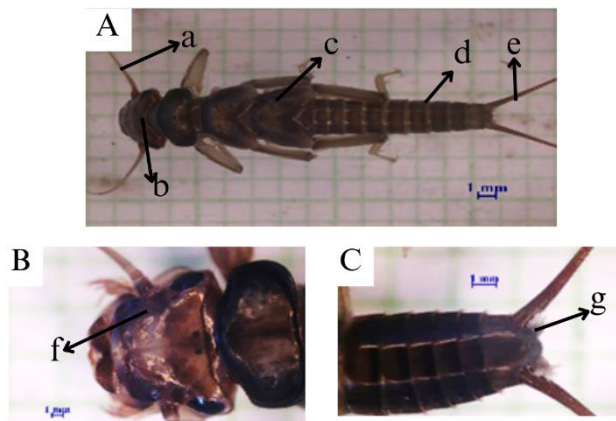
Gambar 4.8 *Baetis fuscatus*

A. Hasil Penelitian B. Bagian insang C. Bagian toraks. a. kepala, b. bantalan sayap, c. abdomen, d. cerci, e. insang, f. kaki, g. toraks

Famili: Baetidae memiliki tubuh fusiform, subsilindris (Gambar 4.8 A) (Oscosy *et al.*, 2011).

Genus : memiliki insang lamela tunggal dengan tepi bergerigi halus yang terdapat pada ruas I–VII atau II–VI (Gambar 4.8 B) (Yule & Yong, 2004).

Spesies: Toraks terdiri dari tiga segmen dengan struktur kuat, memiliki sepuluh segmen dengan bentuk yang fleksibel dan memanjang. Terdapat insang lateral pada bagian segmen abdomen (Gambar 4.8 C) (EL yaagoubi *et al.*, 2023),



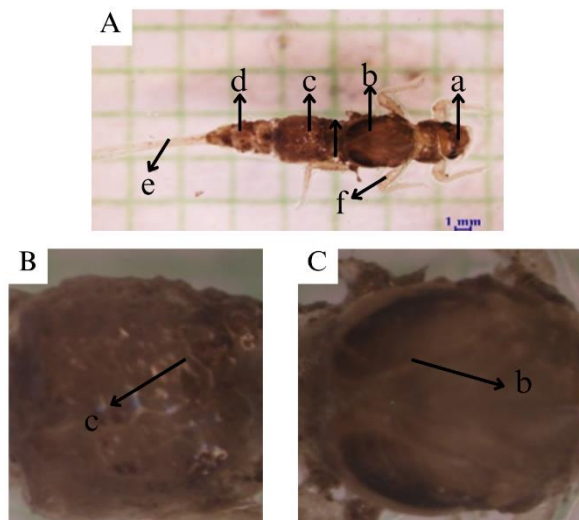
Gambar 4.9 *Neoperla mindoroensis*

A. Hasil Penelitian B. Bagian kepala C. Bagian Posterior.
a. antena, b. kepala, c. bantalan sayap, d. abdomen, e. cerci, f. corak kepala, g. insang dubur

Famili : perlidae memiliki Tubuh pipih dorsoventral, dengan dua cerci pada bagian ujung (Gambar 4.9 A) (Oscos *et al.*, 2011).

Genus : tidak ada bulu sepanjang bantalan sayap dan terdapat insang dubur (Gambar 4.9 C) (Yule & Yong, 2004).

Spesies : Kepala memiliki corak khas dengan bintik-bintik gelap, Paraproct berbentuk unik dengan tonjolan khas (Gambar 4.9 B) (Pelingen & Freitag, 2020).



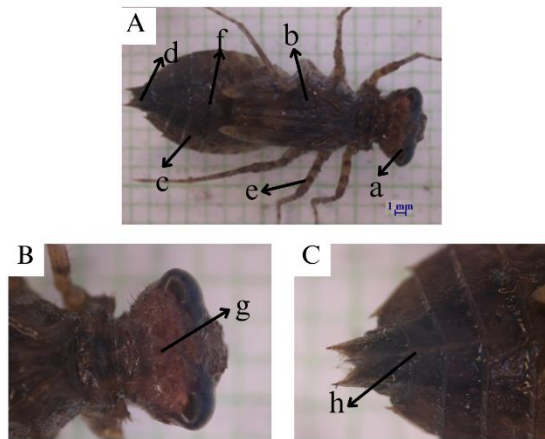
Gambar 4.10 *Caenis vanutensis*

A. Hasil Penelitian B. Bagian insang C. Bagian bantalan sayap. a. kepala, b. Bantalan sayap, c. Insang, d. Abdomen, e. Cerci, f. Kaki

Famili : Caenidae memiliki Tubuh dan kaki pendek, memiliki dua cerci pada ujung tubuh (Gambar 4.10 A) (Rufusova *et al.*, 2017)

Genus: Cenis memiliki insang operkulat (Gambar 4.10 B) (Throp & Chovic, 2009).

Spesies: Memiliki sayap depan berukuran kecil dengan vena longitudinal yang sederhana dan sedikit atau tanpa vena melintang (Gambar 4.10 C) (Malzacher & Staniczek, 2007).



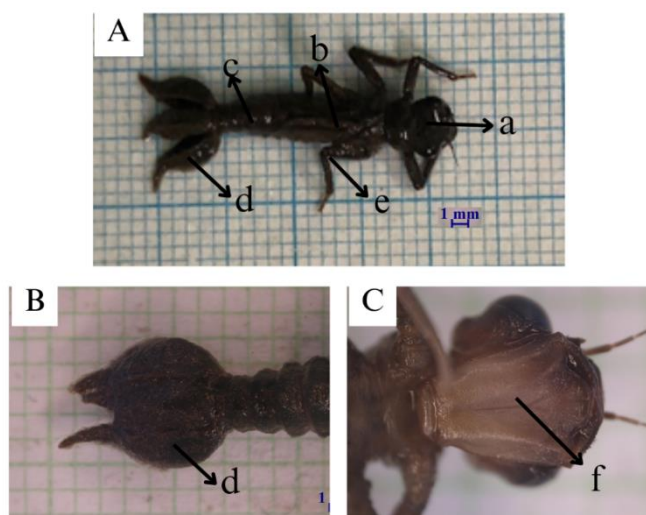
Gambar 4.11 *Trithemis aurora*

A. Hasil Penelitian B. Bagian kepala C. Bagian abdomen.
a. Kepala, b. Bantalan sayap, c. Abdomen, d. Anal, e. Kaki, f. Duri punggung

Famili: libellulidae
memiliki bentuk tubuh pendek dan lebar dengan topeng labial berbentuk sendok (Gambar 4.11 A) (Umar *et al.*, 2013).

Genus : kepala berbentuk pentagonal dengan tanda-tanda besar berwarna merah kecoklatan di belakang mata (Gambar 4.11 B) (biosch.hku, 2025).

Spesies: Terdapat duri punggung serta terdapat duri kecil di sisi segmen ke-8 dan ke-9. Ujung perut memiliki struktur periprokt berbentuk segitiga dengan epiprokt dan paraprokt yang meruncing serta cerci yang lebih pendek dari epiprokt (Gambar 4.11 C) (Paul & Kakkassery, 2013).

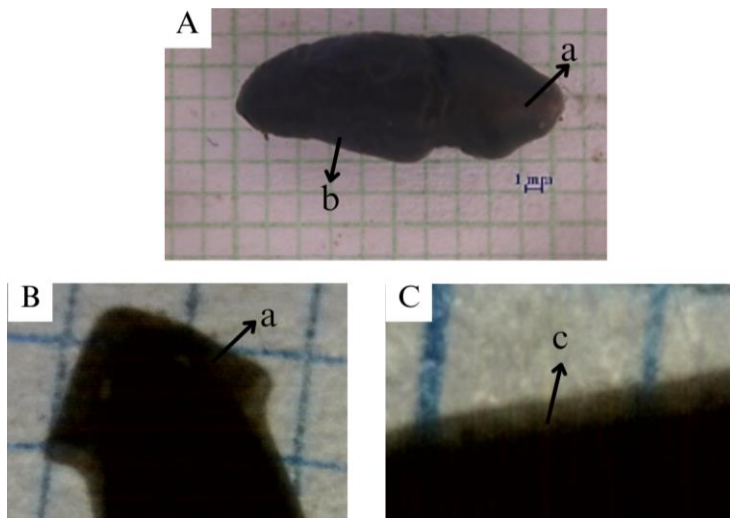


Gambar 4.12 *Calicnemia eximia*

A. Hasil Penelitian Bagian posterior C. bagian ventral mulut. a. Kepala, b. bantalan sayap, c. abdomen, d. caudal gills, e. kaki, f. paramental

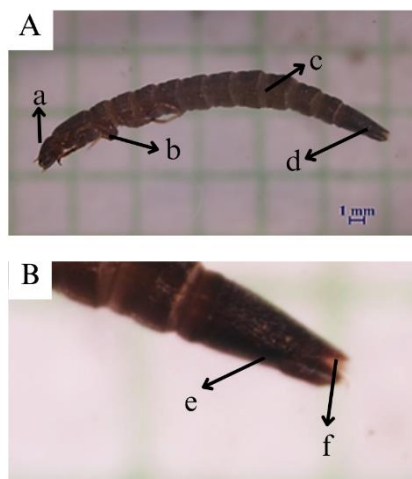
Famili : Tubuh biasanya kecil sampai sedang dengan bentuk badan yang ramping. Kepala relatif besar dengan mata yang menonjol dan melebar. Sayap transparan yang biasanya relatif lebar dan panjang. Kaki biasanya pendek dan kokoh, seringkali memiliki struktur khusus untuk membantu dalam pergerakan atau berposisi saat beristirahat. (Gambar 4.12 A) (Dawn, 2019)

Genus : genus *Calecnemia* memiliki Caudal gills berbentuk ri-radial, saccoid (Insang ekor berbentuk tiga cabang) (Gambar 4.12 B) (dawn, 2019)



Gambar 4.13 *Dugesia Japonica*

A. Hasil Penelitian B. Bagian kepala C. Bagian abdomen.
a. kepala, b. Abdomen, c. silia



Gambar 4.14 *Stenelmis aritai*

A. Hasil Penelitian B. Bagian Posterior. a . Kepala, b. Kaki, c. Abdomen, d. Insang, e. flap f, insang

Spesies: Tidak memiliki seta premental, (Gambar 4.12 C) (Dawn, 2019)

Famili : famili dugesidae memiliki bentuk tubuh tanpa segmen (Gambar 4.13 A) (Oszcos, 2011).

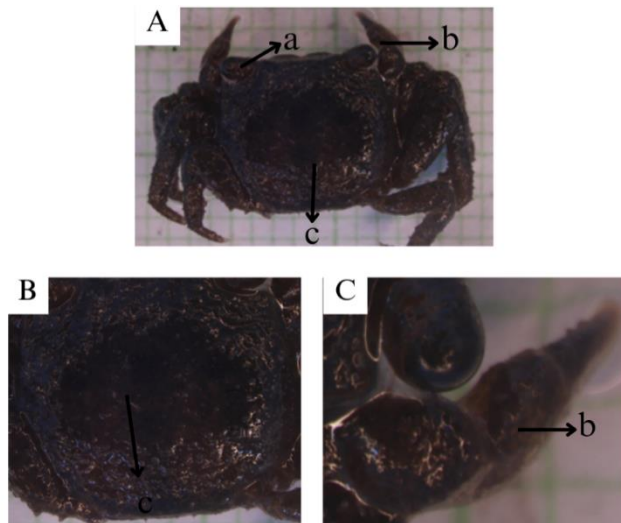
Genus :memiliki bentuk kepala segitiga (Gambar 4.13 B) (Tian *et al.*, 2022)

Spesies : Tubuh umumnya berwarna coklat kehitaman, tampak ramping dengan tubuh pipih dan bersilia, serta memiliki struktur sistem reproduksi yang khas dalam hal posisi dan bentuk organ reproduksi internalnya (Gambar 4.13 C) (Dong *et al.*, 2018).

Famili : Famili elmidae memiliki ruas abdomen terakhir lebih panjang (Gambar 4.14 A) (Oszcoz *et al.*, 2011).

Genus : Larva elongate dan agak memanjang, menyempit dari tengah ke posterior. Permukaan tubuh umumnya matte berwarna hitam atau coklat gelap. Memiliki spirakel yang menonjol pada mesothorax dan segmen abdomen I hingga VIII (Gambar 4.14 A) (Hayashi & Kamite, 2015).

Spesies : Segmen kesembilan (segmen posterior) dilengkapi dengan flap seperti tutup (*operculum*) yang menutupi



Gambar 4.15 *Potamonautes karoensis*

A. Hasil Penelitian B. Bagian karapas C. Bagian capit. a. Mata, b. Capit, d. Karapas

insang berbentuk benang dan sepasang kait (Gambar 4.14 B) (Hayashi & Kamite, 2015).

Famili : bertubuh dorso-ventral dengan karapas keras yang besar menutupi tubuh kecuali kepala. Mata berada di tangkai dan antenanya sangat pendek (Gambar 4.15 A) (Umar *et al.*, 2013).

Genus : Karapas dengan tepi depan dan bagian punggung yang granulat (berbutir), biasanya dengan margin kasar dan berbentuk bujur sangkar (Gambar 4.15 B) (Daniels *et al.*, 2023)

Spesies: kaki capitnya memiliki jari bergerak yang ramping dan melengkung tinggi dengan tiga gigi besar serta beberapa gigi kecil di antaranya (Gambar 4.15 C) (Daniels *et al.*, 2023)

4.2 Hasil Indeks Keanekaragaman

Analisis indeks keanekaragaman makrozoobentos di kawasan Coban Rondo dilakukan untuk mengevaluasi kondisi ekologi perairan berdasarkan parameter keanekaragaman hayati. Parameter yang dihitung meliputi indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H'), indeks dominansi Simpson (D), indeks keseragaman (Evenness), serta indeks kekayaan jenis Margalef. Indeks keanekaragaman memberikan gambaran umum mengenai jumlah spesies dan proporsi relatif masing-masing spesies dalam komunitas, nilai H' yang tinggi menunjukkan komunitas yang stabil dan tidak didominasi oleh satu spesies tertentu. Sementara itu, indeks

dominansi mengukur sejauh mana satu atau beberapa spesies mendominasi komunitas, nilai dominansi yang tinggi menunjukkan rendahnya keanekaragaman dan adanya tekanan lingkungan tertentu. Indeks Evenness mencerminkan distribusi individu di antara spesies yang ada semakin tinggi nilai Evenness, semakin merata penyebaran individu antar spesies. Adapun indeks Margalef digunakan untuk mengevaluasi kekayaan spesies dalam komunitas dengan mempertimbangkan jumlah total spesies relatif terhadap jumlah individu. Hasil perhitungan dari masing-masing indeks tersebut disajikan pada Tabel 4.3 berikut ini :

Tabel 4. 3 Nilai indeks keanekaragaman

Indeks	Stasiun		
	I	II	III
Shannon Wiener (H')	1,895*	1,715*	1,346*
Dominansi (D)	0,1976*	0,2328*	0,2692*
Evenness (E)	0,5546	0,5052	0,9608
Margalef (R)	2,41	2,06	1,17

Keterangan: tanda ** berarti ada perbedaan nyata (signifikan) jika $p < 0,05$, sedangkan tanda * berarti tidak ada perbedaan nyata pada indeks keanekaragaman dan dominansi antar stasiun.

Hasil uji *T diversity* pada keanekaragaman serta dominansi stasiun I, II, dan III menunjukkan stasiun I tidak berbeda nyata dengan stasiun II dan III serta stasiun II tidak berbeda nyata dengan stasiun III. Keanekaragaman makrozoobentos di stasiun I tergolong sedang, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai indeks Shannon-Wiener (H') sebesar 1,895 (Tabel 4.2) nilai dominansi (D) di Stasiun I adalah 0,1976, mendekati nol ($D < 0,5$), yang menunjukkan tidak adanya spesies yang mendominasi secara signifikan. Dasar perairan yang berbatu dengan ukuran besar hingga sedang menciptakan habitat yang stabil serta menciptakan aliran air yang cukup deras Menurut Muhatdi dkk., (2017), aliran air yang berbatu akan menimbulkan aliran yang relatif deras yang membantu mempertahankan kadar

oksigen terlarut yang tinggi, yang penting bagi organisme akuatik. Aliran air yang tinggi juga akan berpengaruh terhadap transportasi makanan serta oksigen pada organisme air (Kadim & Passingih, 2024). Meskipun lokasi ini dekat dengan pusat wisata, keanekaragaman tetap terjaga, kemungkinan karena aliran air yang terus menerus yang berada di dekat air terjun akan memperbaiki kondisi perairan dan mengurangi dampak pencemaran.

Stasiun II yang berada di area hutan produksi dengan keberadaan beberapa lahan perkebunan, indeks keanekaragaman sedang ($H' = 1,715$) dan Indeks dominansi ($D = 0,2328$) (Tabel 4.2) yang menunjukkan tidak adanya spesies yang mendominasi secara signifikan namun sedikit lebih tinggi dibandingkan Stasiun I menunjukkan bahwa ada spesies tertentu yang mulai mendominasi komunitas, kemungkinan karena mereka lebih toleran terhadap perubahan lingkungan akibat aktivitas manusia. Menurunnya indeks keanekaragaman pada stasiun 2 menunjukkan walaupun kondisi lokasi stasiun II yang merupakan kawasan hutan produksi dan minim kegiatan pariwisata namun keberadaan lahan perkebunan di sekitar aliran sungai mungkin mulai mempengaruhi komunitas makrozoobentos. Aktivitas pertanian dapat menyebabkan masuknya bahan organik dan sedimen ke dalam sungai, yang pada akhirnya dapat mengubah komposisi spesies yang ada (Suharjono, 2021).

Hasil analisis pada stasiun III, yang dekat dengan permukiman dan area perkebunan, nilai keanekaragaman ($H' = 1,346$) dan indeks dominansi ($D = 0,2692$) yang tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa lingkungan di lokasi ini lebih tertekan dibandingkan dua stasiun lainnya, sehingga hanya spesies tertentu yang mampu bertahan dan berkembang dalam kondisi tersebut. Peningkatan dominansi spesies

tertentu sering kali menjadi indikasi bahwa kondisi ekosistem telah mengalami gangguan, seperti pencemaran dari limbah rumah tangga atau limpasan pestisida dan pupuk dari area perkebunan. Lokasi stasiun III yang berada di daerah perkebunan serta dekat dengan pemukiman dapat memungkinkan limbah rumah tangga maupun perkebunan akan mengalir ke sungai dan mengakibatkan perubahan konsentrasi zat organik yang akan mengubah kualitas perairan serta komposisi organisme yang hidup termasuk makrozoobentos (Purba, 2021).

Indeks kemerataan (Evenness) tertinggi hingga terendah secara berurutan diperoleh pada stasiun III, I dan II (Tabel 4.2). Hasil analisis menunjukkan bahwa stasiun III memiliki nilai 0,9608 (tinggi), stasiun I 0,5546 (sedang), dan stasiun II 0,5052 (sedang). Semakin mendekati angka 1, semakin tinggi kemerataan suatu jenis dalam habitat tersebut, begitu pula sebaliknya (Mukti, 2023). Persebaran dikatakan merata apabila setiap jenis memiliki peluang yang sama untuk ditemukan dalam pengambilan sampel secara acak (Wahyuningsih dkk., 2019). Hal tersebut sejalan dengan tingginya nilai evenness pada stasiun III yang termasuk kategori tinggi yang berarti semua spesies yang ditemukan memiliki jumlah individu yang hampir sama. Selain itu, menurut Pertiwi dkk. (2020), suatu komunitas dianggap stabil apabila jumlah individu dari setiap spesies yang ada tersebar secara merata.

Sementara itu, nilai Indeks Margalef yang mengukur kekayaan spesies menunjukkan pola yang berbeda. Menurut Lestari dkk. (2021), nilai Indeks Keanekaragaman yang tinggi cenderung disertai dengan nilai Indeks Margalef yang tinggi pula. Hal ini sejalan dengan hasil pengamatan di Sungai Coban Rondo, dimana nilai indeks Margalef menunjukkan urutan dari yang tertinggi hingga terendah yaitu Stasiun I (2,41), Stasiun II (2,06), dan Stasiun III (1,17). Hasil

tersebut menunjukkan bahwa indeks kekayaan jenis di seluruh stasiun tergolong rendah yang hanya ditemukan total sebanyak 15 spesies makrozoobentos. Rendahnya nilai kekayaan jenis secara umum dapat pula dipengaruhi oleh kondisi saat pengambilan sampel yang dilakukan pada musim hujan, di mana derasny arus air memungkinkan makrozoobentos terbawa aliran air (Siagian dkk., 2023). Selain itu, sungai Coban Rondo merupakan tipe sungai yang memiliki arus yang deras sehingga kurangnya heterogenitas habitat yang menyebabkan jenis-jenis makrozoobentos yang ditemukan lebih terbatas (Mukti, 2023)

Hasil identifikasi makrozoobentos yang diperoleh menunjukkan bahwa Allah SWT telah menciptakan makhluknya bukan hanya manusia saja melainkan ada beraneka ragam makhluk bahkan ada juga yang belum diketahui manusia. Allah SWT dalam menciptakan makhluknya telah tertuai dalam firmanNya dalam Q.S Al-An'am [6] : 38 berikut :

وَمَا مِنْ دَابَّةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا طَائِرٍ يَطِيرُ بِجَنَاحَيْهِ إِلَّا أُمٌّ أَمْثَالُكُمْ مَا فَرَّطْنَا فِي الْكِتَابِ مِنْ شَيْءٍ ثُمَّ إِلَىٰ رَبِّهِمْ يُحْشَرُونَ ﴿٣٨﴾

Artinya : *“Tidak ada seekor hewan pun (yang berada) di bumi dan burung-burung yang terbang dengan kedua sayapnya, melainkan semuanya merupakan umat (juga) seperti kamu.) Tidak ada sesuatu pun yang Kami luputkan di dalam kitab) kemudian kepada Tuhannya mereka dikumpulkan”* (QS Al-An'am [6] : 38).

Dalam Tafsir Kementerian Agama RI (2019) dijelaskan bahwa makhluk ciptaan Allah SWT di muka bumi ini tidak terbatas pada manusia saja, tetapi mencakup berbagai jenis makhluk hidup lainnya yang tersebar di darat maupun di perairan. Keanekaragaman makhluk tersebut menjadi bukti nyata atas kekuasaan dan kebesaran-Nya, bahkan hingga kini masih banyak di antaranya yang belum

diketahui atau teridentifikasi oleh manusia. Selanjutnya, dalam Tafsir Al-Misbah Shihab (2002), disebutkan bahwa istilah “دَابَّةٌ” merujuk pada seluruh makhluk hidup yang bergerak, termasuk yang berada di wilayah perairan. Hal ini sejalan dengan fakta bahwa sekitar tiga perempat dari permukaan bumi terdiri atas air, yang menjadi habitat bagi berbagai jenis organisme, termasuk makrozoobentos. Sementara itu, Ibnu Katsir dalam Ghoffar dkk (2004) dalam tafsirnya terhadap surah Al-An‘am ayat 38 menjelaskan bahwa ungkapan “أُمَّمٌ أَمْثَالُكُمْ” yang berarti *"umat-umat seperti kalian"* menunjukkan bahwa seluruh makhluk hidup tersebut adalah bagian dari umat Allah, masing-masing memiliki sistem, perilaku, dan fungsi dalam kehidupan sebagaimana manusia. Hal ini mengisyaratkan bahwa mereka juga adalah ciptaan Allah yang berada dalam pengawasan dan pengaturan-Nya,

4.3 Parameter Fisika-Kimia

Pengukuran parameter fisika-kimia air di kawasan Coban Rondo dilakukan untuk menilai kualitas air sungai berdasarkan ketentuan baku mutu lingkungan yang tercantum dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. Setiap parameter yang diukur dibandingkan dengan standar baku mutu air kelas II sesuai PP No. 22 Tahun 2021. Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi apakah kualitas air di lokasi penelitian masih berada dalam ambang batas yang diperbolehkan serta untuk mengidentifikasi potensi dampaknya terhadap organisme akuatik, termasuk komunitas makrozoobentos. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kualitas air di Stasiun I, II, dan III cenderung mengalami penurunan secara berurutan; Stasiun I memiliki kualitas air terbaik, diikuti oleh Stasiun II, sedangkan Stasiun III menunjukkan kondisi paling terpengaruh. Secara umum, nilai-nilai

parameter di ketiga stasiun masih berada dalam kisaran baku mutu kelas II, kecuali untuk dua parameter, yaitu DO (*Dissolved Oxygen*) dan BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), yang pada beberapa stasiun menunjukkan nilai sesuai dengan baku mutu kelas III. Nilai-nilai hasil pengukuran dari masing-masing parameter fisika-kimia air disajikan secara rinci pada Tabel 4.4 berikut ini, beserta perbandingannya terhadap baku mutu berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021.

Tabel 4.4 Parameter Fisika-Kimia Sungai Coban Rondo

Parameter	Stasiun			Baku Mutu			
	ST 1	ST 2	ST 3	I	II	III	IV
Suhu (°C)	19,4 (22)*	20,6 (22)*	20,8 (22)*	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 3
pH	8,1*	8,0*	8,5*	6-9	6-9	6-9	6-9
TDS (mg/L)	0,52*	0,52*	0,60*	1000	1000	1000	2000
TSS (mg/L)	12,86*	15,74*	25,31*	40	50	100	200
DO (mg O ₂ /L)	5,7*	5,6*	5,5*	6	4	3	1
BOD (mg/L)	4,2*	5,0*	6,0*	2	3	6	12
COD (mg/L)	15,71*	17,1*	18,85*	10	25	40	80
Kecepatan arus (m/s)	0,8*	0,7*	0,6*	-	-	-	-

Keterangan: tanda ** berarti ada perbedaan nyata (signifikan) jika $p < 0,05$, sedangkan tanda * berarti tidak ada perbedaan nyata pada parameter fisika-kimia air antar stasiun.

Stasiun I menunjukkan nilai suhu terendah yaitu berada pada kisaran 19,4 °C, sedangkan suhu tertinggi terdapat pada stasiun III yang berada di nilai 20,8°C, sedangkan suhu udara pada lokasi penelitian berkisar 22°C. Hasil Pengukuran suhu pada semua stasiun menunjukkan bahwa parameter nilai suhu sungai Coban Rondo masih memenuhi baku mutu standar PP 21 Nomor 22 Tahun 2021 yaitu pada ambang deviasi 3. Menurut Widiatmono dkk (2020) Deviasi 3 berarti penyimpangan sebesar ± 3 °C dari suhu alami normal. Jika suhu normal air adalah 25 °C, maka batasan suhu air untuk kelas 1 hingga kelas 3 berada dalam rentang 22 – 28 °C. Suhu yang didapatkan di sungai Coban Rondo diketahui masih menunjang

kehidupan makrozoobentos menurut Kinasih dkk (2020) suhu optimum yang menunjang kehidupan makrozoobentos berkisar antara 25-35°C.

Pengukuran pH bertujuan untuk mengetahui pengaruh kondisi keasaman air terhadap keanekaragaman makrozoobentos di Sungai Coban Rondo. Hasil pengukuran pH pada sungai Coban Rondo pada ketiga stasiun dari tinggi hingga terendah secara berurutan adalah pada stasiun II, I, dan III (Tabel 4.3). Nilai pH terendah berada pada stasiun II yaitu 8,0 sedangkan nilai pH tertinggi berada pada stasiun III yaitu 8,5. Nilai PH keseluruhan stasiun masih memenuhi baku mutu air sungai PP Nomor 22 Tahun 2021 yaitu masih berada pada nilai rentang 6-9 mg/L. Nilai pH merupakan parameter penting yang mempengaruhi kualitas perairan serta kelangsungan hidup organisme di dalamnya. Beberapa organisme sangat sensitif terhadap perubahan pH (Sulaeman dkk., 2020). Fluktuasi pH dalam air biasanya dipicu oleh pembuangan limbah organik dan anorganik ke sungai. Air dengan kadar pH normal sangat penting untuk mendukung berbagai kebutuhan kehidupan (Widiatmono dkk, 2020). Nilai pH yang didapatkan di sungai Coban Rondo diketahui masih optimal bagi kehidupan makrozoobentos Menurut A'yun dkk, (2024), kadar pH berkisar 6-6,5 akan membuat keanekaragaman makrozoobentos menurun.

Pengukuran TDS bertujuan untuk mengetahui pengaruh partikel terlarut terhadap kualitas habitat dan keanekaragaman makrozoobentos di Sungai Coban Rondo. Hasil pengukuran TDS (*Total Dissolved Solid*) berkisar antara 0,52 mg/L hingga 0,60 mg/L (Tabel 4.3), yang masih berada di bawah batas baku mutu air sungai PP Nomor 22 Tahun 2021 yang masuk dalam kelas 1 dimana tidak melewati nilai ambang batas 1000 mg/L. Nilai TDS tertinggi ditemukan di stasiun I,

sedangkan nilai terendah tercatat di stasiun III. Sebagai partikel terlarut dalam air, TDS dapat mempengaruhi tingkat kekeruhan dan berdampak pada ekosistem perairan. Peningkatan TDS di stasiun III kemungkinan disebabkan oleh aktivitas di area persawahan saat pengambilan sampel, di mana limbah dari lahan tersebut mengalir ke sungai. Hal ini sejalan dengan penelitian Febrita & Roosmini (2022), yang menyatakan bahwa tingkat kekeruhan dan kejernihan perairan dipengaruhi oleh konsentrasi TDS. Selain itu, peningkatan TDS juga dapat menurunkan kadar oksigen terlarut dalam air (Jauhari, 2018).

Pengukuran TSS bertujuan untuk menilai pengaruh padatan tersuspensi terhadap kualitas habitat dan keanekaragaman makrozoobentos di Sungai Coban Rondo. Hasil pengukuran TSS (*Total Suspend Solid*) berada dalam rentang 12,86 mg/L hingga 25,31 mg/L (Tabel 4.3), dengan nilai terendah di stasiun I dan tertinggi di stasiun III. Nilai TSS di seluruh stasiun memenuhi baku mutu air kelas I. Berdasarkan standar baku mutu air sungai, air di seluruh stasiun masih dapat dimanfaatkan untuk keperluan seperti air minum. Aktivitas masyarakat serta perkebunan yang padat di sekitar stasiun III menyebabkan tingginya kadar TSS di lokasi tersebut. Ditambah dengan kondisi hujan saat pengambilan sampel yang turut meningkatkan kadar TSS. Menurut Luvitasari (2021) konsentrasi TSS dipengaruhi oleh limbah domestik dan industri serta erosi tanah akibat hujan. Selain itu, limbah pertanian juga berperan dalam meningkatkan kadar TSS dalam perairan (Lusiyana dkk., 2020).

Pengukuran DO bertujuan untuk menilai ketersediaan oksigen terlarut yang mempengaruhi kelangsungan hidup dan keanekaragaman makrozoobentos di Sungai Coban Rondo. Hasil pengukuran DO pada sungai Coban Rondo berada

dalam rentang 5,5 mg/L hingga 5,7 mg/L (Tabel 4.3), dengan nilai DO paling rendah pada stasiun III dan paling tinggi pada stasiun I. Berdasarkan Baku Mutu Air Sungai dalam PP Nomor 22 Tahun 2021, nilai DO di seluruh stasiun I, II, dan III memenuhi standar kelas II dengan batas minimum 4 mg O₂/L. Dari hasil pengukuran nilai DO pada sungai Coban Rondo menunjukkan nilai DO pada sungai Coban Rondo menunjang kehidupan organisme didalamnya hal tersebut sesuai dengan pernyataan Gupta *et al.* (2017) dimana kadar DO pada perairan yang baik serta menunjang kehidupan organisme perairan sungai berada pada rentang nilai 4-6 mg/L. Pembuangan limbah organik dapat menurunkan kadar DO karena peningkatan jumlah materi organik yang diuraikan oleh bakteri, sehingga membutuhkan lebih banyak oksigen. Selain itu, laju kecepatan arus perairan juga berpengaruh terhadap kadar oksigen terlarut (Wahyuningsih dkk., 2019). Hasil Pengukuran DO menunjukkan bahwa kadar DO di sungai Coban Rondo masih menunjang kehidupan makrozoobentos menurut Yulianto dkk. (2023) kadar DO yang menunjang kehidupan makrozoobentos berkisar 1-3 mg/L, semakin tinggi nilai DO akan semakin baik pula bagi makrozoobentos. Hal tersebut sejalan dengan penelitian ini dimana kadar DO tertinggi pada stasiun I memiliki nilai keanekaragaman tertinggi daripada nilai DO stasiun III yang merupakan kadar terendah.

Pengukuran BOD bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat pencemaran organik serta penurunan oksigen terlarut yang dapat mempengaruhi kualitas habitat dan keanekaragaman makrozoobentos di Sungai Coban Rondo. Hasil pengukuran BOD pada sungai Coban Rondo berada dalam rentang 4,2 mg/L hingga 6,0 mg/L (Tabel 4.3), dengan nilai BOD paling rendah pada stasiun I dan paling tinggi pada

stasiun III. Berdasarkan Baku Mutu Air Sungai dalam PP Nomor 22 Tahun 2021, nilai BOD sungai Coban Rondo masuk dalam kelas III dengan nilai ambang batas 6,0 mg/L. Hal ini berarti bahwa sungai Coban Rondo masih dapat dimanfaatkan untuk keperluan perikanan dan peternakan. Penurunan kadar DO serta peningkatan zat padat tersuspensi dapat diketahui dari tingginya nilai BOD, yang disebabkan oleh tingginya kandungan senyawa organik di perairan (Pamungkas, 2016). Faktor-faktor seperti nilai pH, jenis limbah yang masuk, serta kondisi air secara keseluruhan turut berperan dalam mempengaruhi nilai BOD dalam ekosistem perairan (Nuraini dkk., 2019).

Pengukuran COD bertujuan untuk mengetahui pengaruh pencemaran organik terhadap keanekaragaman makrozoobentos di Sungai Coban Rondo, kadar COD yang tinggi seringkali mengindikasikan adanya kandungan bahan organik yang berlebihan, yang dapat mengganggu ekosistem perairan dan menyebabkan penurunan kualitas air serta keanekaragaman biota akuatik termasuk makrozoobentos (Santoso dkk., 2021). Berdasarkan hasil analisis, kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada Sungai Coban Rondo berada dalam rentang 15,71 mg/L hingga 18,85 mg/L (Tabel 4.3), dengan nilai terendah terukur di Stasiun I dan nilai tertinggi di Stasiun III. Mengacu pada ketentuan Baku Mutu Air untuk kelas II sebagaimana tercantum dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021, nilai tersebut masih berada di bawah ambang batas maksimum yang ditetapkan, yaitu 25 mg/L. Royani *et al.* (2021) menjelaskan bahwa secara umum nilai *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) lebih rendah dibandingkan COD, hal ini disebabkan oleh keterbatasan kemampuan mikroorganisme dalam menguraikan senyawa organik secara sempurna menjadi karbon dioksida (CO₂) dan air (H₂O),

yang pada akhirnya menyebabkan tingginya nilai COD. Peningkatan nilai BOD dan COD dalam suatu ekosistem perairan menunjukkan indikasi adanya pencemaran organik, terutama yang bersumber dari limbah domestik (Rahayu *et al.*, 2018). Kondisi tersebut tercermin pada Stasiun III yang berdekatan dengan kawasan permukiman dan area perkebunan masyarakat, yang diduga menjadi kontributor utama masuknya limbah organik ke dalam badan air, sehingga menyebabkan peningkatan konsentrasi COD dan BOD di lokasi tersebut.

Pengukuran kecepatan arus pada sungai Coban Rondo bertujuan untuk mengetahui pengaruh dinamika aliran air terhadap struktur habitat, yang secara tidak langsung dapat memengaruhi keanekaragaman makrozoobentos. Kecepatan arus berperan penting dalam menentukan distribusi, kelimpahan, dan jenis makrozoobentos. Hasil pengukuran kecepatan arus pada sungai Coban Rondo berada dalam rentang 0,6 m/s hingga 0,8 m/s (Tabel 4.3), dengan nilai kecepatan arus paling rendah pada stasiun III (0,6 m/s) dan tertinggi pada stasiun I (0,8 m/s). Hasil pengukuran kecepatan arus sungai Coban Rondo pada stasiun I, II dan III menunjukkan bahwa sungai ini tergolong dalam kategori sungai berarus deras. Menurut Ratih dkk (2015) sungai yang tergolong dalam sungai berarus cepat memiliki nilai kecepatan arus antara 0,5 sampai 1 m/s. Tingginya kecepatan arus pada stasiun I dikarenakan stasiun I berlokasi dekat coban dimana lokasi tersebut merupakan dengan titik turunya air serta keadaan substrat di stasiun I yang berpasir serta berbatu menunjukkan kecepatan arus tinggi. Menurut Aulia dkk (2020) Kecepatan arus sungai yang cepat akan berpengaruh pada substrat perairan tersebut dimana perairan yang memiliki kecepatan arus tinggi substratnya didominasi berpasir serta berbatu.

Hasil analisis parameter fisika-kimia air sungai bahwa sungai memiliki peran penting dalam kehidupan makhluk didunia ini termasuk manusia.. Allah berfirman dalam QS ; An-Nahl [16] : 15 berikut :

وَالْفَى فِي الْأَرْضِ رَوَاسِي أَنْ تَمِيدَ بِكُمْ وَأَنْهَارًا وَسُبُلًا لَعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ ﴿١٥﴾

Artinya : “Dia mencampakkan gunung-gunung di bumi agar bumi tidak berguncang bersamamu serta (menciptakan) sungai-sungai dan jalan-jalan agar kamu mendapat petunjuk” (QS ; An-Nahl : 15).

Dalam Tafsir Al-Misbah, pada potongan ayat “وَالْفَى” yang berarti “mencampakkan”, menjelaskan pencampakan yang dimaksud adalah terjadinya benturan yang besar, atau gempa yang dahsyat, yang mengakibatkan lahimya gunung-gunung dan sungai-sungai (Shihab, 2002). Selanjutnya, pada potongan ayat “وَأَنْهَارًا وَسُبُلًا” yang berarti “serta (menciptakan) sungai-sungai dan jalan-jalan”, diterangkan bahwa Allah menciptakan sungai-sungai yang mengalir dari satu tempat ke tempat lainnya sebagai bentuk rezeki yang mengalir bagi hamba-hambanya (Katsir dalam Ghoffar dkk, 2004).

Sungai yang berhulu dari satu wilayah dapat membawa manfaat dan kehidupan bagi wilayah lain yang dilaluinya. Penjelasan ini sejalan dengan keterangan dari tafsir Kemenag (2019), yang menyatakan bahwa Allah menciptakan sungai-sungai di permukaan bumi sebagai nikmat bagi manusia. Aliran sungai tersebut berfungsi sebagai sumber pengairan yang dapat diatur untuk mengairi sawah dan ladang, sehingga mendukung aktivitas bercocok tanam guna memenuhi berbagai kebutuhan hidup manusia.

4.4 Korelasi parameter Fisika-Kimia dengan makrozoobentos

Analisis korelasi antara keberadaan makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia air dilakukan untuk memahami keterkaitan antara kondisi lingkungan perairan dan struktur komunitas makrozoobentos.. Analisis dilakukan menggunakan uji korelasi Pearson untuk menentukan kekuatan dan arah hubungan antara parameter lingkungan dengan indeks-indeks ekologi seperti keanekaragaman, dominansi, dan kekayaan jenis. Hasil analisis korelasi antara parameter fisika-kimia air dengan keberadaan makrozoobentos ditampilkan pada Tabel 4.5 berikut ini :

Tabel 4.5 Korelasi Parameter Fisika-Kimia Sungai Coban Rondo

Spesies	Suhu	pH	TDS	TSS	DO	BOD	COD	Kecepatan arus
<i>Tipula pruinosa</i>	-0,16	-0,51	0,15	-0,48	0,21	-0,35	-0,69*	0,12
<i>Tabanus atratus</i>	0,08	0,21	0,15	-0,35	0,40	-0,21	-0,39	-0,35
<i>Hexatoma pianigra</i>	0,12	0,38	0,07	-0,28	0,48	-0,33	-0,25	-0,36
<i>Chironomus columbiensis</i>	0,32	0,66	0,17	-0,28	0,48	-0,15	-0,10	-0,19
<i>Hydropsyche angustipennis</i>	0,60	-0,25	0,13	-0,61	0,61	-0,49	-0,53	-0,47
<i>simulium eximium</i>	0,26	-0,37	0,17	-0,31	0,07	0,04	-0,37	-0,20
<i>Glossosoma boltani</i>	-0,19	-0,62	0,17	-0,33	0,08	-0,02	-0,57	0,18
<i>Baetis fuscatus</i>	0,29	-0,48	0,29	-0,44	0,13	-0,05	-0,49	-0,30
<i>Neoperla mindoroensis</i>	-0,10	-0,29	0,08	-0,43	0,34	-0,48	-0,56	0,06
<i>Caenis vanutensis</i>	-0,08	-0,30	0,17	-0,18	0,13	0,21	-0,33	-0,02
<i>Orthetrum sabina</i>	0,29	0,56	0,22	-0,34	0,43	-0,08	-0,21	-0,19
<i>Calicnemia eximia</i>	0,69*	-0,18	0,13	-0,42	0,40	-0,21	-0,29	-0,40
<i>Dugesia Japonica</i>	0,12	-0,21	0,10	-0,52	0,51	-0,57	-0,59	-0,14

<i>Stenelmis</i>								
<i>arital</i>	-0,20	-0,59	0,04	-0,29	0,05	-0,32	-0,46	0,32
<i>Potamonautes</i>								
<i>karooensis</i>	0,12	0,38	0,07	-0,28	0,48	-0,33	-0,25	-0,36

Keterangan: *signifikan secara statistik jika $p < 0,05$ dibandingkan spesies dengan parameter fisika kimia

Korelasi negatif kuat adalah hubungan antara dua variabel di mana peningkatan nilai pada variabel diikuti oleh peningkatan nilai pada variabel lain, dengan tingkat hubungan yang sangat erat. Dalam hal ini, koefisien korelasi sebesar 0,69 menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai suhu, semakin meningkat jumlah spesies *Calicnemia eximia*, dengan pola hubungan yang cukup kuat. Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa pada parameter suhu memiliki korelasi positif kuat (0,69) pada spesies *Calicnemia eximia*. Korelasi negatif kuat adalah hubungan antara dua variabel di mana peningkatan nilai pada variabel diikuti oleh peningkatan nilai pada variabel lain, dengan tingkat hubungan yang sangat erat. Dalam hal ini, koefisien korelasi sebesar 0,69 menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai suhu, semakin meningkat jumlah spesies *Calicnemia eximia*, dengan pola hubungan yang cukup kuat. *Calicnemia eximia* masuk dalam genus *Calicnemia* dan merupakan kelompok famili Platycnemididae. Menurut Ozcos *et al.* (2011), famili Platycnemididae mendiami seluruh berbagai jenis perairan serta tahan akan berbagai tekanan ekologi perairan.

Hasil korelasi parameter pH berkorelasi positif kuat (0,66) pada spesies *Chironomus columbiensis*. Korelasi positif kuat adalah hubungan antara dua variabel di mana peningkatan nilai pada variabel diikuti oleh peningkatan nilai pada variabel lain, dengan tingkat hubungan yang sangat erat. Dalam hal ini, koefisien korelasi sebesar 0,66 menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai pH, semakin meningkat jumlah spesies *Chironomus columbiensis*, dengan pola hubungan yang

cukup kuat. Temuan ini sejalan dengan hasil pengamatan lapangan yang menunjukkan bahwa spesies *C. columbiensis* hanya ditemukan pada Stasiun III, yang memiliki nilai pH tertinggi dibandingkan stasiun lainnya. spesies *Chironomus columbiensis* termasuk dalam genus *Chironomus* dan tergolong famili Chironotnida. Famili ini dapat ditemukan di berbagai kondisi perairan, mulai dari yang bersih hingga yang tercemar karena memiliki toleransi tinggi terhadap polusi (Oscos *et al.*, 2011). Kemampuan toleransi yang tinggi dari spesies *Chironomus columbiensis* yang membuat spesies ini sejalan dengan hasil analisis bahwa peningkatan pH akan berbanding lurus dengan peningkatan jumlah spesies ini.

Hasil korelasi parameter TDS berkorelasi positif lemah (0,29) pada spesies *Baetis fucatus*. Korelasi positif lemah adalah hubungan antara dua variabel dimana peningkatan nilai pada variabel diikuti oleh peningkatan nilai pada variabel lain, dengan tingkat hubungan yang lemah. Dalam hal ini, koefisien korelasi sebesar 0,29 menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai TDS, semakin meningkat jumlah spesies *Baetis fucatus*, dengan pola hubungan yang cukup kuat. *Baetis fucatus* termasuk dalam genus *Baetis* dan merupakan famili baetidae. Menurut Oscos *et al.*, (2011), famili Baetidae memiliki tingkat toleransi yang luas dan dapat hidup pada perairan yang tercemar. Kemampuan toleransi yang tinggi dari *Baetis fucatus* yang membuat spesies ini sejalan dengan hasil analisis bahwa peningkatan TDS akan berbanding lurus dengan peningkatan jumlah spesies ini.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kecepatan arus memiliki korelasi negatif sedang (-0,47) dengan keanekaragaman spesies *Hydropsyche angustipennis*. Korelasi negatif sedang menggambarkan bahwa peningkatan kecepatan arus akan diikuti oleh penurunan jumlah spesies, namun hubungan antar variabel tidak sekuat

korelasi negatif kuat. Koefisien korelasi sebesar -0,47 menunjukkan bahwa semakin besar kecepatan arus, jumlah *Hydropsyche angustipennis* cenderung menurun, meskipun pengaruhnya berada dalam kategori sedang. Sebaliknya, pada parameter DO, *Hydropsyche angustipennis* menunjukkan korelasi positif kuat (0,61). Korelasi positif kuat adalah hubungan di mana peningkatan nilai satu variabel akan diikuti oleh peningkatan nilai variabel lainnya dengan hubungan yang erat. Koefisien korelasi 0,61 menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar oksigen terlarut (DO), semakin meningkat pula jumlah spesies ini. Hal tersebut sesuai dengan hasil temuan bahwa spesies ini cenderung lebih banyak ditemukan pada stasiun I dan II yang memiliki kadar DO yang lebih tinggi daripada stasiun III. Menurut Garima (2021), *Hydropsyche angustipennis* memiliki peran penting sebagai indikator pencemaran di habitat lotik, karena toleransinya yang luas terhadap berbagai kondisi lingkungan. Tingginya nilai TSS dapat meningkatkan kekeruhan air dan menurunkan kualitas habitat, sehingga berdampak negatif terhadap keberlangsungan spesies ini.

Parameter BOD memiliki korelasi negatif sedang (-0,57) dengan jumlah spesies *Dugesia japonica*. Korelasi negatif sedang berarti bahwa peningkatan nilai BOD akan berbanding terbalik dengan jumlah *Dugesia japonica*, dengan hubungan yang cukup nyata, namun tidak terlalu kuat. Koefisien korelasi -0,57 menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai BOD, jumlah spesies *Dugesia japonica* cenderung menurun. Hal ini sejalan dengan hasil pengamatan di lapangan, di mana *Dugesia japonica* tidak ditemukan di Stasiun III, yang memiliki nilai BOD tertinggi di antara seluruh stasiun pengamatan. Menurut Rufusova *et al.* (2017), genus *Dugesia* umumnya menghuni aliran sungai pegunungan yang bersih. Peningkatan BOD,

yang menandakan tingginya pencemaran bahan organik, mengakibatkan degradasi kualitas habitat alami mereka. Besarnya nilai BOD dalam perairan mencerminkan adanya pencemaran organik yang tinggi, yang berdampak pada berkurangnya kadar oksigen dan menurunnya keanekaragaman biota akuatik (Alfatiha dkk., 2022).

Hasil analisis menunjukkan bahwa parameter COD memiliki korelasi negatif kuat (-0,69) dengan jumlah spesies *Tipula pruinosa*. Korelasi negatif kuat adalah hubungan antara dua variabel di mana peningkatan nilai pada variabel diikuti oleh penurunan nilai pada variabel lain, dengan tingkat hubungan yang sangat erat. Dalam hal ini, koefisien korelasi sebesar -0,69 menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai COD, semakin rendah jumlah spesies *Tipula pruinosa*, dengan pola hubungan yang cukup kuat. Hal tersebut sesuai dengan hasil temuan bahwasanya spesies ini tidak ditemukan pada stasiun III yang memiliki kadar COD paling tinggi *Tipula pruinosa* merupakan kelompok dari famili Tipulidae Menurut Oscoz *et al*, (2011), famili Tipulidae mendiami lingkungan perairan yang berarus deras serta kaya oksigen, sehingga meningkatnya COD akan berpengaruh terhadap keanekaragaman spesies ini. Tingginya nilai COD menunjukkan bahwa jumlah zat organik di dalam suatu perairan sangat tinggi. Zat organik ini mengubah oksigen menjadi karbon dioksida dan air, yang menyebabkan berkurangnya kadar oksigen di perairan. (Saputri dkk., 2023).

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Jumlah spesimen makrozoobentos yang ditemukan sebanyak 15 famili dari 15 genus serta 15 spesies, yaitu *Tipula pruinosa*, *Tabanus atratus*, *Hexatoma pianigra*, *Chironomus columbiensis*, *Hydropsyche angustipennis*, *simulium eximium*, *Glossosoma boltani*, *Baetis fuscatus*, *Neoperla mindoroensis*, *Caenis vanutensis*, *Trithemis aurora*, *calicnemia eximia*, *Dugesia Japonica*, *Stenelmis aritai*, dan *Potamonautes karooensis*
2. Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener pada Stasiun I, II, dan III menunjukkan kategori keanekaragaman sedang,. Indeks dominansi pada seluruh stasiun menunjukkan tidak adanya spesies yang mendominasi. Indeks kemerataan (Evenness) menunjukkan kategori sedang pada Stasiun I dan II serta kategori tinggi pada Stasiun III. Indeks Margalef pada seluruh stasiun tergolong rendah.
3. Analisis parameter fisika-kimia air Sungai Coban Rondo menunjukkan bahwa suhu, pH, TDS, dan TSS di seluruh stasiun memenuhi baku mutu air sungai kelas I. Parameter BOD memenuhi baku mutu kelas III, sedangkan COD dan DO memenuhi baku mutu kelas II. Secara umum, seluruh stasiun dikategorikan sebagai sungai berarus deras
4. Hasil analisis korelasi antara parameter fisika-kimia air dan keberadaan makrozoobentos menunjukkan Korelasi positif kuat, seperti antara suhu dan *Calicnemia eximia* (0,69) serta pH dan *Chironomus columbiensis* (0,66), menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai parameter, semakin tinggi pula

keanekaragaman spesies tersebut. Korelasi positif lemah seperti antara TDS dan *Baetis fucatus* (0,29) menunjukkan hubungan yang searah tetapi tidak terlalu kuat. Korelasi negatif sedang, misalnya antara kecepatan arus dan *Hydropsyche angustipennis* (-0,47) serta antara BOD dan *Dugesia japonica* (-0,57), menunjukkan bahwa peningkatan parameter menyebabkan penurunan jumlah, walaupun hubungan ini tidak terlalu kuat. Sementara itu, korelasi negatif kuat, seperti antara COD dan *Tipula pruinosa* (-0,69), menunjukkan hubungan yang erat di mana peningkatan COD berdampak besar terhadap penurunan jumlah *Tipula pruinosa*.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa keanekaragaman makrozoobentos di Sungai Coban Rondo berada pada tingkat sedang, dengan ditemukan 286 spesimen dari 15 genus dan 15 spesies. Kualitas air dari sisi fisik dan kimia sebagian besar memenuhi standar, meskipun ada beberapa parameter yang berbeda tingkat mutunya. Analisis menunjukkan bahwa faktor lingkungan seperti BOD, COD, dan DO sangat mempengaruhi jumlah makrozoobentos. Korelasi negatif menunjukkan jumlah makrozoobentos menurun saat nilai parameter meningkat, sedangkan korelasi positif menunjukkan peningkatan jumlah. Hasil ini menekankan pentingnya menjaga kualitas lingkungan untuk mempertahankan keanekaragaman makrozoobentos di sungai.

5.2 Saran

Penulis menyadari adanya keterbatasan dalam penelitian ini, sehingga Saran untuk penelitian ini adalah berikut :

1. Perlu dilakukannya penelitian yang serupa pada musim kemarau

2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui jenis yang berpotensi sebagai bioindikator

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam upaya konservasi dan pengelolaan ekosistem perairan, khususnya dalam menjaga kualitas air agar tetap mendukung keberlangsungan makrozoobentos sebagai bioindikator lingkungan. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu ekologi perairan dan pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan. Sebagai saran, pengambilan sampel makrozoobentos sebaiknya dilakukan secara sistematis dengan mengikuti arah hulu (upstream) sungai untuk menghindari gangguan terhadap habitat serta memastikan keakuratan dan representativitas data yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., Teknik, F., Islam, U., & Rahmat, R. (2018). Studi keanekaragaman dan struktur komunitas. *Jurnal Teknologi Terapan*, 1(2):93–97.
- Afrianita, Reri., Tivany, Edwin., & Aroiya Alawiyah. (2017). Analisis Intrusi Air Laut dengan pengukuran Total Dissolved Solids (TDS) Air Sumur Gali di Kecamatan Padang Utara. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 14(1):62-72.
- Akbar, M. A., & Sahara, A. S. (2024). Keanekaragaman gastropoda sebagai bioindikator kualitas perairan di kawasan industri kecamatan pangkalan susu. *Jurnal BIOSEL*, 13(1), 76-87. DOI: <https://doi.org/10.33477/bs.v13i1.7090>
- Alfatihah, A., Latuconsina, H., & Prasetyo, H. D. (2022). Analisis kualitas air berdasarkan parameter fisika dan kimia di perairan Sungai Patrean Kabupaten Sumenep. *Journal aquacoastmarine*., 1(2), 76-84. DOI: <https://doi.org/10.32734/jafs.v1i2.9174>
- Ananta, S., & Harahap, A. (2022). Distribusi dan keanekaragaman makrozoobentos. *Jurnal Bioedusains*, 5(1), 286-294. DOI: <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v5i1.3522>
- Andriati, P. L., Rizal, S., & Mutiara, D. (2020). Spesies Gastropoda yang Terdapat pada Kawasan Tereksplorasi di Padang Serai Kampung Melayu Pulau Baai Kota Bengkulu. *jurnal Indobiosains*, 14-20. DOI: <https://doi.org/10.31851/indobiosains.v2i1.4471>
- Arianti, R. P., & Atifah, Y. (2023). Effect of water pollution on histopatology fish gill: literature review. *Jurnal Serambi Biologi*, 8(2), 138-151. <https://doi.org/10.24036/srmb.v8i2.193>
- Arus, S. (2021). Dinamika total suspended solid (TSS) di sekitar terumbu karang pantai damas, trenggalek dynamics of total suspended solid (TSS) around coral reef beach damas, trenggalek. *Journal of Marine and Coastal Science* .10(1).
- Astuti, R., & Sulastri, M. (2022). Komposisi jenis krustasea hasil tangkapan nelayan di ppi rigaih, kabupaten aceh jaya. *jurnal lemuru*, 4(2), 84-92. DOI: <https://doi.org/10.36526/lemuru.v4i2.2359>
- Athifah, A., Putri, M. N., Wahyudi, S. I., & Rohyani, I. S. (2019). Keanekaragaman Mollusca sebagai bioindikator kualitas perairan di kawasan TPA Kebon Kongok Lombok Barat. *Jurnal Biologi Tropis*, 19(1), 54-60. DOI: 10.29303/jbt.v19i1.774
- Aulia, P. R., Supratman, O., & Gustomi, A. (2020). Struktur komunitas makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas perairan di sungai upang desa tanah bawah kecamatan puding besar kabupaten bangka. *Journal Aquatic Science*, 2(1), 17-29.
- A'yun, Q., Rahayu, N. L., Zaenuri, M., & Kresnasari, D. (2024). Pengaruh Tekstur Sedimen Terhadap Famili Biotic Index (FBI) Makrozoobentos Pada Vegetasi Berbeda di Laguna Segara Anakan Cilacap. *jurnal Oseanografi Marina*, 13(3), 437-447. DOI: <https://doi.org/10.14710/buloma.v13i3.62152>
- Badan Pusat Stastistika kabupaten Malang. (2025). *Nama Dan Panjang Sungai Kabupaten Malang*. Diakses dari <https://malangkab.bps.go.id>
- Baderan, D. W. K., Rahim, S., Angio, M., & Salim, A. B. (2021). Keanekaragaman, pemerataan, dan kekayaan Spesies tumbuhan dari geosite potensial Benteng

- Otanaha sebagai rintisan pengembangan Geopark Provinsi Gorontalo. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, 14(2), 264-274.
- Badu, M. M., Badu, R. R., Paramata, M. Z., Gonibal, F., Ladua, S. M., Ningsih, T. W. R., ... & Lahuding, M. R. (2023). Analisis kandungan TDS dan pH untuk mengetahui kualitas air sungai Bone. *Journal of Environmental Engineering Research*, 1(1), 1-4.
- Bai'un, N. H., Riyantini, I., Mulyani, Y., & Zallesa, S. (2021). Keanekaragaman makrozoobentos sebagai indikator kondisi perairan di ekosistem mangrove Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 5(2), 227-238.
- Bashir, I., Lone, F. A., Bhat, R. A., Mir, S. A., Dar, Z. A., & Dar, S. A. (2020). Concerns and Threats of Contamination on Aquatic Ecosystems. *Bioremediation and Biotechnology: Sustainable Approaches to Pollution Degradation*, 1–26.
- Bugguinet.org Diakses dari <https://bugguide.net> pada Maret 2025.
- Daniels, S. R., Busschau, T., Gullacksen, G., Marais, H., Gouws, G., & Barnes, A. (2023). Cryptic and widespread: a recipe for taxonomic misidentification in a freshwater crab species (Decapoda: Potamonautidae: Potamonautes sidneyi) as evident from species delimitation methods. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 197(4), 1005-1033. <https://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlac068>
- 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. DOI: <https://doi.org/10.21107/juvenil.v1i4.9037>
- Dawn, P. (2019). Description of the last instar larva of Calicnemia eximia (Selys, 1863) (Odonata: Platycnemididae) from West Bengal, India. *Zootaxa*. 4657(1):183-187. DOI: 10.11646/zootaxa.4657.1.10
- Dayana, M. E., Singkam, A. R., & Jumiarni, D. (2022). Keanekaragaman mikroalga sebagai bioindikator di perairan sungai. *Jurnal Bioedusains*, 5(1), 77-84. DOI: <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v5i1.3531>
- Departemen Agama RI. (2019). *Al-Qur'an dan Tafsirnya*. Jakarta: Widya Cahaya
- Desai, A. S., Khamkar, A. G., & Sathe, T. V. (2015). Ecology and ethology of crane fly Tipula paludosa Meigen (Tipulidae: Diptera) from Kolhapur region, India. *Biolife*, 3 (1), 21-25.
- DeWalt, R. E., Kondratieff, B. C., & Sandberg, J. B. (2015). *Order Plecoptera. Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates*, Penerbit : Academic press
- Dong, Z., Shi, C., Chu, G., Dong, Y., Chen, G., & Liu, D. (2018). Morphological changes of gonad and gene expression patterns during desexualization in Dugesia japonica (Platyhelminthes: DugesIIDae). *Zoologia (Curitiba)*, 35, e21933. DOI: <https://doi.org/10.3897/zoologia.35.e21933>
- Dudgeon, D. (2025). *Odonata (Dragonflies and Damselflies)*. Ecology & Biodiversity, The University of Hong Kong. Retrieved May 4, 2025, from <https://www.biosch.hku.hk/ecology/staffhp/dd/macroinvertebrates/Odonata/odonata.html>
- Duya, N., & Noveria, R. (2019). Jenis-Jenis Crustacea Di Cagar Alam Teluk Klowe Pulau Enggano Kabupaten Bengkulu Utara. *Jurnal Konservasi Hayati*. 15(1):16– 22.

- El Yaagoubi, S., Vuataz, L., El Alami, M., & Gattolliat, J. L. (2023). A new species of the *Baetisfuscatus* group (Ephemeroptera, Baetidae) from Morocco. *ZooKeys*, 1180, 27. DOI: 10.3897/zookeys.1180.109298
- Ernawati, E., Rohyani, I. S., Ardi, R. H., Wahyuningsih, A. F., Muflihah, B. H. T., & Zubair, R. A. (2023). Macrozoobenthos Diversity as A Bioindikator of Water Quality in River Sesaot Village Narmada West Lombok. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(2), 543-550. DOI: <http://dx.doi.org/10.29303/jbt.v23i2.4860>
- Fachrul, M. F. (2007). *Metode sampling Bioekologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Fadilla, R. N., Melani, W. R., & Apriadi, T. (2021). Makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas perairan di Desa Pengujan Kabupaten Bintan. *Habitus Aquatica*, 2(2), 83-94. DOI: 10.29244/HAJ.2.1.83
- Fajrin, A. N., Ain, C., & Purnomo, P. W. (2020). Hubungan Nitrat Dan Fosfat Dengan Klorofil-A Di Waduk Jatibarang Relations Nitrate And Phosphate With Chlorophyll In Jatibarang Reservoir. *Journal Maquares*, 8(4), 364-368. DOI: <https://doi.org/10.14710/marj.v8i4.26557>
- Febrita, J., & Roosmini, D. (2022). Analisis Beban Pencemar Logam Berat Industrterhadap Kualitas Sungai Citarum Hulu. *Jurnal Teknik Sipil danLingkungan*.7(1):77-88. DOI: <https://doi.org/10.29244/jsil.7.1.77-88>
- Ficsór, M., & Csabai, Z. (2021). Longitudinal zonation of larval Hydropsyche (Trichoptera: Hydropsychidae): abiotic environmental factors and biotic interactions behind the downstream sequence of Central European species. *Hydrobiologia*.848:3371–3388.DOI:<https://doi.org/10.1007/s10750-021-04602-0>
- Garima, D., Kaur, S., & Pandher, M. S. (2021). New records of the genus *Hydropsyche* Pictet, 1834 (Trichoptera: Hydropsychidae) from Arunachal Pradesh, India. *Records of the Zoological Survey of India*.120(4): 497-500. DOI: <https://doi.org/10.26515/rzsi/v120/i4/2020/151030>
- Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Diakses dari <https://www.gbif.org> pada Maret 2025.
- Gultom, C. R., Muskananfol, M. R., & Purnomo, P. W. (2018). Hubungan kelimpahan makrozoobenthos dengan bahan organik dan tekstur sedimen dikawasan mangrove di Desa Bedono Kecamatan Sayung Kabupaten Demak. *Management of Aquatic Resources Journal* , 7(2), 172-179. DOI: <https://doi.org/10.14710/marj.v7i2.22539>
- 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.DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wsj.2017.03.002>
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2024). Paleontological Statistics. Version 4.17. *Natural History Museum, University of Oslo, Oslo*.
- Handayani, D. E. (2024). Eksistensi lalat punuk *simulium contractum* sebagai bioindikator kualitas air di kawasan pucak kecamatan tompobulu kabupaten maros the existence of black fly *simulium contractum* as a bioindocator of water quality at pucak area, tompobulu sub-district maros regency (*Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin*).
- Harahap. (2022). *Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Bilah Labuhanbatu*. Banjarmasin: Cv El Publisher

- Hayashi, M., & Kamite, Y. (2015). Description of the larva of *Stenelmis aritai* M. Satô (Coleoptera, Elmidae). *Japanese Journal of Systematic Entomology*, 21(1), 111-119.
- Herawati, H., Patria, E., Hamdani, H., & Rizal, A. (2020, July). Macrozoobenthos diversity as a bioindicator for the pollution status of Citarik River, West Java. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 535(1). IOP Publishing. DOI: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/535/1/012008>
- Humaira, R., & Almunadia, S. (2022). Keanekaragaman jenis plankton di perairan kawasan wisata alam Iboih Kota Sabang. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi, Teknologi dan Kependidikan* 9(1), 125-129. DOI: <http://dx.doi.org/10.22373/pbio.v9i1.11562>
- Husamah & Rahardjanto, A. (2019). *Bioindikator*. UMM Press : Malang
- Hussen, A. M. E. A., Retnaningdyah, C., Hakim, L., & Soemarno, S. (2018, October). The variations of physical and chemical water quality in Coban Rondo waterfall, Malang Indonesia. In *AIP conference proceedings*, 19 (1). AIP Publishing. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.5061904>
- Jabnabillah, F., & Margina, N. (2022). Analisis korelasi pearson dalam menentukan hubungan antara motivasi belajar dengan kemandirian belajar pada pembelajaran daring. *Jurnal Sintak*, 1(1), 14-18.
- Jauhari, Z. (2018). Analisis Tingkat Pencemaran dan Mutu Air Sungai di Kota Palembang. *Jurnal Tekno Global*. 7(1):14-20. DOI: <https://doi.org/10.36982/jtg.v7i1.508>
- Kadim, M. K., & Pasisingi, N. (2024). Kondisi Habitat Fisik dan Keanekaragaman Makroinvertebrata Sebagai Indikator Pencemaran di Sungai Bone Gorontalo. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 23(3), 301-310. DOI: <https://doi.org/10.14710/jkli.23.3.301-310>
- Katsir, i. (2004). *Tafsir Ibnu Katsir*, penerjemah: M. Abdul Ghoffar EM dkk. Bogor: Pustaka Imam Syafii.
- Kim, S. K. (2015). Morphology and ecological notes on the larvae and pupae of *Simulium* (*Simulium*) from Korea. *Journal Animal Systematics, Evolution and Diversity*, 31(4), 209-246. DOI : 10.5635/ASED.2015.31.4.209
- Kinasih, A. R. W., Purnomo, P. W., dan R. (2020). Analisis Hubungan Tekstur Sedimen Dengan Bahan Organik, Logam Berat (Pb Dan Cd) Dan Makrozoobentos Di Sungai Betahwalang, Demak. *Diponegoro Journal of Mquares Management of Aquatic Resources*, 4(July), 1–23. DOI: <https://doi.org/10.14710/marj.v4i3.9325>
- Krings, W., Below, P., & Gorb, S. N. (2024). Mandible mechanical properties and composition of the larval *Glossosoma boltoni* (Trichoptera, Insecta). *Scientific Reports*, 14(1), 4695.
- Kriska, G. (2013). *Freshwater invertebrates in Central Europe: a field guide*. Springer Nature.
- 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.
- Laily, Z., Rifqiyati, N., & Kurniawan, A. P. (2018). Keanekaragaman odonata pada habitat perairan dan padang rumput di Telaga Madirda. *Indonesian Journal*

- of *Mathematics and Natural Sciences*, 41(2), 105-110. DOI: <https://doi.org/10.15294/ijmns.v41i2.19211>
- Lajnah. (2009). Pentashihan Mushap al-Qur'an, *Pelestarian Lingkungan Hidup: Tafsir alQur'an Tematik*, vol. 4, Jakarta: Lajnah pentashihan al-Qur'an, hlm. 272.
- Latuconsina, H. (2019). *Ekologi Perairan Tropis: Prinsip Dasar Pengelolaan Sumber Daya Hayati Perairan Edisi Ke-Dua*. Yogyakarta. UGM PRESS
- 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 River Sub Water, West Kalimantan). *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*.9(2):090-100.
- Luvitasari, A. (2021). Pengaruh Tata Guna Lahan di Sekitar Kali Karanggeneng. Rembang terhadap Kualitas dan Status Mutu Air Sungai dengan Metode STORET. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*.5(2):246253.
- Macroinvertebrata.org. diakses di <https://www.macroinvertebrates.org> . pada Maret 2025
- Malzacher, P., & Staniczek, A. H. (2007). *Caenis vanuatensis*, a new spesies of mayflies (Ephemeroptera: Caenidae) from Vanuatu. *Aquatic Insects*, 29(4), 285-295.
- Maulana, M. A., & Kuntjoro, S. (2023). Hubungan Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos dengan Kualitas Air Kali Surabaya, Wringinanom, Gresik. *Jurnal LenteraBio*, 12(2), 219-228.
- Modalo, R., Rampengan, R., Opa, E., Djamaluddin, R., Manengkey, H., & Bataragoa, N. (2018). Arah dan kecepatan arus perairan sekitar Pulau Bunaken pada periode umur bulan perbani di musim pancaroba II. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 6(1), 61-68. DOI: <https://doi.org/10.35800/jplt.6.1.2018.20201>
- Montano, M. L., G-DIAS, L. U. C. I. M. A. R., & Toro-Restrepo, B. (2022). *Chironomus columbiensis* (Diptera: Chironomidae) as test organism for aquatic bioassays: Mass rearing and biological traits. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 94(3), 1-13 DOI:[10.1590/0001-376520220210389](https://doi.org/10.1590/0001-376520220210389)
- Muhtadi, A., Dhuha, O. R., Desrita, D., Siregar, T., & Muammar, M. (2017). Kondisi habitat dan keragaman nekton di hulu daerah aliran sungai wampu, kabupaten Langkat, provinsi Sumatera Utara. *Depik*, 6(2), 90-99.
- Mukti, B. H. (2023). Keragaman Makrozoobentos Sungai Pengambau Hulu, Hulu Sungai Tengah. *Bioscientiae*, 20(1), 1-7. DOI: <https://doi.org/10.20527/b.v20i1.6961>
- Mulya, W., Sari, I. P., Sipahutar, M. K., & Noeryanto, N. (2022). Mengidentifikasi Sumber Pencemaran Air Limbah Di Tempat Kerja. *Jurnal EUNOIA*, 1(1), 14-19.
- Muttaqin, T. (2013). Kajian Pengembangan Dusun Konservasi dan Wisata di Wana Wisata Cuban Rondo Kabupaten Malang. *Jurnal Humanity*, 8(2).
- Nilawati, S., & Nurdin, J. (2014). Jenis-jenis Cacing Tanah (Oligochaeta) yang Terdapat di Kawasan Cagar Alam Lembah Anai Sumatera Barat. *Jurnal Biologi UNAND*, 3(2). DOI: <https://doi.org/10.25077/jbuioua.3.2.%25p.2014>
- Ningsih, A., Latuconsina, H., & Zayadi, H. (2021). Struktur Makroinvertebrata Bentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air di Kawasan Wisata Coban Talun,

- Kota Batu-Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 7(1), 16-25. DOI: <https://doi.org/10.33474/e-jbst.v7i1.359>
- Nisara, I. J. P., Mz, N., Supendi, A., & Octorina, P. (2024). Kelimpahan Makrozoobenthos di Situ Cijeruk Kabupaten Sukabumi. *Zebra: Jurnal Ilmu Peternakan dan Ilmu Hewani*, 2(2), 83-98. DOI: <https://doi.org/10.62951/zebra.v2i2.83>
- Nugroho, A. A., & Sugiyarto, S. (2015). Kajian Perilaku Kera Ekor Panjang (*Macaca fascicularis*) dan Lutung (*Trachypithecus auratus*) di Coban Rondo, Kabupaten Malang. *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, 3(1), 33-38. DOI: <https://doi.org/10.24252/bio.v3i1.564>
- Octavina, C., Muchlisin, Z. A., Satriyo, P., & Hurzaid, A. (2025). Diversity and distribution of benthic macroinvertebrates in Krueng Aceh watershed, Aceh Province, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 26(2). DOI: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d260208>
- Odum, Eugene P. (1993). *Dasar-Dasar Ekologi*. UGM Press : Yogyakarta.
- Oscos, J., Galicia, D., & Miranda R. 2011. *Identification Guide of Freshwater Macroinvertebrates of Spain*. Springer Science. New York
- Ospina, P. E. M., Campeón, M. O. I., Richardi, V. S., & Rivera, F. A. (2019). Histological description of immature *Chironomus columbiensis* (Diptera: Chironomidae): A potential contribution to environmental monitoring. *Microscopy Research and Technique*, 82(8), 1277-1289. DOI: <https://doi.org/10.1002/jemt.23278>
- Paul, S., & Kakkassery, F. K. (2013). Taxonomic and diversity studies on odonate nymphs by using their exuviae. *J Entomol Zool Stud*, 1(4), 47-53.
- 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. DOI: <https://doi.org/10.35799/jis.18.2.2018.21158>
- Pertiwi, W., Bahri, S., Rokhim, S., & Firdhausi, N. F. (2020). Keanekaragaman dan pemerataan jenis Collembola gua di kawasan karst Malang Selatan. *BIOTROPIC The Journal of Tropical Biology*. 4(2):134-139. DOI: <https://doi.org/10.29080/biotropic.2020.4.2.134-139>
- Podeniene, V., Podenas, S., Park, S. J., Bae, C. H., Baek, M. J., & Havelka, J. (2023). Immature Stages of Genus *Hexatoma* (Diptera, Limoniidae) in the Korean Peninsula. *Diversity*, 15(6), 770. DOI: <https://doi.org/10.3390/d15060770>
- Prahardika, B. A., & Styawan, W. M. L. D. (2020). Studi keanekaragaman diatom epilitik serta potensinya sebagai bioindikator kualitas perairan sungai di Coban Tarzan Kabupaten Malang. *Jurnal Biotropika*, 8(2), 116-124. DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.biotropika.2020.008.02.07>
- Pratiwi, F. R., Hadisusanto, S., Gustiantini, L., Nurdin, N., & Yosi, M. (2020). Keterkaitan perubahan iklim pada glasial akhir – holosen terhadap Tingkat keanekaragaman foraminifera di laut Halmahera. *Jurnal Geologi Kelautan*, 18(1). <http://dx.doi.org/10.32693/jgk.18.1.2020.635>.
- Prihatin N, Melani WR, Muzammil W. 2021. Struktur komunitas makrozoobentos dan kaitannya dengan kualitas Perairan Kampung Baru, Desa Sebond Lagoi, Kabupaten Bintan. *Jurnal Pengelolaan Perikanan Tropis*. 5(1):20–28. DOI: <https://doi.org/10.29244/jppt.v5i1.34541>

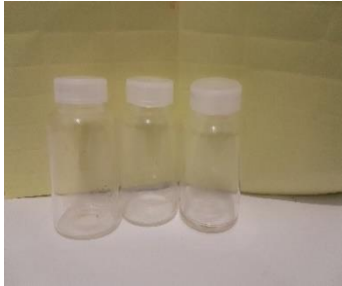
- Prommi, T. O. (2016). Descriptions of larvae of four species of Hydropsyche (Hydropsychidae: Trichoptera) from Thailand. *Zootaxa*. 4158(4):577-591. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4158.4.9>
- Purba, N. C., & Fitrihidajati, H. (2021). Kualitas perairan sungai sada berdasarkan indeks Keanekaragaman Makrozoobentos dan kadalogam Berat (Pb) di Kabupaten Mojokerto. *Jurnal LenteraBio*.10(3):292-301. DOI: <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v10n3.p292-301>
- Putra, P., Kusumawati, I., Suriani, M., & Hermi, R. (2023). Struktur Komunitas Crustacea Di Kawasan Vegetasi Mangrove Desa Lhok Rigaih Kecamatan Setia Bakti Kabupaten Aceh Jaya. *Jurnal Laot Ilmu Kelautan*, 5(2), 219-228. DOI: <https://doi.org/10.35308/jlik.v5i2.8464>
- 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. DOI: <https://doi.org/10.26760/jrh.v2i1.2043>
- 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.
- Rahmatia, F., Sirait, M., & Ahmed, Y. (2020). Dampak Normalisasi Terhadap Struktur Komunitas Zooplankton di Sungai Ciliwung. *Jurnal Biofaal* .1(1):27-36.
- Ratih, I., Prihanta, W., & Susetyarin, R. E. (2015). Inventarisasi Keanekaragaman Makrozoobentos di Daerah Aliran Sungai Brantas Kecamatan Ngoro Mojokerto sebagai Sumber Belajar Biologi SMA Kelas X. *Jurnal pendidikan biologi indonesia*. 1(2): 158-169. DOI: <https://doi.org/10.22219/jpbi.v1i2.3327>
- Reyes M, R., Marie, B., & Ramírez, A. (2021). Rearing methods and life cycle characteristics of Chironomus sp. Florida (Chironomidae: Diptera): A rapid-developing species for laboratory studies. *PloS one*, 16(2)
- Ridwan, M., Fathoni, R., & Fatihah, I. (2016). Struktur Komunitas Makrozoobenthos Di Empat Muara Sungai Cagar Alam Pulau Dua, Serang, Banten. *Jurnal Al-Kauniyah*, 9(1):57-65.
- Riley, B., & Seekell, D. (2021). Stream Diatom Assemblages in An Arctic Catchment: Diversity And Relationship to Ecosystem-Scale Primary Production. *Journal Arctic Science*, 1-19.DOI: <https://doi.org/10.1139/as-2020-0060>
- Rohmah, I. L., Hadi, U. K., & Soviana, S. (2018). Larval breeding habitat of Simulium (Diptera: Simuliidae) around stream of waterfall areas of Bogor forest management unit. *J. Entomol. Zool. Stud*, 6, 3167-3172.
- Royani, S., Fitriana, A. S., Enarga, A. B. P., & Bagaskara, H. Z. (2021). Kajian COD dan BOD dalam air di lingkungan tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah Kaliori Kabupaten Banyumas. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 13(1), 40-49.DOI: <https://doi.org/10.20885/jstl.vol13.iss1.art4>
- 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.

- Sanjaya, R. E., & Iriani, R. 2018. Kualitas Air Sungai Di Desa Tanipah (Gambut Pantai), Kalimantan Selatan. *Jurnal Biolink*.5(1):1-10. DOI: 10.31289/biolink.v5i1.1583
- Santoso, T., Sutanto, A., & Achyani, A. (2021). Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Di Danau Asam Suoh Lampung Barat. *BIOEDUKASI: Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(2), 213-220. DOI: <http://dx.doi.org/10.24127/bioedukasi.v12i2.4450>
- Saputri, I., Fatimatuazzahra, F., & Lestari, Y. (2023). Analisa Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) Pada Limbah Cair Disekitar Kawasan Penambangan Batubara Kabupaten Bengkulu Utara. *Organisms: Journal of Biosciences*, 3(2), 63-69. DOI: <https://doi.org/10.24042/organisms.v3i2.18035>
- Shihab, M.Q.2002. *Tafsir Al-Misbah: Pesan. Kesan dan Keserasian al-Qur'an*, 14. Jakarta: Lentera Hati.
- Siagian, E. T., Manik, R. R. D. S., & Sinaga, M. P. (2023). Studi Keanekaragaman Makrozoobentos Di Sungai Tanjung Pinggir Kecamatan Siantar Martoba Kota Pematang Siantar Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Wilayah, Kota Dan Lingkungan Berkelanjutan*, 2(2), 10-27.
- Siahaan, R., Indrawan, A., Soedharma, D., & Prasetyo, L. B. (2011). Kualitas Air Sungai Cisadane , Jawa Barat - Banten (Water Quality of Cisadane River , West Java - Banten) Water Quality Of Cisadane River, West Java Banten. *Jurnal Ilmiah Sains*.11(9):2.
- Sofiyani, R. G., Muskananfolo, M. R., & Sulardiono, B. (2021). Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Pesisir Kelurahan Mangunharjo sebagai Bioindikator Kualitas Perairan. *Journal Life Science*, 10(2), 150161-150161.
- Suharjono, S. (2021). Pengukuran Faktor-Faktor Fisika Kimia Sebagai Dasar Pengelolaan di Perairan Sungai Lilin Kabupaten Musi Banyuasin. *Journal UEEJ*.1(02):21-31.
- 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.
- Suyasa. W. B. (2015). *Pencemaran Air & Pengolahan Limbah*. Denpasar. Udayana University Press.
- Takaoka, H., Hadi, U. K., & Sigit, S. H. (2006). A new species of Simulium (Simulium) from Sumatra, Indonesia (Diptera: Simuliidae). *Medical Entomology and Zoology*, 57(1), 27-34. DOI: https://doi.org/10.7601/mez.57.27_1
- Thorpe, J. H., & Covich, A. P. (Eds.). (2009). *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*. Academic press.
- Trianto, M., Nuraini, N., Sukmawati, S., & Kisman, M. D. (2020). Keanekaragaman Genus Serangga Air sebagai Bioindikator Kualitas Perairan. *Justek: Jurnal Sains dan Teknologi*, 3(2), 61-68. DOI: <https://doi.org/10.31764/justek.v3i2.3562>
- Tszydel M, Błońska D, Józwiak P, Józwiak M. (2021). SEM-EDX analysis of heavy metals in anal papillae of *Hydropsyche angustipennis* larvae (Trichoptera, Insecta) as a support for water quality assessment. *Eur Zool J* 88 (1): 718-730. DOI: 10.1080/24750263.2021.1931490.

- Ulfa, U., Zakia, T., & Pahmi, T. R. (2020). Keanekaragaman Benthos Di Perairan Pantai Lhok Keutapang Gampong Deudap Pulo Aceh Kabupaten Aceh Besar. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi, Teknologi dan Kependidikan*, 8(1). DOI: <http://dx.doi.org/10.22373/pbio.v8i1.9639>
- Umanailo, S., Tahir, I., Akbar, N., Baksir, A., & Ismail, F. (2021). Distribusi Jenis Gastropoda di Aliran Sumber Air Panas Desa Payo dan Desa Bobo Kecamatan Jailolo Kabupaten Halmahera Barat. *Hemiscylius*. 1(2):73–87.
- Umar, D. M., Harding, J. S., & Winterbourn, M. J. (2013). *Freshwater invertebrates of the Mambilla plateau, Nigeria*. School of Biological Sciences, University of Canterbury.
- Van der Geest, H. G. (2007). Behavioural responses of caddisfly larvae (*Hydropsyche angustipennis*) to hypoxia. *Contributions to Zoology*, 76(4), 255-260.
- Wahyuningsih, S., Dharmawan, A., & Imamah, I. (2020). Penentuan Koefisien Reaerasi Sungai Bedadung Hilir Metode Perubahan Defisit Oksigen (Studi Kasus di Kecamatan Balung, Jember). *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 17(2), 169-176.
- Wang, M., Jin, X. W., Lin, X. L., Du, L. N., Cui, Y. D., Wu, X. P., ... & Wang, B. X. (2021). Advances in the macrozoobenthos biodiversity monitoring and ecosystem assessment using environmental DNA metabarcoding. *Acta Ecologica Sinica*, 41(18), 1-14.
- Widhiandari, P. F. A., Watiniasih, N. L., & Pebriani, D. A. A. (2021). Bioindikator Makrozoobenthos dalam Penentuan Kualitas Perairan Di Tukad Mati Badung, Bali. *Current Trends in Aquatic Science IV*, 4(1), 4956.
- Widiatmono, B. R., Suharto, B., & Monica, F. Y. (2020). Identifikasi Daya Tampung Beban Pencemar dan Kualitas Air Sungai Lesti Sebelum Pembangunan Hotel. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 6(3), 1-10. DOI: <http://dx.doi.org/10.21776/ub.jsal.2019.006.03.1>
- Wijana, Sara I. M., Ernawati, N. M., & Ayu Pratiwi, M. (2019). Keanekaragaman Lamun Dan Makrozoobentos Sebagai Indikator Kondisi Perairan Pantai Sindhu, Sanur, Bali. *Ecotrophic : Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*. 13(2):238.
- Yule, C. M., & Yong, H. (2004). *Freshwater invertebrates of the Malaysian region*. Academy of Sciences Malaysia.
- Yuliana, Y., Savitri, S., & Araina, E. (2020). The Effect of Media Composition on the Growth of Earthworms (*Lumbricus Terrestris*) to Support the Learning Process on Annelida Material in Class X Semester I SMA. *Journal Gamaproionukleus*, 1(2), 75-83. DOI: <https://doi.org/10.37304/jpmipa.v1i2.2590>
- Yulianto, H., Maharani, H. W., Delis, P. C., & Finisia, N. P. (2023). Struktur komunitas makrozoobentos pada ekosistem mangrove di daerah penyangga Taman Nasional Way Kambas. *Jurnal Sumberdaya Perairan*, 17(1), 1-6. DOI: <https://doi.org/10.33019/akuatik.v17i1.4002>

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Alat dan bahan



botol flakon



TDS meter



meteran



Botol gelap



pH meter



surber net

LAMPIRAN 2

Dokumentasi pengambilan sampel



[illegible]

Perhitungan indeks keanekaragaman menggunakan past 4.17

Alpha diversity indices

Numbers	Plot		
	stasiun 1	stasiun 2	stasiun 3
Taxa_S	11	11	5
Individuals	96	128	14
Dominance_D	0,1978	0,2328	0,2308
Simpson_1-D	0,8022	0,7672	0,7692
Shannon_H	1,876	1,715	1,543
Evenness_e^H/S	0,5932	0,5052	0,9359
Brillouin	1,665	1,557	1,073
Menhinick	1,123	0,9723	1,336
Margalef	2,191	2,061	1,516
Equitability_J	0,7822	0,7152	0,9588
Fisher_alpha	3,205	2,883	2,782
Berger-Parker	0,3229	0,3438	0,4286
Chao-1	11,99	20,92	5,929
iChao-1	13,72	20,92	6,714
ACE	13,69	18,58	6,641
Squares	12,86	16,99	6,204

Perhitungan korelasi menggunakan past 4.17

Table	Plot														
		suhu	pH	TDS	TSS	DO	BOD	COD	Kecepatan air Tiliapia	Tabanus	Hexatoma	Chironomus	Hydropsyche	Prosimulium	Correlation statistic
suhu															☒ Linear r (Pearson)
pH	0.44925														☐ Spearman's D
TDS	0.60999	0.98198													☐ Spearman's rs
TSS	0.76999	0.91596	0.97529												☐ Kendall's tau
DO	-0.92447	-0.75593	-0.86603	-0.95509											☐ Polynomial rho
BOD	0.89817	0.79629	0.89626	0.9721	-0.99795										☐ Partial linear
COD	0.89727	0.79752	0.89716	0.97258	-0.99782	1									☐ Phi (compositional)
Kecepatan air	0.92447	-0.75593	-0.86603	-0.95509	1	-0.99795	-0.99782								☐ Tetrachoric (binary)
Tiliapia	-0.97986	-0.61859	-0.75593	-0.88189	0.98198	-0.96787	-0.96735	0.98198							Table format
Tabanus	0.92447	-0.75593	-0.86603	-0.95509	1	-0.99795	-0.99782	1	0.98198	0.98198	0.94491	-0.75593	0.66762	-0.1694	☐ Statistic p (puncorn)
Hexatoma	-0.99124	-0.32733	-0.5	-0.67898	0.86603	-0.83224	-0.83111	0.86603	0.94491	0.86603	0.86603	-0.5	0.38715	-0.48266	☐ Statistic (puncorn)
Chironomus	0.60999	0.98198	1	0.97529	0.86603	0.89626	0.89716	-0.86603	0.79629	0.86603	-0.5	-0.92906	-0.51714	0.62065	☐ Permutation p
Hydropsyche	-0.50552	-0.99795	-0.99206	-0.93977	0.79629	-0.83338	-0.8345	0.79629	0.66762	0.79629	0.38715	-0.99206		0.62065	☐ Bayes factor
Prosimulium	0.36277	-0.66957	-0.51714	-0.31526	0.019905	-0.08387	-0.085897	0.019905	-0.1694	0.019905	-0.48266	-0.51714	0.62065		☐ Bonferroni correction
Glossosoma	-0.36629	-0.99587	-0.96077	-0.87575	0.69338	-0.73808	-0.73945	0.69338	0.5447	0.69338	0.24019	-0.96077	0.98802	0.73424	
Baetis	0.22717	-0.76799	-0.63311	-0.44645	0.16126	-0.22411	-0.22609	0.16126	-0.028152	0.16126	-0.3538	-0.63311	0.72541	0.98993	
Neoperla	-0.99124	-0.32733	-0.5	-0.67898	0.86603	-0.83224	-0.83111	0.86603	0.94491	0.86603	1	-0.5	0.38715	-0.48266	
Caenis	0.38125	-0.65465	-0.5	-0.29631	-2.584E-15	-0.064018	-0.064048	-0.06406	-0.18898	0	-0.5	-0.5	0.60492	0.9998	
Symptetrus	0.50777	0.86603	0.94491	0.93988	-0.98198	0.99206	0.99232	-0.98198	-0.92857	-0.98198	-0.75593	0.94491	-0.89626	-0.20849	
Calicnemia	0.8234	-0.52111	-0.35921	-0.14414	-0.15554	0.091984	0.089958	-0.15554	-0.33942	-0.15554	-0.62862	-0.35921	0.4737	0.98454	
Dugesia	-0.9987	-0.49424	-0.64962	-0.80154	0.94272	-0.19143	-0.19163	0.94272	0.98877	0.94272	0.98321	-0.64962	0.54888	-0.31746	
Stelmis	0.92447	-0.75593	-0.86603	-0.95509	1	-0.99795	-0.99782	1	0.98198	1	0.86603	-0.86603	0.79629	0.019905	
Potamonautae	-0.99124	-0.32733	-0.5	-0.67898	0.86603	-0.83224	-0.83111	0.86603	0.94491	0.86603	1	-0.5	0.38715	-0.48266	

Uji t-diversity

Stasiun 1 dan 2

Shannon index			
Stasiun 1		stasiun 2	
<i>H'</i>	1,8236	<i>H'</i>	1,676
Variance:	0,0084452	Variance:	0,0067369
<i>t</i>	1,198		
df:	210,02		
<i>p</i> (same):	0,23227		
Simpson index			
<i>D'</i>	0,20616	<i>D'</i>	0,23877
Variance:	0,00046693	Variance:	0,00039053
<i>t</i>	-1,1135		
df:	212,34		
<i>p</i> (same):	0,26675		

Stasiun 2 dan 3

Shannon index			
stasiun 2		stasiun 3	
<i>H'</i>	1,676	<i>H'</i>	1,4003
Variance:	0,0067369	Variance:	0,035825
<i>t</i>	1,3361		
df:	19,684		
<i>p</i> (same):	0,19676		
Simpson index			
<i>D'</i>	0,23877	<i>D'</i>	0,28571
Variance:	0,00039053	Variance:	0,0068561
<i>t</i>	-0,55147		
df:	15,635		
<i>p</i> (same):	0,58911		

Stasiun 1 dan 3

Shannon index			
stasiun 3		stasiun 1	
<i>H'</i>	1,4003	<i>H'</i>	1,8236
Variance:	0,035825	Variance:	0,0084452
<i>t</i>	-2,0116		
df:	21,207		
<i>p</i> (same):	0,057139		
Simpson index			
<i>D'</i>	0,28571	<i>D'</i>	0,20616
Variance:	0,0068561	Variance:	0,00046693
<i>t</i>	0,92961		
df:	15,961		
<i>p</i> (same):	0,36642		

LAMPIRAN 5

Uji Signifikan Kruskal Wallis

Tests of Normality							
	stasiun	Kolmogorov-Smirnov ^a		Shapiro-Wilk			
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Suhu (°C)	stasiun 1	,194	3	.	,996	3	,886
	stasiun 2	,271	3	.	,948	3	,559
	stasiun 3	,351	3	.	,827	3	,180
pH	stasiun 1	,175	3	.	1,000	3	1,000
	stasiun 2	,175	3	.	1,000	3	1,000
	stasiun 3	,328	3	.	,871	3	,298
TDS (mg/L)	stasiun 1	,364	3	.	,800	3	,114
	stasiun 2	,280	3	.	,938	3	,520
	stasiun 3	,177	3	.	1,000	3	,968
TSS (mg/L)	stasiun 1	,381	3	.	,760	3	,022
	stasiun 2	,323	3	.	,878	3	,318

	stasiun 3	,286	3	.	,931	3	,494
DO (mg/L)	stasiun 1	,175	3	.	1,000	3	1,000
	stasiun 2	,349	3	.	,832	3	,194
	stasiun 3	,213	3	.	,990	3	,806
BOD (mg/L)	stasiun 1	,282	3	.	,936	3	,510
	stasiun 2	,255	3	.	,962	3	,627
	stasiun 3	,255	3	.	,963	3	,628
COD (mg/L)	stasiun 1	,261	3	.	,958	3	,604
	stasiun 2	,268	3	.	,950	3	,571
	stasiun 3	,279	3	.	,939	3	,525
kecepatan arus (m/s)	stasiun 1	,385	3	.	,750	3	,000
	stasiun 2	,230	3	.	,981	3	,734
	stasiun 3	,199	3	.	,995	3	,866

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Suhu (°C)	1,166	2	6	,373
pH	1,653	2	6	,268
TDS (mg/L)	,649	2	6	,556
TSS (mg/L)	1,397	2	6	,318
DO (mg/L)	,294	2	6	,755
BOD (mg/L)	3,984	2	6	,079
COD (mg/L)	,076	2	6	,927
kecepatan arus (m/s)	1,655	2	6	,268

Uji lanjut Mann-Whitney

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Suhu (°C) is the same across categories of stasiun.	Independent Samples Kruskal-Wallis Test	,561	Retain the null hypothesis.
2	The distribution of pH is the same across categories of stasiun.	Independent Samples Kruskal-Wallis Test	,161	Retain the null hypothesis.
3	The distribution of TDS (mg/L) is the same across categories of stasiun.	Independent Samples Kruskal-Wallis Test	,502	Retain the null hypothesis.
4	The distribution of TSS (mg/L) is the same across categories of stasiun.	Independent Samples Kruskal-Wallis Test	,430	Retain the null hypothesis.
5	The distribution of DO (mg/L) is the same across categories of stasiun.	Independent Samples Kruskal-Wallis Test	,924	Retain the null hypothesis.
6	The distribution of BOD (mg/L) is the same across categories of stasiun.	Independent Samples Kruskal-Wallis Test	,063	Retain the null hypothesis.
7	The distribution of COD (mg/L) is the same across categories of stasiun.	Independent Samples Kruskal-Wallis Test	,252	Retain the null hypothesis.
8	The distribution of kecepatan arus (m/s) is the same across categories of stasiun.	Independent Samples Kruskal-Wallis Test	,832	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Stasiun 1 dan 2

Test Statistics^a

	Suhu (°C)	pH	TDS (mg/L)	TSS (mg/L)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	kecepatan arus (m/s)
Mann-Whitney U	3,000	3,500	4,500	2,000	4,000	,500	3,000	3,000
Wilcoxon W	9,000	9,500	10,500	8,000	10,000	6,500	9,000	9,000
Z	-,655	-,443	,000	-1,091	-,218	-1,771	-,655	-,696
Asymp. Sig. (2-tailed)	,513	,658	1,000	,275	,827	,077	,513	,487
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,700 ^b	,700 ^b	1,000 ^b	,400 ^b	1,000 ^b	,100 ^b	,700 ^b	,700 ^b

a. Grouping Variable: stasiun

b. Not corrected for ties.

Stasiun 1 dan 3

Test Statistics ^a								
	Suhu (°C)	pH	TDS (mg/L)	TSS (mg/L)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	kecepatan arus (m/s)
Mann-Whitney U	2,000	2,000	2,000	2,000	3,500	,000	1,000	4,000
Wilcoxon W	8,000	8,000	8,000	8,000	9,500	6,000	7,000	10,000
Z	-1,091	-1,091	-1,091	-1,091	-,443	-1,964	-1,528	-,221
Asymp. Sig. (2-tailed)	,275	,275	,275	,275	,658	,050	,127	,825
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,400 ^b	,400 ^b	,400 ^b	,400 ^b	,700 ^b	,100 ^b	,200 ^b	1,000 ^b

a. Grouping Variable: stasiun

b. Not corrected for ties.

Stasiun 2 dan 3

Test Statistics ^a								
	Suhu (°C)	pH	TDS (mg/L)	TSS (mg/L)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	kecepatan arus (m/s)
Mann-Whitney U	4,000	,000	2,500	4,000	4,500	2,000	2,000	4,000
Wilcoxon W	10,000	6,000	8,500	10,000	10,500	8,000	8,000	10,000
Z	-,218	-1,964	-,886	-,218	,000	-1,091	-1,091	-,218
Asymp. Sig. (2-tailed)	,827	,050	,376	,827	1,000	,275	,275	,827
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	1,000 ^b	,100 ^b	,400 ^b	1,000 ^b	1,000 ^b	,400 ^b	,400 ^b	1,000 ^b

a. Grouping Variable: stasiun

b. Not corrected for ties.

P- Value korelasi

		suhu	pH	TDS	TSS	DO	BOD	COD	arus
Tiliapia pruinosa	Pearson Correlation	-,161	-,507	,147	-,478	,213	-,350	-,692*	,121
	Sig. (2-tailed)	,680	,164	,705	,193	,583	,356	,039	,756
	N	9	9	9	9	9	9	9	9
Tabanus aratus	Pearson Correlation	,078	,212	,148	-,351	,395	-,214	-,391	-,347

	Sig. (2-tailed)	,841	,584	,704	,354	,292	,581	,299	,360
	N	9	9	9	9	9	9	9	9
Hexatoma pianigra	Pearson Correlation	,122	,375	,072	-,284	,484	-,330	-,251	-,359
	Sig. (2-tailed)	,755	,320	,854	,460	,187	,386	,515	,343
	N	9	9	9	9	9	9	9	9
Chironomus columbuensis	Pearson Correlation	,321	,665	,170	-,283	,484	-,149	-,102	-,189
	Sig. (2-tailed)	,399	,051	,663	,461	,187	,703	,795	,626
	N	9	9	9	9	9	9	9	9
Hydropsyche angustipennis	Pearson Correlation	,597	-,246	,126	-,610	,606	-,492	-,535	-,466
	Sig. (2-tailed)	,090	,523	,747	,081	,083	,178	,138	,206
	N	9	9	9	9	9	9	9	9
Prosimulium eximum	Pearson Correlation	,262	-,370	,166	-,313	,070	,043	-,371	-,204
	Sig. (2-tailed)	,495	,327	,670	,412	,858	,913	,325	,598
	N	9	9	9	9	9	9	9	9
Glossosoma boltani	Pearson Correlation	-,189	-,625	,172	-,334	-,078	-,018	-,571	,182
	Sig. (2-tailed)	,626	,072	,659	,380	,841	,963	,108	,638
	N	9	9	9	9	9	9	9	9
Baetis fucatus	Pearson Correlation	,294	-,478	,290	-,439	,133	-,050	-,486	-,298
	Sig. (2-tailed)	,443	,193	,449	,237	,733	,898	,185	,435
	N	9	9	9	9	9	9	9	9
Neoperla midoroensis	Pearson Correlation	-,098	-,285	,079	-,426	,343	-,480	-,559	,061
	Sig. (2-tailed)	,803	,457	,840	,253	,366	,191	,118	,876
	N	9	9	9	9	9	9	9	9
Caenis vanutensis	Pearson Correlation	-,078	-,300	,170	-,178	-,130	,207	-,327	-,019
	Sig. (2-tailed)	,843	,433	,663	,648	,740	,593	,391	,962
	N	9	9	9	9	9	9	9	9
Ortherum sabina	Pearson Correlation	,291	,557	,223	-,337	,435	-,079	-,208	-,193
	Sig. (2-tailed)	,447	,119	,564	,375	,242	,841	,592	,620
	N	9	9	9	9	9	9	9	9
Calicnemia exima	Pearson Correlation	,690*	-,179	,129	-,421	,399	-,215	-,288	-,398

	Sig. (2-tailed)	,040	,644	,742	,260	,287	,579	,452	,289
	N	9	9	9	9	9	9	9	9
Dugesia japonica	Pearson Correlation	,116	-,208	,098	-,524	,512	-,567	-,594	-,137
	Sig. (2-tailed)	,767	,591	,802	,148	,158	,112	,091	,725
	N	9	9	9	9	9	9	9	9
Stenelmis aritai	Pearson Correlation	-,197	-,590	,040	-,290	,055	-,319	-,465	,321
	Sig. (2-tailed)	,611	,095	,919	,449	,889	,402	,207	,399
	N	9	9	9	9	9	9	9	9
Potamonauts karooensis	Pearson Correlation	,122	,375	,072	-,284	,484	-,330	-,251	-,359
	Sig. (2-tailed)	,755	,320	,854	,460	,187	,386	,515	,343
	N	9	9	9	9	9	9	9	9

LAMPIRAN 6

Hasil Uji Lab Air Sungai Coban Rondo

1. Uji Air sungai Stasiun 1



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 : lablingkunganjti1@gmail.com

Nomor : 33015 S/LL MLG/I/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 : 03 - 17 Januari 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	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	5.60	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
2	BOD	mg/L	4.17	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
3	COD (Spektro)	mg/L	14.29	-	SNI 6989.2:2019	
4	Oksigen terlarut (DO)	mg O ₂ /L	5.7	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

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



2. Uji Air sungai Stasiun 2

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 : 33014 S/LL MLG/I/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Stasiun II
Sampling Location
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT I
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 03 - 17 Januari 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	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	10.4	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
2	BOD	mg/L	5.55	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
3	COD (Spektro)	mg/L	1516	-	SNI 6989 2:2019	
4	Oksigen terlarut (DO)	mg O ₂ /L	5.4	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

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

3. Uji Air sungai Stasiun 3

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 : 33013 S/LL MLG/I/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Stasiun III
Sampling Location
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT I
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 03 - 17 Januari 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	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	18.1	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
2	BOD	mg/L	6.26	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
3	COD (Spektro)	mg/L	18.07	-	SNI 6989 2:2019	
4	Oksigen terlarut (DO)	mg O ₂ /L	5.4	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

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

4. Uji Air sungai Stasiun 1 ulangan 2

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 : 33330 S/LL MLG/I/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Stasiun I
Sampling Location
 Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
 Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
 Tanggal Analisa : 16 - 30 Januari 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	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	5.88	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
2	BOD	mg/L	4.14	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
3	COD (Spektro)	mg/L	15.64	-	SNI 6989.2:2019	
4	Oksigen terlarut (DO)	mg O ₂ /L	6.4	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

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

5. Uji Air sungai Stasiun 2 ulangan 2

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 : 33329 S/LL MLG/I/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Stasiun II
Sampling Location
 Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
 Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
 Tanggal Analisa : 16 - 30 Januari 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	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	6.02	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
2	BOD	mg/L	4.25	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
3	COD (Spektro)	mg/L	16.51	-	SNI 6989.2:2019	
4	Oksigen terlarut (DO)	mg O ₂ /L	6.2	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

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

6. Uji Air sungai Stasiun 3 ulangan 2



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 : 33331 S/LL MLG/I/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Stasiun III

Sampling Location

Metode Pengambilan Contoh Uji : -

Sample Method

Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1

Place of Analysis

Tanggal Analisa : 16 - 30 Januari 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	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	5.92	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
2	BOD	mg/L	4.65	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
3	COD (Spektro)	mg/L	16.58	-	SNI 6989.2:2019	
4	Oksigen terlarut (DO)	mg O ₂ /L	6.4	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

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

: -



7. Uji Air sungai Stasiun 1 ulangan 3

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

Nomor : 33608 S/LL MLG/II/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Stasiun I
Sampling Location
 Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
 Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
 Tanggal Analisa : 30 Januari - 13 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	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	27.1	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
2	BOD	mg/L	4.25	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
3	COD (Spektr)	mg/L	17.20	-	SNI 6989 2:2019	
4	Oksigen terlarut (DO)	mg O ₂ /L	5.0	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

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

8. Uji Air sungai Stasiun 2 ulangan 3

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

Nomor : 33607 S/LL MLG/II/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Stasiun II
Sampling Location
 Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
 Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
 Tanggal Analisa : 30 Januari - 13 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	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	30.8	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
2	BOD	mg/L	5.19	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
3	COD (Spektr)	mg/L	19.63	-	SNI 6989 2:2019	
4	Oksigen terlarut (DO)	mg O ₂ /L	5.3	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

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

9. Uji Air sungai Stasiun 2 ulangan 3



JASA TIRTA 1

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 : 33609 S/LL MLG/II/2025

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Stasiun III

Sampling Location

Metode Pengambilan Contoh Uji : -

Sample Method

Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1

Place of Analysis

Tanggal Analisa : 30 Januari - 13 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	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	51.9	-	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017	
2	BOD	mg/L	7.05	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
3	COD (Spektra)	mg/L	21.90	-	SNI 6989.2-2019	
4	Oksigen terlarut (DO)	mg O ₂ /L	4.7	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

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

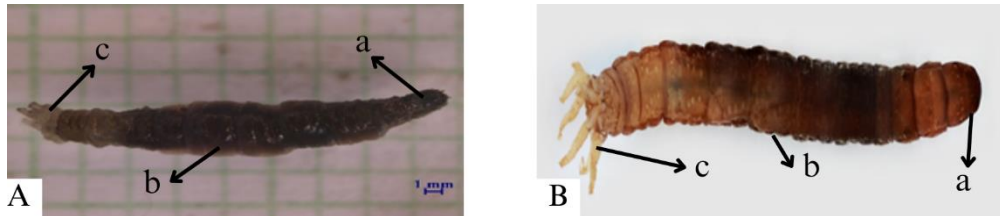


LAMPIRAN 7

Deskripsi identifikasi makrozoobentos

1. Spesimen 1 *Tipula pruinosa*

Hasil pengamatan spesimen 1 dapat dilihat pada gambar di bawah sebagai berikut :



A. Hasil Penelitian B. Gambar Literatur (Macroinvertebrates.org, 2025). a. kepala
b. abdomen c. papila

Berdasarkan hasil pengamatan morfologi, Spesies 1 diidentifikasi sebagai anggota *Genus Tipula*. Spesimen ini memiliki tubuh berbentuk sub-silindris dengan panjang sekitar 9 mm dan lebar 2 mm, serta tidak memiliki kaki (Oscos *et al.*, 2011). Warna tubuhnya didominasi oleh coklat kehitaman. Ciri khas lainnya adalah keberadaan lobed yang menyerupai tentakel pada bagian ujung posterior tubuh. Pada bagian posterior, spesimen ini juga memiliki spirakel dan papila (Podenine *et al.*, 2019), yang merupakan karakteristik dari *Genus Tipula*. Selain itu, terdapat seta pada abdomen segmen kedua, yang menjadi penanda spesifik pada tingkat spesies (Podenine *et al.*, 2019). Hal ini dapat dilihat dari hasil klasifikasi spesimen 1 menurut GBIF (2024) yaitu :

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Diptera

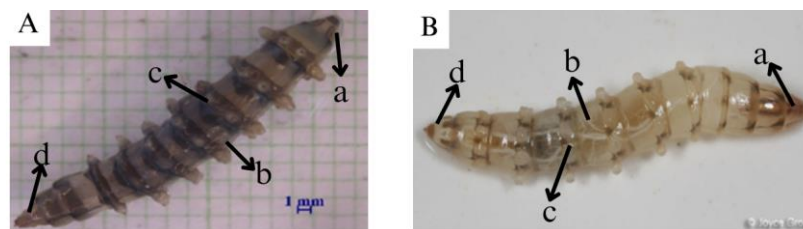
Famili : Tipulidae

Genus : *Tipula*

Spesies : *Tipula pruinosa*

Anggota famili ini bersifat hemisefalik, dengan kepala yang tertarik jauh ke dalam protoraks. Tubuhnya memanjang, terdiri dari delapan segmen abdomen. Segmen anal biasanya berbentuk trunksi dan terbagi menjadi area spirakel dorsal dan area anal ventral yang memiliki tiga hingga empat papila berbentuk seperti tentakel (Oscoz *et al.*, 2011).

2. Spesimen 2 *Tabanus atratus*



A. Hasil Penelitian B. Gambar Literatur (Bugguide.net, 2025). a. Kepala, b. Abdomen, c. Tonjolan, d. Sifon

Hasil pengamatan terhadap Spesimen 2 menunjukkan bahwa spesimen ini memiliki tubuh berwarna kuning kecoklatan dengan panjang sekitar 16 mm dan lebar 4 mm. Bentuk tubuhnya silindris menyerupai gelendong, meruncing pada kedua ujungnya, serta memiliki kepala yang sangat kecil. Ciri-ciri ini sesuai dengan deskripsi Famili *Tabanidae*, yang memiliki tubuh berbentuk silindris hingga gelendong dan tonjolan melingkar pada setiap segmen abdomen (Garber & Gabriel, 2002). Pada tingkat genus, spesimen ini memiliki sifon pernapasan yang pendek dan berbentuk kerucut (Oscoz *et al.*, 2011). Sementara itu, pada tingkat spesies, ditemukan empat pasang *prolegs* pada setiap segmen abdomen dan adanya pita

hitam pada tiap segmen, yang merupakan ciri khas dari *Tabanus atratus* (Animal Diversity.org). Berdasarkan keseluruhan ciri morfologi tersebut, dapat disimpulkan bahwa spesimen ini kemungkinan besar merupakan *Tabanus atratus*.. Hasil klasifikasi spesimen 2 menurut GBIF (2024) yaitu :

Kingdom : Animalia

Filum : Anthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Diptera

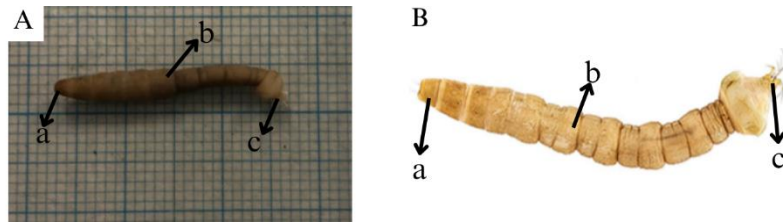
Famili : Tabanidae

Genus : *Tabanus*

Spesies : *Tabanus atratus*

Tabanidae adalah kelompok serangga yang dikenal sebagai penghisap darah. Pada semua Spesies yang ditemukan di Eropa Tengah, hanya betinanya yang aktif menghisap darah, sedangkan jantan lebih memilih nektar sebagai sumber makanannya. Larva Tabanidae bersifat predator yang memangsa invertebrata seperti oligochaeta dan serangga lainnya. Habitat larva ini biasanya terdapat di daerah berair dangkal seperti kolam dan danau berlumpur. Namun, mereka juga dapat ditemukan di perairan yang lebih dalam, di antara tumbuhan yang terendam, atau di sekitar tepi sungai (Rufusova *et al.*, 2017).

3. Spesimen 3 *Hexatoma pianigra*



A. Hasil Penelitian B. Gambar Literatur (Podeniene *et al* 2023). a. Kepala, b. Abdomen, c. Spiracle

Hasil pengamatan terhadap Spesimen 3 menunjukkan bahwa spesimen ini memiliki tubuh berwarna kuning pucat dengan panjang sekitar 23 mm dan lebar 3 mm. Tubuhnya berbentuk silindris dan terdiri dari beberapa segmen pada bagian abdomen. Pada bagian posterior, ditemukan ciri khas berupa bentuk yang mengembung disertai dengan keberadaan spirakel. Ciri ini sesuai dengan karakteristik larva dari Famili *Limoniidae*, yang memiliki empat atau lima lobus yang biasanya mengelilingi spirakel posterior, meskipun dalam beberapa kasus lobus ini bisa tidak ada (Rufusova *et al.*, 2017). Berdasarkan pengamatan morfologis, spesimen ini menunjukkan kesesuaian dengan Genus *Hexatoma*, di mana tubuh larvanya ditutupi oleh rambut pendek berwarna kuning kecokelatan, yang memberikan kesan warna keemasan (Podeniene *et al.*, 2023). Lebih lanjut, pada tingkat spesies, spesimen ini memiliki spirakel yang dikelilingi oleh empat lobus, dan pada ujung segmen terakhir tampak mengembang dan ditutupi oleh baris-baris rambut melintang yang panjang dan teratur, serta memiliki empat seta panjang yang berjarak sama pada sisi ventral. Berdasarkan keseluruhan ciri tersebut, dapat disimpulkan bahwa spesimen ini sangat mungkin merupakan larva *Hexatoma pianigra* (Podeniene *et al.*, 2023).. Hasil klasifikasi spesimen 3 menurut GBIF (2024) yaitu :

Kingdom : Animalia

Filum : Anthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Diptera

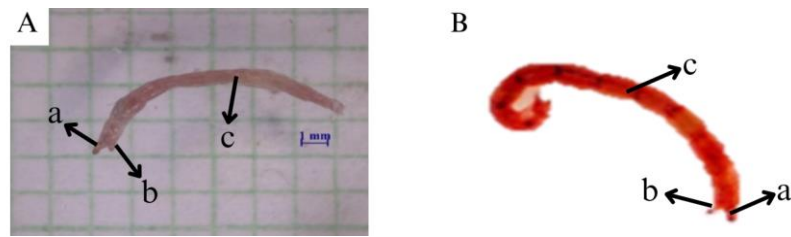
Famili : Limoniidae

Genus : *Hexatoma*

Spesies : *Hexatoma pianigra*

Famili *Limoniidae* termasuk salah satu famili *Diptera* yang paling beragam dan tersebar luas di berbagai belahan dunia, dengan habitat yang sangat beragam. Spesies dalam famili ini bersifat akuatik atau semiakuatik, menghuni lingkungan yang meliputi area berlumpur, sisa-sisa tumbuhan di tepi sungai, perairan lentik, serta permukaan higropetrik. Salah satu ciri khas famili ini adalah larvanya, yang mampu menggembungkan segmen tubuh kedua terakhir untuk menempel pada substrat. Spektrum trofiknya mencakup pengiris, pemakan perfiton, dan predator. Spesies predator dari famili ini berburu berbagai invertebrata, seperti *Acari*, *Oligochaeta*, dan larva serangga air lainnya, pada substrat berpasir, berbatu, atau bercampur endapan daun (Oscos *et al.*, 2011).

4. spesimen 4 *Chironomus columbiensis*



A. Hasil Penelitian B. Gambar Literatur (Podeniene *et al* 2023). a. Kepala, b. Prolegs, c. Abdomen

Hasil pengamatan terhadap Spesimen 16 menunjukkan bahwa spesimen ini memiliki tubuh berwarna merah muda dengan panjang sekitar 7 mm dan lebar 1 mm. Tubuhnya berbentuk silindris dengan kepala yang kecil serta terdapat *prolegs* di bawah kepala. Ciri-ciri ini sesuai dengan Famili *Chironomidae* yang memiliki bentuk tubuh silindris (Garber & Gabriel, 2002). Warna merah muda disebabkan oleh tingginya kandungan hemoglobin dalam tubuh, yang merupakan ciri khas dari Genus *Chironomus* (Rayes *et al.*, 2021). Berdasarkan ciri morfologi lebih lanjut, seperti keberadaan *prolegs* di bawah kepala serta adanya tubulus pernapasan atau insang pada segmen posterior, spesimen ini dapat diidentifikasi sebagai *Chironomus columbiensis* (Ospina *et al.*, 2019).. Hasil klasifikasi spesimen 4 menurut GBIF (2024) yaitu :

Kingdom : Animalia

Filum : Anthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Diptera

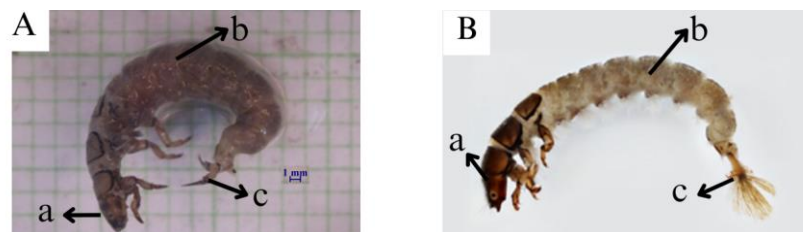
Famili : Chiromonidae

Genus : Chironomus

Spesies : *Chironomus columbiensis*

Famili Chironomidae merupakan salah satu kelompok serangga dalam Ordo Diptera yang sangat beragam dan tersebar luas di berbagai perairan . Spesies dalam famili ini dapat ditemukan di berbagai kondisi perairan, mulai dari yang bersih dan kaya oksigen hingga yang tercemar karena banyak anggotanya memiliki toleransi tinggi terhadap polusi (Oscos *et al.*, (2011). Menurut Rayes *et al* (2021) warna merah pada tubuh genus Chironomus dikarenakan spesimen ini memiliki banyak hemoglobin yang berfungsi agar mereka dapat hidup di lingkungan yang minim

5 . Spesimen 5 *Hydropsyche angustipennis*



A. Hasil Penelitian B. Gambar Literatur (Macroinvertebrates.org, 2025). a. Kepala.
b. Abdomen, c. Setae

Spesimen 5 yang diamati memiliki ciri-ciri tubuh berwarna coklat gelap , dengan panjang tubuh 18 mm dan lebar 4 mm. Abdomen spesimen ini berbentuk silindris serta pada bagian abdomennya terdapat kumpulan setae , serta memiliki tiga segmen pada bagian toraks. Di bagian anal, terdapat dua setae yang terdapat cakar di bagian ujungnya. Berdasarkan ciri-ciri tersebut, menurut Tszydel *et al*, (2021) Spesiesmen ini memiliki kemiripan dengan *Hydropsyche angustipennis*

kerana terdapat insang berumbai pada segmen abdomen hingga segmen ke-7. Tidak terdapat bulu panjang pada margin depan pronotum. Hasil klasifikasi spesimen 5 menurut GBIF (2024) yaitu:

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Trichoptera

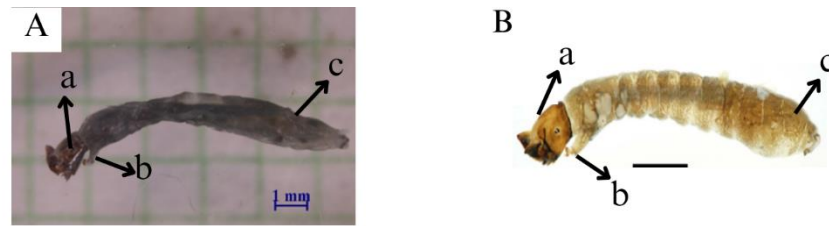
Famili : Hydropsychidae

Genus : *Hydropsyche*

Spesies : *Hydropsyche angustipennis*

Famili *Hydropsychidae* mencakup kelompok serangga *caddisflies* tanpa selubung yang memperoleh makanan melalui jaring yang mereka buat. Habitat mereka adalah perairan yang mengalir, seringkali dengan pencemaran organik, yang menyediakan sumber makanan berlimpah (Rufusova *et al.*, 2017). Untuk bergerak, famili ini menggunakan kaki dan cakar pada segmen terakhir tubuhnya. Mereka juga dapat mengapung dalam posisi vertikal dengan menjentikkan bagian perutnya. Warna tubuhnya bervariasi, mulai dari hijau, cokelat, hingga pucat. Selain berlindung di bawah batu, mereka juga sering ditemukan di area dengan butiran pasir di sungai berarus deras (Gerber dan Gabriel, 2002). Genus *Hydropsyche* memiliki peran penting sebagai indikator pencemaran di habitat lotik, karena toleransinya yang luas terhadap berbagai kondisi lingkungan (Garima, 2021).

6. Spesimen 6 *simulium eximium*



A. Hasil Penelitian B. Gambar Literatur (Kim, 2020). A. Kepala, b. Apikal, c. Prothoracic proleg.

Hasil pengamatan terhadap Spesimen 6 menunjukkan bahwa spesimen ini memiliki tubuh berwarna coklat pucat dengan bentuk silindris, panjang sekitar 6 mm dan lebar 1 mm, serta bagian apikal yang membulat. Kepala spesimen tampak jelas dengan dua antena kecil di ujungnya. Ciri-ciri ini sesuai dengan Famili *Simuliidae*, yang larvanya memiliki tubuh berbentuk sub-silindris dengan dua bagian melebar, satu pada toraks dan satu lagi pada ujung posterior abdomen (Rufusova *et al.*, 2017). Pada tingkat genus, larva memiliki kipas labral yang menonjol dan perut yang tampak membengkak (Umar *et al.*, 2013). Lebih lanjut, spesimen ini memiliki kapsul kepala berwarna coklat muda hingga gelap yang lengkap dan sepenuhnya terekspose, sepasang struktur seperti kipas (labral fans), serta satu proleg ventral pada segmen toraks pertama, yang merupakan ciri khas dari *Simulium eximium* (Takaoka *et al.*, 2006). Berdasarkan keseluruhan karakter tersebut, spesimen ini diidentifikasi sebagai *Simulium eximium*. Hasil klasifikasi spesimen 6 menurut GBIF (2024) yaitu:

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Trichoptera

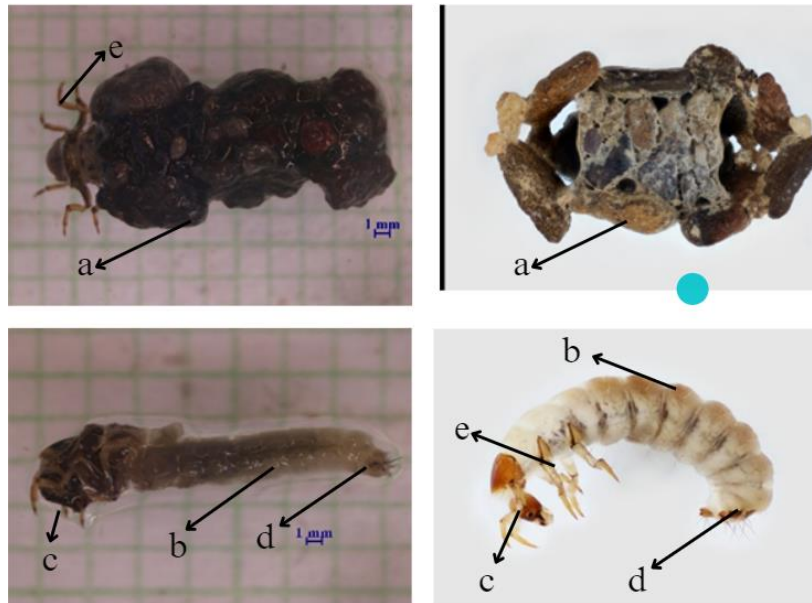
Famili : Simuliidae

Genus : *simulium*

Spesies : *simulium eximium*

Famili Simuliidae, atau yang sering disebut sebagai lalat hitam (*blackfly*), memiliki tubuh berbentuk sub-silindris dengan dua bagian yang melebar: satu di area dada (thoraks) dan satu lagi di ujung posterior perut (abdomen). Larva ini juga dilengkapi kapsul kepala yang melindungi organ-organ vital. Pada bagian perutnya yang melebar terdapat struktur cakram menyerupai pengisap, dilengkapi dengan mahkota kait, yang memungkinkannya menempel kuat pada substrat famili ini umumnya ditemukan di perairan dangkal dengan arus deras. Substrat seperti lempengan batu, kerikil, batang kayu tenggelam, serta tumbuhan air yang terendam menjadi tempat ideal bagi larva untuk menempel menggunakan struktur khusus di ujung perutnya. Struktur ini memiliki sifat perekat yang berfungsi layaknya pengisap, membantu larva bertahan melawan arus yang kuat (Oscos *et al.*, 2011). Menurut Handayani (2024) Genus dari famili simuliidae yang ada di indonesia hanya terdapat 1 Genus yaitu Genus *Simulium*

7. Spesimen 7 *Glossosoma boltani*



A. Hasil Penelitian B. Gambar Literatur (Macroinvertebrates.org, 2025). a. selubung, b. abdomen, c. kepala, d. anal, e. kaki

Hasil dari pengamatan menunjukkan spesimen 7 memiliki ciri- ciri yaitu tubuhnya di selimuti oleh selubung yang terbuat dari batu dengan panjang 11 mm dan lebar 4 mm, memiliki 3 pasang kaki dan kepala. Menurut Garber & Gaabriel (2002), famili Glassomanidae memiliki selubung yang terbuat dari bebatuan kecil dengan 2 lubang yaitu satu lubang diatas untuk kepala dan 1 lubang di bawah untuk cakar. Spesies *Glossosoma boltani* memiliki kaki depan larva *Glossosoma boltani* muncul di bagian depan pronotum, rumah berbentuk pelana dari batu kecil atau pasir yang melekat pada substrat berbatu di perairan yang mengalir deras (krings *et al.*, 2024). Hasil klasifikasi spesimen 7 menurut GBIF (2024) yaitu

Kingdom: Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Trichoptera

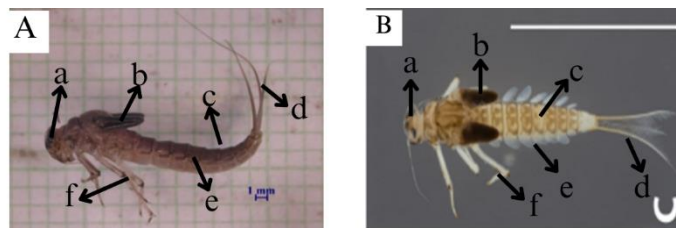
Famili : Glossomidae

Genus : *Glossosoma*

Spesies : *Glossosoma boltani*

Glossosomatidae umumnya ditemukan di hulu sungai pada berbagai ketinggian, meski kadang-kadang dijumpai di bagian tengah sungai. Mereka cenderung memilih habitat berbatu dengan arus sedang (Oscos *et al.*, 2011). Menurut Rufusova (2017) famili Glossomatidae mendiami perairan pegunungan yang bersih.

8. Spesimen 8 *Baetis fuscatus*



Gambar 4.8 Genus *Baetis* A. Hasil Penelitian B. Gambar Literatur (Macroinvertebrates.org, 2025). a. kepala, b. bantalan sayap, c. abdomen, d. cerci, e. insang, f. kaki

Hasil pengamatan terhadap Spesimen 8 menunjukkan bahwa spesimen ini memiliki tubuh berwarna coklat pucat dengan panjang mencapai 13 mm dan lebar 3 mm. Tubuhnya berbentuk silindris ramping dan memanjang, dengan dua antena di bagian depan kepala serta dua bantalan sayap pada toraks. Kaki-kakinya dilengkapi dengan cakar, dan pada bagian abdomen terdapat insang berbentuk lamella serta tiga cerci di ujung anal. Struktur toraks terdiri dari tiga segmen yang

kuat, sementara abdomen terdiri dari sepuluh segmen yang fleksibel dan memanjang. Ciri-ciri tersebut sesuai dengan Famili *Baetidae*, yang memiliki tubuh berbentuk fusiform dan sub-silindris (Oscos *et al.*, 2011). Pada tingkat genus, insang lamelat tunggal dengan tepi bergerigi halus terletak pada ruas I–VII atau II–VI, yang juga terlihat pada spesimen ini (Yule & Yong, 2004). Spesimen ini juga menunjukkan ciri-ciri spesifik seperti adanya insang lateral pada segmen abdomen serta struktur toraks dan abdomen yang khas, sehingga dapat diidentifikasi sebagai spesies dalam kelompok *Baetidae*, kemungkinan besar merupakan *Baetis* sp. (El Yaagoubi *et al.*, 2023). Berdasarkan ciri- ciri tersebut, spesimen ini memiliki kemiripan dengan *Baetis fuscatus* hasil klasifikasi spesimen 8 menurut GBIF (2024) yaitu:

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Ephemeroptera

Famili : Baetidae

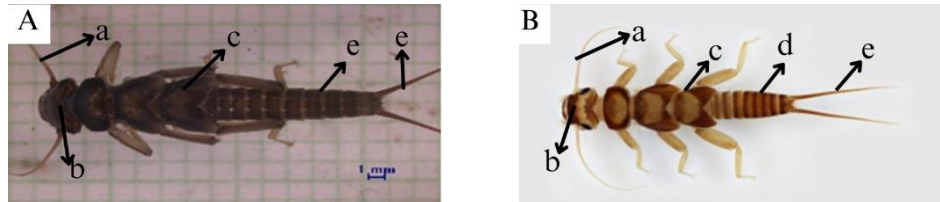
Genus : *Baetis*

Spesies : *Baetis fuscatus*

Famili ini memiliki tubuh subsilinder serta dua antena pada bagian kepala. famili ini memiliki 6-7 insang yang terletak pada abdomennya. Pada bagian ujung analnya terdapat 3 sersi. Famili Baetidae merupakan salah satu famili dari *mayflies* yang biasa ditemukan di habitat yang mengalir seperti sungai maupun pada perairan

yang mengenang seperti danau. Famili ini biasanya hidup pada substrat berpasir atau kerikil. Beberapa anggota famili ini dapat mentoleransi pencemaran di perairan namun sebagainya tidak (Oscos *et al.*, 2011).

9 . Spesimen 9 *Neoperla mindoroensis*



A. Hasil Penelitian B. Gambar Literatur (Macroinvertebrates.org, 2025). a. Kepala, b. Abdomen, c. Cerci

Hasil pengamatan terhadap Spesimen 9 menunjukkan bahwa spesimen ini memiliki tubuh berwarna coklat kekuningan dengan panjang sekitar 14 mm dan lebar 3 mm. Di bagian depan kepala terdapat dua antena, serta dua bantalan sayap dan dua cerci yang terletak di bagian anal. Ciri-ciri morfologi ini sesuai dengan Famili *Perlidae*, yang umumnya memiliki tubuh pipih secara dorsoventral dan dua cerci di bagian posterior (Oscos *et al.*, 2011). Pada tingkat genus, spesimen ini tidak memiliki bulu di sepanjang bantalan sayap dan ditemukan insang dubur, yang merupakan ciri khas dari genus *Neoperla* (Yule & Yong, 2004). Lebih lanjut, berdasarkan karakter khusus seperti kepala dengan corak khas berupa bintik-bintik gelap serta *paraproct* berbentuk unik dengan tonjolan khas, spesimen ini dapat diidentifikasi sebagai *Neoperla mindoroensis* (Pelingen & Freitag, 2020).. Hal ini dapat dilihat dari hasil klasifikasi spesimen 9 menurut GBIF (2024) yaitu:

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Plecoptera

Famili : Perlidae

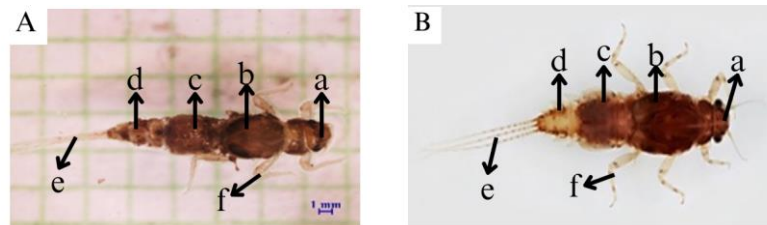
Genus : *Neoperla*

Spesies : *Neoperla mindoroensi*

Family Perlodidae memiliki siklus hidup yang relatif panjang, dengan beberapa spesies memerlukan waktu beberapa tahun untuk menyelesaikan daur hidupnya secara utuh. Dalam proses perkembangan telur, kerap kali ditemukan adanya tahap istirahat atau diapause sebagai strategi adaptif. Telur-telurnya berbentuk oval dan umumnya dilengkapi dengan cakram penempel, ciri khas yang juga dijumpai pada keluarga Perlodidae dan Chloroperlidae. Individu dewasa biasanya muncul pada musim semi hingga awal musim panas, dengan periode aktif terbang yang tergolong singkat. Nimfa dari spesies ini menghuni perairan permanen seperti sungai dan aliran yang dingin serta kaya oksigen. Ketika kadar oksigen dalam air menurun, nimfa menunjukkan perilaku peregangan tubuh tertentu yang diduga berfungsi untuk meningkatkan difusi oksigen melalui insang. Dalam ekosistem, nimfa Perlodidae berperan sebagai predator, memangsa berbagai jenis makroinvertebrata seperti Chironomidae dan Baetidae, meskipun pada tahap awal nimfa juga mengonsumsi bahan tumbuhan. Individu dewasa tidak aktif makan. Di habitat sungai yang tidak memiliki populasi ikan, Perlodidae, bersama dengan Odonata dan kelompok makroinvertebrata lainnya, menempati posisi sebagai predator utama dalam jaringan trofik perairan tawar. Namun, pada ekosistem yang

didominasi oleh ikan, Perlodidae menjadi salah satu sumber makanan penting bagi ikan predator (Oscoz *et al.*, 2011).

10. Spesimen 10 *Caenis vanutensis*



Gambar 4.10 Genus *Caenis* A. Hasil Penelitian B. Gambar Literatur (Macroinvertebrates.org, 2025). a. kepala, b. Bantalan sayap, c. Insang, d. Abdomen, e. Cerci, f. Kaki

Hasil identifikasi terhadap Spesimen 10 menunjukkan bahwa spesimen ini memiliki tubuh berwarna coklat pucat dengan panjang sekitar 7 mm dan lebar 2 mm. Spesimen ini memiliki dua antena di bagian ujung kepala, enam kaki yang masing-masing dilengkapi dengan cakar tunggal, serta tiga cerci pada bagian anal. Ciri morfologi yang paling menonjol adalah keberadaan dua insang berbentuk persegi yang tertutup oleh operkulum. Ciri ini sesuai dengan karakteristik Famili *Caenidae*, yang umumnya memiliki tubuh dan kaki pendek serta dua cerci pada ujung tubuh (Oscoz *et al.*, 2011). Pada tingkat genus, *Caenis* dikenal memiliki insang operkulat yang khas (Throp & Chovic, 2009), dengan bentuk persegi yang tersembunyi di bawah operkulum Kriska *et al.* (2013). Lebih lanjut, ciri-ciri seperti sayap depan berukuran kecil dengan vena longitudinal yang sederhana dan sedikit atau tanpa vena melintang menunjukkan bahwa spesimen ini sangat mungkin merupakan *Caenis vanutensis* (Malzacher & Staniczek, 2007).. Hasil klasifikasi spesimen 10 menurut GBIF (2024) yaitu:

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Ephemeroptera

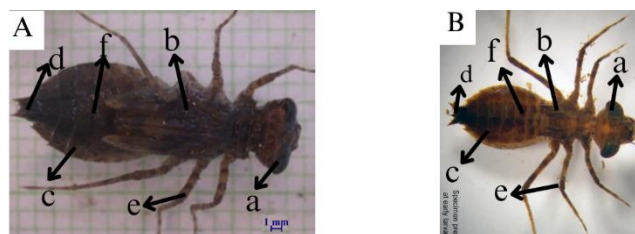
Famili : Caenidae

Genus : *Caenis*

Spesies : *Caenis vanutensis*

Famili Caenidae biasanya menghuni perairan sungai pegunungan. Morfologi insang yang unik pada famili ini memungkinkannya dapat hidup pada berbagai kondisi perairan seperti arus yang rendah, diatas pasir maupun di dalam zona interstisial (Oscor, 2011). Menurut Garber & Gaabriel (2002), nimfa Caenidae memiliki 2 insang berbentuk kotak yang menonjol, berwarna coklat, punggung bungkuk serta ukuranya yang relative kecil menurut Umar *et al.*, (2013), ukuran larva famili ceanidae biasanya kurang dari 10 mm.

11. (Spesimen 11 Genus *Crocothemis*)



A. Hasil Penelitian B. Gambar Literatur (Buguide.org, 2025). a. Kepala, b. Bantalan sayap, c. Abdomen, d. Anal, e. Kaki, f. Duri punggung

Hasil pengamatan terhadap Spesimen 11 menunjukkan bahwa spesimen ini memiliki tubuh berwarna coklat, berukuran besar, panjang sekitar 12 mm dan lebar 6 mm, serta meruncing di bagian posterior. Spesimen ini memiliki tiga pasang kaki, mata besar dan menonjol, serta antena kecil di bagian kepala. Pada bagian ujung

anal ditemukan duri yang mencolok. Ciri-ciri ini sesuai dengan Famili *Libellulidae*, yang ditandai dengan bentuk tubuh yang pendek dan lebar serta memiliki topeng labial berbentuk sendok (Umar *et al.*, 2013). Pada tingkat genus, *Trithemis* memiliki kepala berbentuk pentagonal dengan tanda berwarna merah kecokelatan di belakang mata (biosch.hku, 2025). Berdasarkan pengamatan lebih lanjut, spesimen ini menunjukkan adanya duri punggung dan duri kecil di sisi segmen ke-8 dan ke-9, serta struktur periprokt berbentuk segitiga di ujung abdomen, dengan epiprokt dan paraprokt yang meruncing, serta cerci yang lebih pendek dari epiprokt. Ciri-ciri khas ini mengindikasikan bahwa spesimen tersebut merupakan *Trithemis aurora* (Paul & Kakkassery, 2013; Dugdeon, 2025).. Hasil klasifikasi spesimen 11 menurut GBIF (2024) yaitu :

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Odonata

Famili : Libellulidae

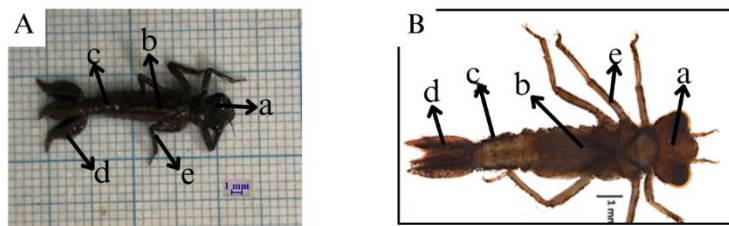
Genus : *Trithemis*

Spesies : *Trithemis aurora*

Famili ini larva dari famili ini memiliki tubuh memanjang dengan kaki belakang yang tidak melampaui tepi perut. Topengnya datar, menyerupai famili Gomphidae, namun saat beristirahat, tepi topeng tersebut tidak sepenuhnya menutupi bagian mulut lainnya seperti mandibula dan maksila. Antenanya panjang

dan terdiri dari enam hingga tujuh segmen yang serupa dalam bentuk dan ukuran. Warna tubuh larva umumnya hijau kecokelatan dengan pola garis-garis gelap yang memberikan kesan seperti berurat, sementara kakinya memiliki pola garis-garis terang dan gelap. Matanya besar dengan bentuk yang unik; bagian anteriornya terletak di tepi kepala, sedangkan bagian posterior menyempit ke dalam lobus yang menyisip di kepala. Duri pada ujung perut sangat berkembang, dan pada betina, ovipositornya memiliki garis besar yang khas (Oscoz *et al.*, 2011).

12. Spesimen 12 *Calicnemia eximia*



A. Hasil Penelitian B. Gambar Literatur (Macroinvertebrates.org, 2025). a. Kepala, b. Kaki, c. Bantalan sayap, d. Abdomen, e. Lamela

Spesimen ke-12 yang diamati memiliki tubuh berwarna coklat gelap dengan panjang sekitar 20 mm dan lebar 5 mm. Spesimen ini memiliki mata besar berbentuk bulat berwarna coklat pucat, antena pendek, serta kepala yang lebar. Ciri khas lainnya mencakup keberadaan tiga *lamella caudalis* (insang ekor), bantalan sayap berwarna lebih gelap, serta tubuh bagian anterior yang tampak lebih lebar dan menyempit menuju ujung abdomen. Ciri-ciri ini sesuai dengan karakteristik Famili *Platycnemididae*, yang umumnya memiliki tubuh kecil hingga sedang, bentuk badan ramping, kepala besar dengan mata menonjol dan melebar, sayap transparan yang lebar dan panjang, serta kaki yang pendek dan kokoh (Dawn, 2019). Berdasarkan struktur insang ekor yang bercabang tiga (*caudal gills* berbentuk tri-radial, saccoid), spesimen ini dapat diklasifikasikan ke dalam Genus

Calicnemia (Dawn, 2019). Selain itu, spesies *Calicnemia eximia* ditandai dengan tidak adanya *seta premental* dan memiliki ciri khas warna gelap pada kepala, lamella ekor, dan bantalan sayap, yang juga teramati pada spesimen ini (Dawn, 2019). Hasil klasifikasi spesimen 12 menurut GBIF (2024) yaitu

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Odonata

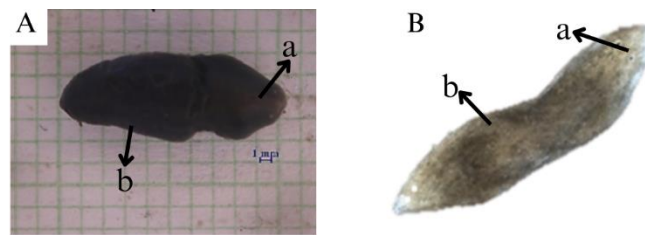
Famili : Platycnemididae

Genus : *Calicnemia*

Spesies : *Calicnemia eximia*

Famili *Platycnemididae* terdiri dari capung jarum kecil dengan ciri khas pada jantan, yaitu tibia yang tipis dan melebar menyerupai daun pipih, yang membedakannya dari betina. Palpi labial pada famili ini memiliki 2–4 setae panjang yang mencolok, serta setae pendek di tepi luarnya. Habitat *Platycnemididae* umumnya berada di perairan mengalir, meskipun di Spanyol Spesies ini dapat ditemukan di berbagai jenis perairan, termasuk lingkungan dengan kualitas air yang kurang baik (Oscos *et al.*, 2011).

13. Spesimen 13 *Dugesia japonica*



A. Hasil Penelitian B. Gambar Literatur (Oszcoz *et al.*, (2011). a. Kepala, b. Abdomen

Spesimen ke-13 yang ditemukan memiliki ciri morfologi tubuh berwarna hitam dengan bentuk badan oval pipih berukuran panjang 10 mm dan lebar 4 mm. Spesimen ini memiliki dua mata serta bentuk kepala segitiga. Berdasarkan klasifikasi taksonomi, spesimen ini termasuk dalam famili *Dugesiidae*, yang dicirikan dengan tubuh yang tidak bersegmen (Oszcos, 2011). Pada tingkat genus, *Dugesia* dikenal memiliki bentuk kepala segitiga (Tian *et al.*, 2022), yang pada spesies *Dugesia japonica* menunjukkan ciri khas berupa tonjolan lateral menyerupai telinga, yang membedakannya dari jenis planaria lainnya (Tian *et al.*, 2022). Ciri pada tingkat spesies menunjukkan bahwa tubuh umumnya berwarna coklat kehitaman, ramping, pipih, bersilia, serta memiliki sistem reproduksi dengan struktur internal yang khas, baik dari segi posisi maupun bentuk organ reproduksinya (Dong *et al.*, 2018). Hasil klasifikasi spesimen 13 menurut GBIF (2024) yaitu :

Kingdom : Animalia

Filum : Platyhelminthes

Kelas : Turbellaria

Ordo : Tricladida

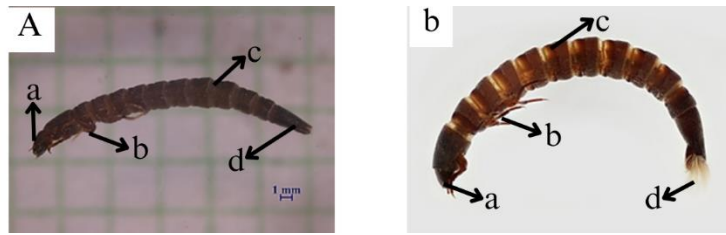
Famili : DugesIIDae

Genus : *Dugesia*

Spesies : *Dugesia Japonica*

Famili DugesIIDae adalah kelompok cacing pipih air tawar yang tersebar luas di seluruh dunia dan menghuni berbagai jenis perairan tawar, seperti mata air kecil, sungai, hingga danau besar. Hewan ini rentan terhadap kekeringan dan memerlukan lingkungan perairan yang stabil untuk bertahan hidup, sering ditemukan di bawah batu, tumbuhan air, atau dedaunan di tepi air. Saat diam, tubuh mereka berbentuk bulat telur, tetapi memanjang dan pipih saat bergerak. Genus *Dugesia* dalam famili ini bersifat eurythermal dan dapat bereproduksi secara seksual maupun aseksual. Populasi seksual bersifat hermafrodit, menghasilkan kepompong bulat bertangkai dengan diameter sekitar 2 mm yang melekat pada permukaan padat dan berisi beberapa telur, yang menetas menjadi replika kecil dari induknya. Perkembangannya bersifat langsung tanpa melalui tahap larva. Populasi aseksual berkembang biak melalui pembelahan melintang dan biasanya tidak memiliki organ reproduksi. Sebagian besar famili DugesIIDae adalah predator invertebrata seperti serangga dan annelida, dan mereka memakan mangsa dengan menggunakan faring berotot yang dapat ditarik untuk memompa makanan ke dalam usus bercabang tiga melalui gerakan peristaltik (Oscos *et al.*, 2011).

14. Spesimen 14 *Stenelmis aritai*



A. Hasil Penelitian B. Gambar Literatur (Macroinvertebrates.org, 2025). a . Kepala, b. Kaki, c. Abdomen, d. Insang

Hasil pengamatan pada spesimen ke-14 menunjukkan bahwa spesimen tersebut memiliki ciri morfologis berupa tubuh berwarna merah bata dengan bentuk badan silindris memanjang, berukuran panjang 5 mm dan lebar 1 mm. Spesimen ini memiliki tiga pasang kaki dan sembilan segmen pada bagian abdomen. Berdasarkan klasifikasi taksonomi, spesimen ini termasuk dalam famili *Elmidae*, yang dikenal memiliki ciri khas berupa ruas abdomen terakhir yang lebih panjang dibandingkan segmen lainnya (Oscos *et al.*, 2011). Pada tingkat genus, larva *Stenelmis* umumnya memiliki bentuk tubuh yang memanjang (elongate), menyempit dari bagian tengah hingga posterior, dengan permukaan tubuh berwarna hitam atau coklat gelap yang tampak kusam (*matte*). Selain itu, genus ini juga memiliki spirakel menonjol pada mesothorax dan segmen abdomen I hingga VIII (Hayashi & Kamite, 2015). Spesies *Stenelmis aritai* sendiri memiliki ciri khas berupa sembilan segmen abdomen dengan segmen terakhir yang lebih panjang, dilengkapi dengan insang di bagian ujung anal (Hayashi & Yhositomi, 2015). Segmen kesembilan (posterior) juga memiliki struktur operkulum menyerupai tutup yang melindungi insang berbentuk benang serta dilengkapi dengan sepasang kait (Hayashi & Kamite, 2015). Hasil klasifikasi spesimen 14 menurut GBIF (2024) yaitu

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Coleoptera

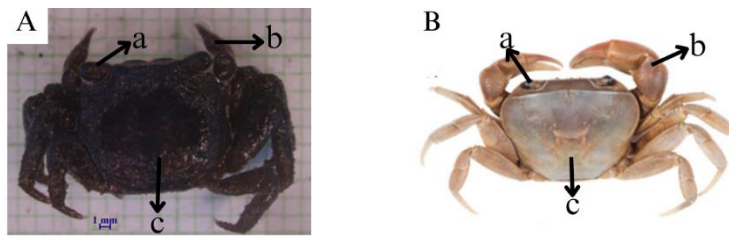
Famili : Elmidae

Genus : *Stenelmis*

Spesies : *Stenelmis aritai*

Famili Elmidae dikenal sebagai penghuni habitat perairan mengalir, yang dipenuhi bebatuan atau batang kayu mati yang terendam. Baik larva maupun serangga dewasa dari subfamili Elminae sepenuhnya bersifat akuatik, hidup bersama di dalam air. Kehidupan mereka sangat bergantung pada lingkungan perairan yang jernih bersih serta dengan kadar oksigen yang tinggi, yang mendukung aktivitas mereka (Oscoz *et al.*, (2011). Serangga ini memiliki pola makan yang didominasi oleh alga dan detritus organik, sehingga peran ekologisnya sering kali dikategorikan sebagai pemakan rumput (*scrapers*) dan pengumpul (*collectors*), yang berkontribusi penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem perairan (Rofusova *et al.*, 2017).

15. Spesimen 15 *Potamonautes karooensis*



A. Hasil Penelitian B. Gambar Literatur (Daniels *et al.*, 2019). a. Mata, b. Capit, d. Karapas

Hasil pengamatan pada spesimen ke-15 menunjukkan bahwa spesimen ini memiliki ciri morfologi berupa warna tubuh cokelat tua, dengan panjang 9 mm dan lebar 16 mm. Spesimen ini memiliki karapas serta sepasang mata kecil yang menonjol keluar. Berdasarkan ciri-ciri tersebut, spesimen ini diduga termasuk dalam famili *Potamonautidae*, yang memiliki tubuh berorientasi dorso-ventral dengan karapas keras berukuran besar yang menutupi tubuh kecuali kepala, mata yang terletak di tangkai pendek, serta antena yang sangat pendek (Umar *et al.*, 2013). Pada tingkat genus, *Potamonautes* memiliki karapas dengan tepi depan dan bagian punggung yang granulat atau berbutir, dengan margin kasar dan bentuk bujur sangkar, tubuh lebar dengan empat pasang kaki bersendi, serta kaki depan yang termodifikasi menjadi capit. Genus ini juga memiliki pergerakan menyamping dan umumnya ditemukan di bawah batu atau celah-celah bebatuan (Daniels *et al.*, 2023). Sementara itu, pada tingkat spesies, *Potamonautes karooensis* memiliki tubuh berwarna cokelat dan sepasang mata kecil, dengan ciri khas kaki capit yang dilengkapi jari bergerak ramping dan melengkung tinggi, memiliki tiga gigi besar dan beberapa gigi kecil di antaranya (Daniels *et al.*, 2023). Hasil klasifikasi spesimen 15 menurut GBIF (2024) yaitu

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Malacostraca

Ordo : Decapoda

Famili : Potamonauidae

Genus : *Potamonautes*

Spesies : *Potamonautes karooensis*

Menurut Cumberlidge *et al.* (2005), famili Potamonauidae memiliki ciri khas berupa permukaan punggung berwarna cokelat dan jari-jari berwarna krem. Bagian ventral toraksnya berwarna cokelat terang, sedangkan karapas dan abdomennya berwarna cokelat tua. Salah satu perilaku unik famili ini adalah mengangkut daun-daun yang terendam air ke dalam lubang pohon. Perilaku ini bertujuan untuk mencegah pembusukan daun, yang dapat menyebabkan penurunan pH akibat akumulasi bahan organik, dengan cara meningkatkan kadar kalsium dalam air.



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

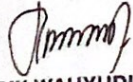
NIM : 210602110138
Nama : MUHAMMAD TEGAR BAHRUL ALAM
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Jurusan : BIOLOGI
Dosen Pembimbing 1 : FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc
Dosen Pembimbing 2 : DIDIK WAHYUDI, S.Si., M.Si
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : Keanekaragaman Makrozoobentos di Coban Rondo Kecamatan Pujon Kabupaten Malang

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	02 September 2024	FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc	konsultasi judul	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
2	11 September 2024	FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc	konsultasi bab 1	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
3	19 September 2024	FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc	Konsultasi Bab II dan III	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
4	24 September 2024	DIDIK WAHYUDI, S.Si., M.Si	Konsultasi integrasi BAB I dan format	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
5	02 Oktober 2024	DIDIK WAHYUDI, S.Si., M.Si	Bimbingan integrasi BAB II	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
6	10 Oktober 2024	DIDIK WAHYUDI, S.Si., M.Si	Acc Integrasi bab II	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
7	10 Oktober 2024	FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc	Revisi bab I, II, III	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
8	15 Oktober 2024	FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc	Revisi bab I, II dan III	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
9	09 April 2025	FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc	konsultasi bab IV	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
10	15 April 2025	FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc	revisi bab IV	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
11	18 April 2025	FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc	konsultasi bab IV, V	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
12	30 April 2025	FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc	Revisi bab IV, V	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
13	05 Mei 2025	DIDIK WAHYUDI, S.Si., M.Si	Revisi integrasi bab 4	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
14	06 Mei 2025	FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc	Acc bab I, II, III, IV dan V	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
15	06 Mei 2025	DIDIK WAHYUDI, S.Si., M.Si	Acc integrasi bab IV	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2



DIDIK WAHYUDI, S.Si., M.Si

Malang, _____

Dosen Pembimbing 1



FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc





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 : **Muhammad Tegar Bahrul Alam**

NIM : **210602110138**

Judul : **Keanekaragaman Makrozoobentos Di Coban Rondo Desa Pandesari Kecamatan Pujon Kabupaten Malang**

No	Tim Check plagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc		
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si	87	
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