

**KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI HULU SUNGAI
SAMPEAN KECAMATAN MAESAN KABUPATEN BONDOWOSO**

SKRIPSI

**Oleh :
MIFTAHUL AFIFATUR
NIM. 18620049**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

**KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI HULU SUNGAI
SAMPEAN KECAMATAN MAESAN KABUPATEN BONDOWOSO**

SKRIPSI

**Oleh :
MIFTAHUL AFIFATUR
NIM. 18620049**

**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
2022**

**KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI HULU SUNGAI
SAMPEAN KECAMATAN MAESAN KABUPATEN
BONDOWOSO**

SKRIPSI

Oleh:
MIFTAHUL AFIFATUR
NIM. 18620049

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
tanggal: 9 Juni 2022

Pembimbing I



Dr. Dwi Suheriyanto, M.P.
NIP. 19740325 200312 1 001

Pembimbing II



Dr. Ahmad Barizi, M.A.
NIP. 19731212199803 1 008

Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi



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

iii

KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI HULU SUNGAI
SAMPEAN KECAMATAN MAESAN KABUPATEN
BONDOWOSO

SKRIPSI

Oleh :
MIFTAHUL AFIFATUR
NIM. 18620049

Telah dipertahankan
Di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima
Sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains (S.Si)

Tanggal : 28 Juni 2022

Penguji Utama	: Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd (.....)
	NIP. 19630114 199903 1 001
Ketua Penguji	: Prof. Dr. Ulfah Utami, M.Si (.....)
	NIP. 19650509 199903 2 002
Sekretaris Penguji	: Dr. Dwi Suheriyanto, M.P. (.....)
	NIP. 19740325 200312 1 001
Anggota Penguji	: Dr. Ahmad Barizi, M.A. (.....)
	NIP. 19731212199803 1 008

Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Program Studi Biologi



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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah. Dengan rahmat dan ridho Allah SWT skripsi ini dipersembahkan kepada seluruh pihak yang telah mendoakan, memotivasi dan membantu penulis dalam proses penyusunan, khususnya kepada :

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Buhari dan Ibu Nurida yang telah mendukung, memotivasi serta selalu mendoakan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Adik penulis, Muhammad Ridho Rullah yang selalu memberikan doa dan semangat kepada penulis.
3. Hernanda Afra Haniyyah yang telah membantu dan berbagi ilmu sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
4. Saudara-saudara penulis, Om Wahib, Kakak Karyadi, dan Pakde Basit yang telah meluangkan waktu dan dengan sabar membantu penulis dalam proses pengambilan sampel sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
5. Teman-teman seperjuangan Booster 2018 dan Biologi A yang selalu mendoakan, membantu, dan memberikan dukungan kepada penulis.
6. Teman-teman Fast Track angkatan 2021 yang selalu mendoakan, membantu dan memberikan semangat kepada penulis.
7. Sahabat-sahabat penulis, Faridatul Jannah, Nurul Masruroh, Suci Nuriyah, Imroatur Rahmatillah, Yunita Debiyanti, Nuryatul Faizah dan Muhammad Afnani Alifian yang selalu mendoakan, membantu, mendampingi dan memberi semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
8. Teman-teman penulis, Navis, Agung, Bahrul, Candra, Faiz, Faradila, Hanum, Iid, Lana, Irfan, Izul, Maulida, dan Safira yang selalu mendampingi dan memberikan semangat kepada penulis.
9. Keluarga besar “IMAN Malang Raya” yang selalu memberikan semangat kepada penulis.

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Miftahul Afifatur
NIM : 18620049
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Keanekaragaman Makrozoobentos di
Hulu Sungai Sampean Kecamatan
Maesan Kabupaten Bondowoso

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

Malang, Juni 2022

Yang membuat pernyataan,


Miftahul Afifatur
NIM. 18620049

HALAMAN PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

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

Keanekaragaman Makrozoobentos di Hulu Sungai Sampean Kecamatan Maesan Kabupaten Bondowoso

Miftahul Afifatur, Dwi Suheriyanto, Ahmad Barizi

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

ABSTRAK

Makrozoobentos adalah organisme akuatik yang menetap di dasar perairan, menempel di batuan, membuat lubang di dasar perairan dan dapat menjadi bioindikator kualitas perairan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui keanekaragaman makrozoobentos di Hulu Sungai Sampean Kecamatan Maesan Kabupaten Bondowoso. Penelitian ini termasuk jenis penelitian deskriptif kuantitatif dengan metode eksplorasi. Teknik pengambilan sampel menggunakan *Purposive Sampling*. Analisis data yang digunakan adalah Indeks Keanekaragaman, Indeks Dominansi, dan Analisis Korelasi PAST 4.03. Hasil penelitian didapatkan 12 genus makrozoobentos. Indeks keanekaragaman pada stasiun I hingga III sedang sementara stasiun IV rendah. Sedangkan indeks dominansi pada stasiun I hingga III menunjukkan tidak ada dominansi sedangkan stasiun IV terdapat dominansi. Suhu dan pH seluruh stasiun memenuhi baku mutu. TSS stasiun I-III memenuhi baku mutu kelas I sedangkan stasiun IV memenuhi baku mutu kelas II. TDS memenuhi baku mutu kelas I. Nilai DO stasiun I dan IV masuk ke dalam kelas I, stasiun lain masuk ke kelas II. Nilai BOD seluruh stasiun masuk kelas IV. Nilai COD stasiun I,II,III masuk kelas II, sedangkan nilai COD stasiun IV masuk kelas III. Kecepatan arus stasiun I dan IV tergolong cepat. Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa TSS memiliki korelasi tertinggi dengan Genus *Calicnemia* dan *Glossiphonia*. TDS dan suhu memiliki korelasi tertinggi dengan Genus *Oligoneuriopsis*. Kecepatan arus memiliki korelasi tertinggi dengan genus *Melanopsis*, *Heptagenia*, *Calopteryx*, dan *Goera*. Parameter pH memiliki korelasi tertinggi dengan Genus *Goera*. Parameter DO memiliki korelasi tertinggi dengan Genus *Calicnemia*. BOD memiliki korelasi tertinggi dengan Genus *Melanopsis*, *Heptagenia* dan *Calopteryx*. COD memiliki korelasi tertinggi dengan Genus *Glossiphonia*.

Kata kunci : dominansi, keanekaragaman, korelasi, makrozoobentos, Sungai Sampean

Macrozoobenthos Diversity In The Upstream Of Sampean River Maesan District Bondowoso Regency

Miftahul Afifatur, Dwi Suheriyanto, Ahmad Barizi

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

ABSTRACT

Macrozoobenthos are aquatic organisms that live on the bottom of the water, stick to rocks, make holes in the bottom of the water and as a bioindicator of water quality. The purpose of this study was to determine the diversity of macrozoobenthos in the Upper Sampean River, Maesan District, Bondowoso Regency. This research is a quantitative descriptive research with an exploratory method. Sampling technique use purposive sampling. The data analysis are Diversity Index, Dominance Index, and PAST 4.03 Correlation Analysis. There were 12 of macrozoobenthos genus. The diversity index at stations I to III is moderate while station IV is low. The dominance index at stations I to III shows no dominance, at station IV there is dominance. The temperature and pH of all stations meet the quality standards. TSS stations I-III meet the quality standards of class I, stations IV meet the quality standards of class II. TDS meets class I quality standards. DO values for stations I and IV are classified as class I, other stations are classified as class II. BOD value of all stations entering class IV. The COD values for stations I, II, III are in class II, COD values for stations IV are in class III. The current speed of stations I and IV is relatively fast. TSS had the highest correlation with *Calicnemia* and *Glossiphonia*. TDS and temperature have the highest correlation with *Oligoneuriopsis*. Current velocity has the highest correlation with the *Melanopsis*, *Heptagonia*, *Calopteryx*, and *Goera*. The pH has the highest correlation with the *Goera*. The DO has the highest correlation with the *Calicnemia*. BOD has the highest correlation with the *Melanopsis*, *Heptagenia*, and *Calopteryx*. COD has the highest correlation with *Glossiphonia*.

Keywords : dominance, diversity, correlation, macrozoobenthos, Sampean River

تنوع Macrozoobentos في الروافد العليا لنهر سامبيان مايسان بوندووسو.

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

ملخص البحث

مفتاح العنيفة، دوي سوهريانطو، أحمد بارزي

Macrozoobentos هي كائنات مائية تستقر في قاعدة المياه ، وتتثبت بالصخور، وكذلك تصنع ثقباً في قاعدة المياه حتى تكون دورة حياتها كلها في قاعدة المياه. الغرض من هذه الدراسة هو تحديد تنوع macrozoobentos في نهر سامبيان العلوي مايسان بوندووسو. الطريقة المستخدمة هي أخذ العينات الهادفة. وأجريت نقاط أخذ العينات في أربع محطات. كان تحليل البيانات المستخدم هو مؤشر التنوع ومؤشر الهيمنة وتحليل الارتباط السابق 4.03. تم الحصول على ما مجموعه 12 جنساً من macrozoobentos. مؤشر التنوع في المحطات من الأول إلى الثالث معتدل في حين أن المحطة الرابعة منخفضة. وفي الوقت نفسه، يظهر مؤشر الهيمنة في المحطات من الأول إلى الثالث أنه لا توجد هيمنة في حين أن المحطة الرابعة لها هيمنة. تقي درجة الحرارة والرقم الهيدروجيني لجميع المحطات بمعايير الجودة. في محطات TSS من الأول إلى الثالث بمعايير الجودة من الفئة الأولى بينما في المحطات الرابعة بمعايير الجودة الخاصة بالفئة الثانية. في TDS بمعايير الجودة من الفئة الأولى. تذهب درجات DO من المحطتين الأولى والرابعة إلى الفئة الأولى ، وتذهب محطات أخرى إلى الفئة الثانية. درجة BOD للمحطة بأكملها تدخل الفئة الرابعة. وتدخل قيمة COD للمحطة الأولى والثاني والثالث في الفئة الثانية، بينما تدخل قيمة COD للمحطة الرابعة في الفئة الثالثة. السرعة الحالية للمحطتين الأولى والرابعة سريعة نسبياً. أظهرت نتائج تحليل الارتباط أن TSS كان له أعلى ارتباط مع جنس *Calicnemis* و *Glossiphonia*. TDS ودرجة الحرارة لهما أعلى علاقة مع جنس *Oligoneuriopsis*. السرعة الحالية لها أعلى علاقة مع الأجناس *Melanopsis* و *Heptagenia* و *Calopteryx* و *Goera*. معلمة الرقم الهيدروجيني لها أعلى علاقة مع جنس *Goera*. المعلمة DO لها أعلى علاقة مع جنس *Calicnemis*. BOD لديه أعلى علاقة مع جنس *Melanopsis* و *Heptagenia* و *Calopteryx*. COD لديه أعلى علاقة مع جنس *Glossiphonia*.

الكلمات المفتاحية : الهيمنة، التنوع، الارتباط، الماكروزوبينتوس، نهر سامبيان

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Bismillahirrohmaanirrohiim, segala puji bagi Allah Tuhan semesta alam karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul “Keanekaragaman Makrozoobentos di Hulu Sungai Sampean Kecamatan Maesan Kabupaten Bondowoso”. 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. Dr. Sri Hariani, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P. selaku Ketua Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Dwi Suheriyanto, M.P. dan Dr. H. Ahmad Barizi, M.A. selaku pembimbing I dan II, yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan keikhlasan dalam meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Ruri Siti Resmisari, M.Si. selaku dosen wali, yang telah membimbing dan memberikan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini 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, Ibu, dan keluarga tercinta yang telah memberikan doa, dukungan, serta motivasi kepada penulis.
8. Teman-teman seperjuangan Biologi khususnya Angkatan 2018.

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 18 Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	vi
HALAMAN PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
البحث ملخص	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan	7
1.4 Manfaat	8
1.5 Batasan Masalah	8
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 9
2.1 Makrozoobentos	9
2.1.1 Definisi	9
2.1.2 Klasifikasi Makrozoobentos	11
2.2 Sungai	20
2.2.1 Definisi	20
2.2.2 Bagian Sungai	21
2.2.3 Pemanfaatan Sungai	22
2.2.4 Parameter Fisika-kimia.....	23
2.2.5 Baku Mutu.....	27
2.2.6 Pencemaran Sungai	28
2.3 Definisi Keanekaragaman	29
2.4 Sungai Sampean.....	30
 BAB III METODE PENELITIAN	 31
3.1 Rancangan Penelitian	31
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	31
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	31
3.4 Prosedur Penelitian	32
3.4.1 Studi Pendahuluan	32
3.4.2 Pengambilan Sampel Makrozoobentos dan Sampel Air	34
3.4.3 Identifikasi Sampel Makrozoobentos	35
3.4.4 Pengukuran Parameter Fisika-Kimia Air	35

3.5 Analisis Data	36
3.5.1 Indeks Keanekaragaman	36
3.5.2 Indeks Dominasi	36
3.5.3 Analisis Korelasi	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Hasil Identifikasi Spesimen Makrozoobentos	38
4.2 Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos	57
4.3 Parameter Fisika-Kimia Air	61
4.4 Korelasi Keanekaragaman Makrozoobentos dan Parameter Fisika-Kimia air sungai	67
BAB V PENUTUP	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	84

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Klasifikasi makrozoobentos berdasarkan beban cemaran.....	12
2.2 Klasifikasi makrozoobentos berdasarkan tempat hidup.....	12
2.3 Klasifikasi zoobentos berdasarkan ukuran.....	13
2.4 Kelompok makrozoobentos berdasarkan cara makan.....	13
2.5 Baku mutu air sungai berdasarkan PP Nomor 22 tahun 2021	23
3.1 Deskripsi kondisi stasiun penelitian	32
3.2 Perekam data	35
3.3 Nilai koefisien korelasi	37
4.1 Jumlah genus makrozoobentos	55
4.2 Nilai indeks keanekaragaman dan indeks dominansi makrozoobentos	57
4.3 Nilai parameter fisika-kimia sungai	62
4.4 Nilai korelasi antara keanekaragaman makrozoobentos dengan	68
parameter fisika-kimia air	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Kelompok utama makrozoobentos	14
2.2 Morfologi ephemeroptera	16
2.3 Morfologi plecoptera	16
2.4 Morfologi tricoptera	17
2.5 Morfologi odonata larva	18
2.6 Morfologi coleoptera larva	18
3.1 Peta lokasi penelitian	33
3.2 Foto lokasi penelitian	34
3.3 Nilai koefisien korelasi	38
4.1 Genus <i>Potamonautes</i>	39
4.2 Genus <i>Prosimulium</i>	40
4.3 Genus <i>Oligoneuriopsis</i>	41
4.4 Genus <i>Heptagenia</i>	43
4.5 Genus <i>Glossiphonia</i>	44
4.6 Genus <i>Potamopyrgus</i>	46
4.7 Genus <i>Melanopsis</i>	47
4.8 Genus <i>Calopteryx</i>	48
4.9 Genus <i>Calicnemia</i>	50
4.10 Genus <i>Perlodes</i>	51
4.11 Genus <i>Hydropsyche</i>	52
4.12 Genus <i>Goera</i>	54

DAFTAR LAMPIRAN

1. Alat dan bahan	84
2. Perhitungan menggunakan microsoft exel	85
3. Hasil uji lab air	87
4. Kartu konsultasi	99
5. Form checklist plagiasi	102

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Kualitas perairan dapat diketahui dari organisme yang hidup pada ekosistem perairan tersebut dan menjadi indikator dari kualitas perairan. Organisme yang dapat menjadi indikator dalam menunjukkan kualitas suatu lingkungan disebut dengan bioindikator (Han *et al.*, 2015). Salah satu organisme yang merupakan bioindikator perairan adalah makrozoobentos. Allah berfirman dalam QS An-Nur [24]: 45 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 عَلَىٰ 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 Mahakuasa atas segala sesuatu”

Allah SWT menyebutkan dalam Tafsir Ibnu katsir bahwa kerajaannya yang maha agung dan kekuasaannya yang mahasempurna dengan menciptakan berbagai jenis makhluk hidup dalam bentuk, rupa, warna, dan gerak gerik yang berbeda dari satu unsur yang sama yaitu air. Firman Allah dalam surat ini *“Sebagian dari hewan itu ada yang berjalan di atas perutnya”* ular dan sejenisnya sebagai contoh, *“Sebagian berjalan dengan dua kaki”* manusia dan burung sebagai contoh, sedang sebagian (yang lain) seperti hewan ternak dan binatang-binatang lainnya berjalan dengan empat kaki, (Ghoffar, 2007).

Organisme yang terdampak langsung saat terjadi perubahan kualitas air dengan karakter pergerakan yang terbatas serta hidupnya menetap adalah makrozoobentos (Rachman *et al.*, 2016). Ukuran makrozoobentos yang makro juga dapat mempermudah dalam proses identifikasi. Beberapa karakter makrozoobentos yaitu dapat mengakumulasi dan menyaring bahan pencemar di dalam tubuhnya serta memiliki karakter menetap (sesil) (Ulfa dkk. 2018). Salah satu kelompok organisme yang dapat bertahan hidup pada perairan tercemar adalah makrozoobentos (Harahap, 2019). Hal tersebut menunjukkan bahwa kondisi lingkungan sekitar seperti faktor fisika-kimia perairan memengaruhi kehidupan dari makrozoobentos (Salim & Mangkurat, 2017).

Salah satu sumber daya yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup untuk bertahan hidup adalah air. Menurut Hamidi dkk. (2017) kelangsungan hidup manusia, hewan, maupun tumbuhan sangat membutuhkan sumber daya air. Menurut Handani dkk. (2017) salah satu senyawa yang fungsinya tidak dapat digantikan dan sangat penting bagi kehidupan adalah air. Salah satu kebutuhan vital yang mutlak serta harus tersedia untuk menunjang kehidupan manusia adalah air (Hidayati, 2016). Allah berfirman dalam QS: Al-Anbiya [21]: 30 berikut:

أَوَلَمْ يَرِ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴿٣٠﴾

Artinya:

“Apakah orang-orang kafir tidak mengetahui bahwa langit dan bumi, keduanya, dahulu menyatu, kemudian Kami memisahkan keduanya dan Kami menjadikan segala sesuatu yang hidup berasal dari air? Maka, tidakkah mereka beriman?”

Tafsir Al-Misbah oleh Shihab (2002) menjelaskan terkait tafsir dari Surat Al-Anbiya ayat 30. Dijelaskan dalam Tafsir Al-Misbah bahwa air merupakan komponen yang sangat berperan dan dibutuhkan untuk kehidupan. Dalam Tafsir Al-Misbah dijelaskan pula bahwa apa yang terpancar dari shulbi (sperma) segala yang hidup yakni dari jenis binatang berasal dari air. Salah satu dari jenis binatang tersebut yaitu Makrozoobentos.

Salah satu sumber daya perairan yang dimanfaatkan dan menjadi habitat berbagai organisme adalah sungai. Hal ini sesuai dengan pernyataan Purusa dkk. (2020) bahwa sungai adalah salah satu ekosistem perairan tawar yang komplit dan dinamis serta dipengaruhi oleh komponen biotik dan abiotik. Sistem aliran sungai mengalir dari hulu ke hilir atau mengalir dari dataran yang lebih tinggi menuju ke dataran yang lebih rendah (Tisnawati & Ratriningsih, 2011). Sungai dimanfaatkan untuk berbagai aktivitas manusia. Menurut Siahaan dkk. (2011) sungai merupakan salah satu ekosistem penting bagi manusia dan memberikan beberapa manfaat kepada manusia seperti menyediakan air untuk pertanian, industri, maupun domestik.

Setiap aktivitas manusia akan menghasilkan bahan sisa atau yang disebut dengan limbah. Pertambahan penduduk yang terjadi juga menjadikan peningkatan aktivitas serta peningkatan limbah yang dihasilkan. Tidak sedikit masyarakat yang masih tidak sadar dan tidak paham terkait bahaya pencemaran lingkungan sehingga masih banyak yang membuang limbah ke sungai. Menurut Anggana & Ahmad (2018) bahwa selain peristiwa alam, kegiatan manusia juga menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas sungai. Pembuangan limbah yang tidak dikontrol dengan baik dari sisa aktivitas masyarakat karena kurangnya pemahaman dan

kesadaran masyarakat terkait bahaya pencemaran lingkungan dapat menjadikan perairan mengalami pencemaran dan mengancam kehidupan organisme di dalamnya (Simatupang dkk. 2017). Kondisi tersebut dapat mempengaruhi kualitas dari sungai mengingat kondisi sungai juga dipengaruhi oleh kondisi sekitarnya seperti pemukiman, pertanian, dan industri (Patang *et al.*, 2018).

Pencemaran berdasarkan PP RI No 22 Tahun 2021 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan. Pencemaran yang terjadi pada ekosistem perairan akan memberikan dampak negatif terhadap ekosistem perairan itu sendiri bahkan terhadap masyarakat sekitar (Syaputri, 2017). Tercemarnya ekosistem perairan akan menyebabkan menurunnya kualitas perairan (Wijana dkk. 2019).

Dampak yang terjadi akibat pencemaran yaitu menurunnya kualitas perairan atau menimbulkan kerusakan lingkungan. Perairan yang tercemar akan memengaruhi keseimbangan ekosistem dengan memberikan dampak buruk bagi organisme di dalam perairan tersebut. Baik tidaknya kondisi perairan tidak hanya dilihat dari segi biologis saja, namun juga dari segi fisik dan kimia perairan. Tidak hanya merugikan bagi organisme perairan, namun pencemaran pada perairan juga merugikan masyarakat sekitar yang memanfaatkan mata air dan alirannya yang berupa sungai untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari (Ermawati & Hartanto, 2017). Sudah sepatutnya kualitas air sungai untuk dipertahankan dalam kondisi optimal mengingat sangat bergantungnya masyarakat sekitar terhadap sungai. Kualitas air tersebut dapat diketahui salah satunya dengan menggunakan

bioindikator. Makrozoobentos sebagai bioindikator dapat dimanfaatkan untuk beberapa ekosistem perairan, di mana salah satunya adalah sungai. Salah satu sungai yang banyak mendukung kegiatan masyarakat adalah Sungai Sampean di Kecamatan Maesan Kabupaten Bondowoso.

Salah satu wilayah pemerintahan di Kabupaten Bondowoso yang secara geografis berada di ketinggian antara 280 s/d 550 meter diatas permukaan laut adalah Kecamatan Maesan. Sebagian besar wilayah Kecamatan Maesan adalah lahan pertanian (BPS Kab. Bondowoso, 2016). Sedangkan Kabupaten Bondowoso merupakan kabupaten dengan iklim yang sejuk karena terletak pada dataran tinggi (Said dkk. 2012). Daerah dengan cekungan yang berbentuk mangkuk serta dikelilingi oleh Gunung Ijen, Gunung Raung, dan Gunung Argopuro serta merupakan daerah mengalirnya sungai sampean adalah Kabupaten Bondowoso dan Kabupaten Situbondo. Mata air Sungai Sampean terletak di lereng Gunung Argopuro dan bermuara di Selat Madura. Sebagian wilayah DAS Sampean berada di Kabupaten Situbondo dan sebanyak 80% (delapan puluh persen) berada di Kabupaten Bondowoso (Arifianto, 2017).

DAS Sampean merupakan DAS yang terletak pada tiga daerah, yaitu Bondowoso, Situbondo, dan Jember. Panjang Hulu Sungai Sampean yaitu 72 kilometer serta berada sekitar 800 meter di atas permukaan air laut (mdpl), sedangkan muaranya di 3 mdpl (Asmaranto dkk. 2012). Hasil penelitian oleh Sugiyarto *et al.* (2018) menyebutkan bahwa diperlukan pengelolaan khusus untuk DAS Sampean karena berdampak penting bagi sosial ekonomi masyarakat wilayah Bondowoso dan Situbondo serta memiliki peran strategis penting sebagai DAS perkotaan dalam konteks nasional. Hasil berikutnya dari penelitian ini juga

menyebutkan bahwa telah terjadi pencemaran di Sungai Sampean yang diakibatkan oleh bertambahnya jumlah penduduk yang juga meningkatkan aktivitas masyarakat, bertambahnya pemukiman penduduk, dan alih fungsi lahan yang terjadi. Menurut Oktaviani (2020) perlu dilakukan konservasi pada bagian hulu sungai untuk dapat mengendalikan aliran sedimen yang menuju ke hilir dan mengurangi kerusakan yang ditimbulkan.

Penelitian terkait keanekaragaman makrozoobentos di sungai sebelumnya telah dilaksanakan oleh Haniyyah (2021). Penelitian dilaksanakan di Kali Jarak Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang dengan tiga stasiun pengamatan dan didapatkan hasil 22 genus dengan 354 ekor spesimen. Secara keseluruhan, indeks keanekaragaman di Kali Jarak adalah sedang dengan nilai 1,185, pada stasiun I indeks keanekaragamannya sedang dengan nilai 1,902, pada stasiun II didapatkan indeks keanekaragaman sedang dengan nilai 1,130 dan pada stasiun III indeks keanekaragaman rendah dengan nilai 0,523. Sedangkan dari indeks dominansi keseluruhan stasiun yaitu sedang dengan nilai 0,522, kemudian didapatkan indeks dominansi stasiun I yaitu rendah dengan nilai 0,250, pada stasiun II sedang dengan nilai 0,516 dan pada stasiun III tinggi dengan nilai yaitu 0,800.

Kualitas perairan perlu untuk diperhatikan mengingat peran air yang sangat vital bagi makhluk hidup. Kecepatan arus di sungai adalah salah satu faktor penting bagi kehidupan makrozoobentos. Menurut Safitri dkk. (2021) kecepatan arus memiliki keterkaitan yang sangat kuat dengan makrozoobentos dan juga kaitannya dengan kualitas perairan. Kualitas perairan yang baik sangat dibutuhkan oleh manusia maupun makhluk hidup lain di suatu daerah agar dapat

dimanfaatkan dengan maksimal sehingga lingkungan yang sehat dapat tercipta (Najib dkk. 2021).

1.2 Rumusan masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa saja genus makrozoobentos yang ditemukan di Hulu Sungai Sampean Kecamatan Maesan Kabupaten Bondowoso?
2. Berapa indeks keanekaragaman dan indeks dominansi makrozoobentos di Hulu Sungai Sampean Kecamatan Maesan Kabupaten Bondowoso?
3. Berapa nilai parameter fisika-kimia air di Hulu Sungai Sampean Kecamatan Maesan Kabupaten Bondowoso?
4. Bagaimana korelasi antara parameter fisika-kimia air dengan keanekaragaman makrozoobentos di Hulu Sungai Sampean Kecamatan Maesan Kabupaten Bondowoso?

1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui genus makrozoobentos yang ditemukan di Hulu Sungai Sampean Kecamatan Maesan Kabupaten Bondowoso.
2. Mengetahui indeks keanekaragaman dan indeks dominansi makrozoobentos di Hulu Sungai Sampean Kecamatan Maesan Kabupaten Bondowoso.
3. Mengetahui nilai parameter fisika-kimia air di Hulu Sungai Sampean Kecamatan Maesan Kabupaten Bondowoso.
4. Mengetahui korelasi antara parameter fisika-kimia air dengan keanekaragaman makrozoobentos di Hulu Sungai Sampean Kecamatan Maesan Kabupaten Bondowoso.

1.4 Manfaat

Manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi terkait makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas air berdasarkan aspek keanekaragaman.
2. Memberikan informasi bahwa kualitas air baik saat tingkat keanekaragaman makrozoobentos tinggi.
3. Memberikan informasi bahwa kualitas air buruk saat tingkat keanekaragaman makrozoobentos rendah.

1.5 Batasan masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel yang digunakan yaitu makrozoobentos yang terperangkap jaring dalam plot dengan ukuran yang telah ditentukan.
2. Lokasi pengambilan sampel dilakukan di empat stasiun.
3. Parameter kimia fisika yang diamati meliputi BOD, COD, pH, DO, TSS, TDS, suhu, dan kecepatan arus.
4. Identifikasi makrozoobentos berdasarkan pengamatan morfologi hingga tingkat genus.
5. Penelitian ini dilaksanakan di bulan Februari 2022 yaitu pada musim hujan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Makrozoobentos

2.1.1 Definisi

Makrozoobentos merupakan organisme yang sering dijadikan sebagai indikator ekologi di suatu perairan dikarenakan memiliki perbedaan kisaran toleransi diantara spesies di dalam lingkungan perairan serta peka terhadap perubahan lingkungan perairan yang ditempatinya, sehingga berpengaruh terhadap komposisi dan kelimpahannya. Seluruh bagian sungai mulai dari hulu sampai ke hilir adalah habitat dari makrozoobentos. Kualitas perairan dapat diketahui dengan makrozoobentos karena sifat makrozoobentos yang menetap pada waktu yang relatif lama (Husamah & Abdulkadir, 2019). Allah berfirman dalam QS Al-Fathir [35]: 12 berikut:

وَمَا يَسْتَوِي الْبَحْرَانِ هَذَا عَذْبٌ فُرَاتٌ سَائِغٌ شَرَابُهُ وَهَذَا مِلْحٌ أُجَاجٌ وَمَنْ كُلٍّ تَأْكُلُونَ
لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُونَ حِلْيَةً تَلْبَسُونَهَا وَتَرَى الْفُلْكَ فِيهِ مَوَاحِرَ لَتَبْتَغُوا مِنْ فَضْلِهِ
وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ ﴿١٢﴾

Artinya:

“Tidak sama (antara) dua laut: yang ini tawar, segar, dan mudah diminum serta yang lain sangat asin. Dari masing-masing itu kamu dapat memakan daging yang segar dan dapat mengeluarkan perhiasan yang kamu pakai. Disana kamu melihat bahtera (berlayar) membelah (lautan) agar kamu dapat mencari sebagian karunia-Nya dan agar kamu bersyukur”

Dijelaskan dalam Tafsir Ibnu Katsir bahwa dalam menciptakan sesuatu yang beragam mengingatkan tentang kekuasaan Allah SWT yang besar. Diciptakan

satu tawar yang segar dan itulah sungai yang mengalir diantara manusia, baik yang kecil maupun yang besar, sesuai kebutuhan yang ada di benua, negeri, pemukiman, tempat-tempat sunyi, daratan, dan hutan serta diciptakan pula dua buah lautan. Siapa saja yang membutuhkan dapat meminum air tawar tersebut (Ghoffar, 2007). Hal tersebut menunjukkan bahwa sungai dan organisme di dalamnya sangat dibutuhkan oleh berbagai makhluk hidup. Begitupula dengan makrozoobentos yang memiliki peran sebagai bioindikator. Selain manfaat tersebut, sungai juga menjadi habitat bagi berbagai makhluk hidup.

Makrozoobentos adalah hewan yang membuat lubang ataupun menempel serta mendiami dasar perairan sehingga siklus hidupnya sebagian besar atau bahkan seluruhnya berada pada dasar perairan (Fatika, 2021). Makrozoobentos relatif hidup menetap pada habitatnya serta hidup pada perairan maupun di dasar perairan. Pergerakannya terbatas, sehingga beberapa karakter tersebut menjadikan makrozoobentos dapat digunakan sebagai indikator biologis di suatu perairan (Bai'un dkk. 2021).

Penggunaan analisis fisik dan kimia dalam penentuan kualitas air kurang efektif karena nilai - nilai yang dihasilkan dapat menyimpang akibat perubahan yang terjadi mengingat sungai adalah perairan lotik dengan sumber nutrisi yang dinamis. Pemantauan kualitas perairan dapat dilakukan secara lebih baik dengan analisis biologi yaitu menggunakan organisme yang keberadaannya menetap dan terus menerus terpapar bahan pencemar seperti makrozoobentos. Kondisi fisika, kimia dan biologi yang berubah di dalam perairan diakibatkan karena adanya masukan buangan ke dalam sungai. Lingkungan dan biota perairan dapat

terganggu dengan perubahan yang terjadi akibat adanya bahan pencemar yang masuk (Athifah dkk. 2019).

Salah satu cara yang paling efektif dan murah dalam menentukan kualitas ekologis perairan yaitu dengan menggunakan makrozoobentos. Keanekaragaman akan terganggu saat terdapat organisme yang mendominasi dalam suatu ekosistem. Nilai indeks dominansi dapat memberikan informasi ada atau tidak kecenderungan hasil tangkapan terbanyak pada suatu spesies tertentu. Nilai indeks dominansi berkisar antara nol sampai satu. Jika nilainya sama dengan nol, maka tidak ada dominansi. Jika nilainya mendekati satu (lebih dari nol) berarti terdapat dominansi (Hakim & Nurhasanah, 2017). Kompetisi antara satu individu dengan individu yang lain merupakan salah satu penyebab adanya dominansi (Suryanti dkk. 2020).

2.1.2 Klasifikasi makrozoobentos

Makrozoobentos berdasarkan beban cemaran serta kaitannya dengan tingkat kualitas air dibagi menjadi 6 kelas seperti pada Tabel 2.1 (Trihadingrum, 1995) dalam (Husamah, 2019). Sedangkan, makrozoobentos berdasarkan taksonomi dibagi menjadi beberapa kelompok utama seperti pada gambar 2.1 (Haniyyah, 2021).

Tabel 2.1. Klasifikasi makrozoobentos berdasarkan beban cemaran

Tingkat Cemaran	Makrozoobentos Indikator
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. Besar kemungkinan dijumpai lapisan bakteri yang sangat toleran terhadap limbah organik (Sphaerotilus) di permukaan

Sedangkan berdasarkan habitat hidupnya, makrozoobentos dibagi menjadi dua kelompok seperti pada Tabel 2.2 (Sinaga, 2009).

Tabel 2.2. Klasifikasi makrozoobentos berdasarkan tempat hidup

Kelompok Organisme	Habitat
Epifauna	Hidup di permukaan substrat atau permukaan dasar perairan
Infauna	Hidup di dalam atau diantara partikel substrat

Zoobentos berdasarkan ukurannya dibagi menjadi 3 kelompok seperti pada Tabel 2.3 (Hutabarat, 1985) dalam (Payung, 2017).

Tabel 2.3. Klasifikasi zoobentos berdasarkan ukuran

Jenis Bentos	Deskripsi
Mikrofauna	Hewan dengan ukuran lebih kecil dari 0,1 mm yang digolongkan ke dalam protozoa dan bakteri.
Meiofauna	Hewan dengan ukuran 0,1 hingga 1,0 mm. Digolongkan ke dalam beberapa kelas protozoa berukuran besar dan kelas krustasea yang sangat kecil serta cacing dan larva invertebrata.
Makrofauna	Hewan dengan ukuran lebih besar dari 1,0 mm. Digolongkan ke dalam hewan moluska, echinodermata, krustasea, dan beberapa filum annelida.

Klasifikasi makrozobentos berdasarkan cara makan dapat dilihat pada Tabel 2.4 (Kumar & Vyas, 2014).

Tabel 2.4. Kelompok makrozoobentos berdasarkan cara makan

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



Gambar 2.1. Kelompok utama makrozoobentos (Oscoz *et al.*, 2011)
(A) dan (B) Oligochaeta, (C) Hirudinea, (D) Insekta,
(E) Hydracarina, (F) Crustacea, (G) Gastropoda, dan
(H) Nematoda

2.1.2.1 Oligochaeta

Oligochaeta (dalam bahasa yunani, *oligo* = sedikit, *chaetae* = rambut kaku) merupakan annelida berambut sedikit (Stephenson, 1923) dalam (Nilawati dkk. 2014). Oligochaeta adalah jenis cacing dengan karakter sedikit setae (berambut pendek), tidak memiliki parapodia, namun memiliki setae pada tubuhnya yang bersegmen. Otot memanjang maupun melingkar melengkapi tubuhnya yang silindris memanjang. Karakter berikutnya yaitu prostomium kecil, tanpa batil isap dan tanpa mata serta bentuk kepala kerucut kecil tanpa tentakel (Nurjanah, 2019). Habitat dari oligochaeta di mana tersedia makanan yaitu substrat dasar lumpur dan lumpur berpasir. Kondisi fisik kimia perairan seperti suhu, pH, maupun oksigen terlarut memengaruhi kehidupan kelompok organisme ini (Yulhadis & Nursyirwani, 2018). Sifat toleran terhadap kualitas air yang buruk merupakan karakter dari oligochaeta (Hadiroseyani dkk. 2015).

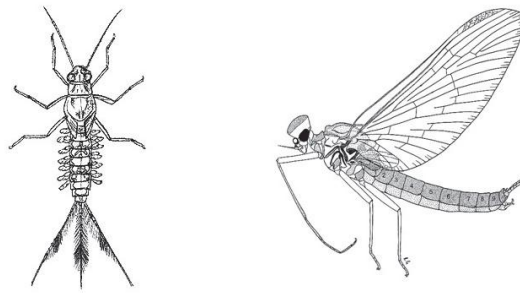
2.1.2.2 Hirudinea

Hirudinea adalah kelas filum annelida yang tidak memiliki setae (rambut) dan tidak memiliki parapodium di tubuhnya. Bentuk tubuh hirudinea yaitu pipih dengan ujung depan serta di bagian belakang sedikit runcing. Alat penghisap yang berfungsi dalam bergerak dan menempel berada di segmen awal dan akhir. Gabungan dari alat penghisap dan kontraksi serta relaksasi otot adalah mekanisme dari pergerakan hirudinea. Hirudinea memiliki ukuran yang beragam dari 1 – 30 mm (Sianipar, 2021). Habitat yang sesuai bagi hirudinea adalah Kolam air tawar berlumpur dan aliran dengan vegetasi air yang tumbuh subur (Rufusova *et al.*, 2017).

2.1.2.3 Insecta

a. Ephemeroptera

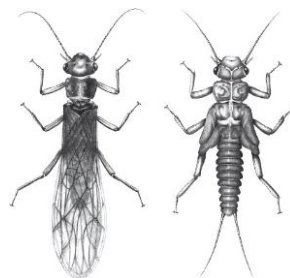
Salah satu serangga tertua adalah kelompok ephemeroptera (lalat capung). Terdapat kurang lebih 3.200 jenis di dunia. Ephemeroptera (lalat capung) terbagi menjadi 16 famili dan 120 spesies. Fase larva dari kelompok ini mendiami habitat dengan perairan yang mengalir. Larva dari lalat capung merupakan makanan bagi organisme perairan dengan tingkatan yang lebih tinggi seperti ikan. Larva dari lalat capung menjadi bioindikator kualitas air pada perairan tawar. Status kualitas air yang terdapat pada bagian hulu berkualitas baik dapat diketahui dengan keberadaan ordo ephemeroptera, trichoptera, dan plecoptera (Candra dkk. 2014). Morfologi ephemenoptera dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Morfologi ephemeroptera (Rufusova *et al.*, 2017)
(a) larva (b) dewasa

b. Plecoptera

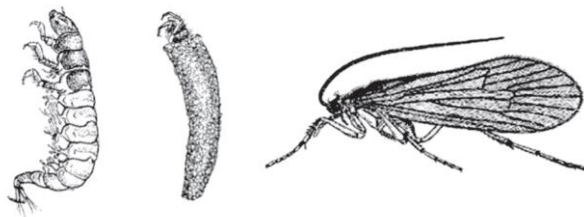
Ephemeroptera, plecoptera, dan trichoptera adalah kepanjangan dari EPT yang merupakan jenis makroinvertebrata benthik dan digunakan untuk melihat kualitas air sungai (Firdhausi, 2019). Ordo dari serangga air dengan total keseluruhan lebih dari 2000 spesies di dunia adalah plecoptera. Nimfa plecoptera yang hidup di dasar perairan dengan bebatuan sebagai substratnya menjadikan kelompok ini juga dikenal dengan nama *stonefly* atau lalat batu. Karakternya yaitu memiliki tubuh lunak, memiliki empat sayap dengan tampilan yang seragam, dan ukuran bervariasi dari 4 sampai 50 mm. Rentang sayap maksimum imago umumnya sekitar 110 mm. Beberapa genus ada tipe yang tidak bersayap (Oktarima, 2015). Indikator dari perairan yang bersih salah satunya dapat diketahui dengan keberadaan plecoptera (Rufusova *et al.*, 2017). Morfologi plecoptera dapat dilihat pada Gambar 2.3.



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

c. Tricoptera

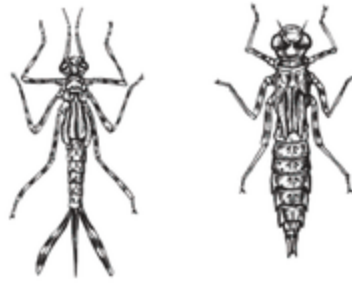
Kelompok EPT yang mencakup 15.000 spesies dan dibagi menjadi 18 famili adalah ordo tricoptera. Tricoptera berasal dari bahasa Yunani yaitu *thricos* = rambut dan *ptera* = sayap. Spesies dewasa mirip kupu-kupu namun sayap dari kelompok ini tertutup rambut. Tricoptera mengalami metamorfosis sempurna sehingga memiliki fase pupa dalam perkembangannya. Fase larva dari kelompok ini memiliki mulut menyerupai ulat untuk mengunyah. Habitatnya tersebar baik pada air yang mengalir maupun air yang tergenang. Namun, pada umumnya habitatnya pada perairan yang mengalir (Rufusova *et al.*, 2017). Morfologi tricoptera dapat dilihat pada Gambar 2.4.



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

d. Odonata

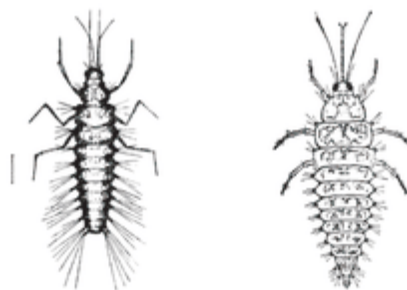
Hemimetabola merupakan proses yang dialami golongan serangga odonata. Lebar sayapnya 70 mm. Saat fase larva menangkap mangsa dengan cepat dan modifikasi labium seperti topeng atau masker. Bagian larva yang digunakan dalam menangkap mangsa adalah topeng yang dapat diperpanjang, terlipat ke bawah kepala dan dada (Rufusova *et al.*, 2017). Morfologi odonata dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Morfologi odonata larva (Rufusova *et al.*, 2017)

e. Coleoptera

Ordo dengan anggota terbesar yaitu sekitar 12.500 di seluruh dunia adalah ordo coleoptera. Larva dari famili elmidae (salah satu famili di ordo coleopteran) memiliki habitat yang berada pada kondisi perairan mengalir dan substrat bebatuan. Bentuk larva maupun dewasa dari famili elminae hidup di bawah air dan membutuhkan air dengan oksigen terlarut yang baik (Rufusova *et al.*, 2017). Morfologi coleoptera dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Morfologi coleoptera larva (Rufusova *et al.*, 2017)

2.1.2.4 Crustacea

Kelompok invertebrata yang terdiri dari 67.000 spesies dan tersebar di seluruh dunia adalah Crustacea. Ukuran crustacean berkisar antara 0,1 mm sampai 3,8 m. Sebagian besar crustacean adalah hewan air. Terdapat crustacea dengan habitat di laut seperti kelompok arthropoda, air tawar, dan juga di darat (kepiting darat). Dua pasang antena dan lebih dari empat pasang anggota badan *biramous*

yang dimiliki adalah ciri yang membedakan kelompok ini dengan arthropoda yang lain. Eksoskeleton yang dimiliki oleh crustacea akan berganti ketika tumbuh (Rufusova *et al.*, 2017). Morfologi crustacea dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Branchiopoda, remipedia, cephalocarida, maxillopoda, ostracoda, dan malacostraca adalah enam kelas yang dimiliki oleh crustacea. Habitat Crustacea yaitu di sungai, laut, payau, atau daerah mangrove. Kondisi lingkungan yang sesuai serta dapat ditoleransi oleh tubuhnya seperti suhu, pH air, serta salinitas air adalah habitat yang dapat mendukung crustacean dalam bertahan hidup (Duya & Noveria, 2019). Peka terhadap keberadaan oksigen adalah salah satu karakter yang dimiliki crustacea (Rahmatia dkk. 2020).

2.1.2.5 Gastropoda

Gastropoda adalah hewan avertebrata dari mollusca yang memiliki peran dalam ekosistem. Tingginya keanekaragaman spesies gastropoda menjadikan kelompok ini sebagai sumberdaya yang penting pada perairan (Supusepa, 2018). Gastropoda dijadikan sebagai bioindikator karena kelompok ini memiliki karakter yang cenderung menetap, pergerakannya terbatas, melekat pada substrat, dan peka terhadap perubahan lingkungan (Umanailo dkk. 2021).

Salah satu kelas dari Filum Mollusca yang banyak hidup di zona intertidal pantai adalah gastropoda. Beberapa gastropoda tidak memiliki cangkang namun sebagian besar gastropoda memiliki cangkang. Sebagian memiliki habitat di laut atau air tawar namun sebagian yang lain memiliki habitat di terestrial. Kondisi lingkungan seperti ketersediaan makanan, predator, serta adanya kompetisi menunjukkan bahwa keberadaan gastropoda erat kaitannya dengan kualitas perairan (Lestari dkk. 2021). Morfologi gastropoda dapat dilihat pada Gambar 2.1.

2.2 Sungai

2.2.1 Definisi

Air tawar di daratan yang mengalir dari sumbernya dan bermuara di laut, danau atau sungai yang lebih besar adalah sungai. Beberapa fungsi dari sungai adalah sebagai alat transportasi, sumber bahan baku tenaga listrik, dan sebagai tempat mata pencaharian. Sungai digunakan sebagai tempat mengalirnya air ketika hujan di daerah perkotaan. Oleh karena itu salah satu ekosistem yang sangat penting adalah sungai (Syukur, 2020).

Sungai adalah salah satu ekosistem yang sangat penting bagi manusia. Sungai memiliki fungsi lain di beberapa wilayah. Sungai di Sumatera dan Kalimantan digunakan penduduk sebagai prasarana transportasi. Kegiatan pertanian industri maupun domestik yang dilakukan oleh manusia sangat membutuhkan peran sungai sebagai penyedia pengairan (Siahaan dkk. 2011).

Salah satu sumber air baku yang dimanfaatkan untuk berbagai aktivitas adalah air sungai. Sungai berperan sebagai sumber air terdekat bagi beberapa penduduk pedesaan dan perkotaan serta sebagai habitat dari beberapa organisme. Penurunan kualitas air sungai salah satunya disebabkan karena peningkatan jumlah penduduk, peningkatan aktivitas industri, perkembangan ekonomi dan peningkatan standar hidup. Tercemarnya sungai ditandai dengan penurunan kualitas air sungai yang mengalir (Hamidi dkk. 2017).

Salah satu lingkungan yang sering terkena dampak pencemaran adalah sungai. Penyebab pencemaran diakibatkan oleh berbagai jenis aktivitas manusia yang dilakukan di sepanjang daerah aliran sungai. Buruknya kondisi kualitas air

sungai salah satunya disebabkan karena meningkatnya aktivitas domestik, pertanian, dan industri di sekitar aliran sungai (Nangin dkk. 2015).

2.2.2 Bagian sungai

Menurut Andini (2017) bagian hulu, tengah, dan hilir merupakan bagian dari sungai. Penjelasan dari setiap bagian adalah sebagai berikut:

a. Bagian Hulu

Daerah awal dari sebuah sungai adalah daerah hulu di mana bagian ini berada di pegunungan, lembah sungai, dan berbentuk huruf V yang memiliki karakter aliran sungai sangat deras dan sungainya lumayan dalam, serta terjadi erosi pada sungai daerah hulu.

b. Bagian Tengah

Daerah sungai setelah hulu adalah daerah sungai tengah. Karakternya yaitu lembah sungai berbentuk huruf U karena kondisinya yang landai dan bukan kondisi yang curam lagi. Kondisi ini menjadikan air tidak begitu deras dan proses erosi yang terjadi tidak terlalu sering. Proses transportasi adalah proses yang dominan pada bagian ini dimana bahan yang dibawa pada proses transportasi adalah dari hasil erosi di bagian hulu.

c. Bagian Hilir

Daerah sungai terakhir adalah daerah hilir. Bagian ini kemudian mengantar sungai hingga perbatasan dengan laut atau muara. Karakter daerah hilir yaitu lembah yang menyerupai huruf U dengan ukuran lebar serta berliku-liku. Proses sedimentasi merupakan proses yang sering terjadi pada sungai bagian hilir karena akibat dari proses transportasi dari bagian tengah.

2.2.3 Pemanfaatan sungai

Salah satu fungsi sungai yaitu untuk mendukung aktivitas masyarakat. Menurut Darmanto & Sudarmadji (2013) aktivitas masyarakat yang memerlukan peran sungai adalah sebagai berikut :

a. Irigasi

Pembuatan bendungan adalah langkah pertama yang dilakukan untuk memanfaatkan air sungai sebagai keperluan irigasi. Air kemudian dialirkan dari bendungan menuju daerah-daerah di sekitarnya. Hal ini dilakukan karena secara gravitasi dan kemiringan sungai yang cukup menjadikan air sungai dapat dialirkan ke arah hilir. Melalui saluran-saluran air, selanjutnya dialirkan ke dalam petak-petak sawah yang memerlukan.

b. Perikanan

Ikan yang dipelihara pada kolam mendapat asupan air dari air sungai yang sebelumnya dibendung dan dialirkan menggunakan paralon pada kolam-kolam ikan. Ikan-ikan tersebut seperti ikan nila, gurami, dan ikan mas. Keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan air sungai yaitu bahwa air selalu diganti. Hal ini menjadikan aliran air menjadi deras sehingga menjamin ketersediaan oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh ikan.

c. Keperluan Rumah Tangga

Beberapa kegiatan rumah tangga dilakukan dengan memanfaatkan air sungai, salah satunya yaitu dalam mencuci pakaian. Kegiatan ini memanfaatkan sungai-sungai tertentu. Hal ini dilakukan oleh masyarakat karena mempermudah dalam pembilasan cucian. Kegiatan seperti mencuci dilakukan oleh masyarakat saat kondisi sungai jernih dan bersih, sehingga sangat baik digunakan untuk

mencuci pakaian. Kegiatan lain yang dilakukan dengan memanfaatkan air sungai tidak hanya dalam mencuci pakaian, namun juga dapat digunakan dalam mencuci kendaraan sehingga biaya dan tenaga yang digunakan lebih murah.

2.2.4 Parameter fisika-kimia sungai

Baik tidaknya kondisi perairan termasuk sungai dapat diketahui pula dengan mengamati parameter fisik dan kimia perairan. Parameter fisika dan kimia mempengaruhi kualitas dari perairan (Salim & Mangkurat, 2017)

2.2.4.1 Parameter fisika

a. Suhu

Suhu adalah salah satu parameter penting bagi kehidupan organisme perairan. Suhu adalah salah satu parameter yang memengaruhi metabolisme dan perkembangbiakan biota sungai. Pertumbuhan, metabolisme, bahkan kematian biota dipengaruhi secara langsung oleh perubahan suhu (Sanjaya & Iriani, 2018). Stratifikasi atau pelapisan air dapat disebabkan oleh kenaikan suhu. Adanya stratifikasi air dapat menghambat pengadukan air yang diperlukan dalam rangka penyebaran oksigen. Pelapisan air di lapisan dasar kemudian tidak menjadi anaerob akibat adanya stratifikasi (Hamuna dkk. 2018).

b. TSS (*Total Suspended Solids*)

TSS (*Total suspended solids*) adalah material endapan yang bergerak tanpa menyentuh dasar perairan dan melayang pada kolom perairan serta dipengaruhi oleh adanya masukan dari daratan, aliran sungai, dan juga faktor oseanografi perairan. Sedimentasi yang terjadi di perairan dan memberi dampak negatif kepada ekosistem perairan memiliki keterkaitan dengan *total suspended solids* (TSS) (Yonar dkk. 2021). TSS (*Total suspended solids*) adalah padatan

tersuspensi yang tidak dapat mengendap, dan tidak larut dalam air serta menyebabkan kekeruhan air (Bahagia dkk. 2020).

Zat atau material tersuspensi yang berukuran maksimal 2 μm yang terdiri dari lumpur, pasir halus, dan zat partikel lainnya seperti komponen biotik atau komponen abiotik adalah komponen dari *Total Suspended Solids* (TSS). Curah hujan juga memengaruhi konsentrasi TSS di mana air hujan merupakan media pengangkut polutan dari permukaan seperti bakteri dan mikroorganisme lain (Aulia & Dewi, 2019).

c. TDS (*Total Dissolved Solids*)

TDS (*Total Dissolved Solids*) adalah konsentrasi jumlah ion kation dan anion dalam air yang terdiri dari semua ion-ion terlarut dalam air, yaitu berupa fosfat dalam surfaktan dan bahan-bahan penyusun deterjen yang terlarut dalam air (Hak dkk. 2019). Komponen TDS yaitu berupa padatan terlarut zat organik, garam anorganik, serta gas terlarut (Kusuma dkk. 2020). Komponen dari TDS yang merupakan parameter fisik air baku yaitu zat organik maupun anorganik yang terdapat pada larutan serta mencakup jumlah material dalam air, berupa karbonat, bikarbonat, klorida, sulfat, fosfat, nitrat, kalsium, magnesium, natrium, ion-ion organik, dan ion-ion lainnya (Afrianita dkk. 2017).

d. Kecepatan Arus

Faktor fisik berikutnya yang mempengaruhi keberadaan makrozoobentos adalah kecepatan arus. Kecepatan arus pada suatu perairan dipengaruhi oleh kedalaman suatu perairan dan tenaga angin yang diberikan pada lapisan permukaan air. Arus permukaan yang mempunyai kecepatan sekitar dua persen dari kecepatan angin itu sendiri kemudian meningkat karena hal tersebut. Perairan

yang mempunyai sudut kemiringan yang lebih besar akan menimbulkan arus yang lebih cepat (Susanto, 2018). Fluktuasi arus sungai berkisar antara 0,09 – 1,40 m/detik yang semakin melambat ke hilir. Kecepatan arus di hulu paling besar dikarenakan faktor gravitasi, lebar sungai, dan material yang dibawa oleh air sungai (Siahaan dkk. 2011).

Debit air akan meningkat pada saat musim hujan dan dapat memengaruhi kecepatan arus. Kondisi substrat pada dasar perairan serta adanya bentuk alur sungai menimbulkan variasi pada kecepatan arus. Tipe substrat yang sebagian besar terdiri oleh substrat berpasir menunjukkan kecepatan arus yang tinggi. Hal ini terjadi karena partikel-partikel yang berukuran besar seperti kerikil atau pasir mampu diendapkan di dasar perairan tersebut, sedangkan partikel yang terus terbawa oleh arus yang kuat adalah partikel yang halus (Ridwan dkk. 2016). Sedangkan substrat berlumpur atau lempung yang mendominasi merupakan ciri bahwa pada perairan tersebut memiliki kecepatan arus yang lemah (Hartini dkk. 2010).

2.2.4.2 Parameter kimia

a. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman adalah gambaran jumlah atau aktivitas ion hidrogen pada perairan di mana nilai pH secara umum menggambarkan seberapa besar tingkat keasaman atau kebasaan perairan. Nilai pH = 7 menunjukkan kondisi perairan netral. Perairan dikatakan bersifat asam saat nilai pH < 7. Kondisi perairan dikatakan basa saat nilai pH > 7. Kualitas perairan yang memengaruhi kehidupan organisme di dalamnya dipengaruhi oleh kadar asam basa suatu perairan (Barus dkk. 2019). Nilai pH berpengaruh besar terhadap organisme perairan serta

dijadikan sebagai salah satu petunjuk dalam menentukan baik buruknya perairan (Yulis, 2018).

b. DO (*Dissolved oxygen*)

Jumlah oksigen yang terlarut dalam volume air tertentu pada suatu suhu dan tekanan tertentu serta menjadi parameter kualitas air yang penting dalam penentuan kehadiran makhluk hidup dalam air adalah oksigen terlarut (Djoharam dkk. 2018). Unsur paling penting bagi kehidupan biota yang digunakan untuk pernapasan, proses metabolisme, atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan adalah oksigen terlarut (Elviana & Sunarni, 2018). Gas yang dibutuhkan oleh semua makhluk darat maupun air adalah oksigen terlarut atau DO (*Dissolved Oxygen*) (Saraswati dkk. 2017).

c. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD (*Biological Oxygen Demand*) adalah kuantitas oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk mengurai bahan organik yang terdapat di dalam air secara sempurna dengan menggunakan proses biologi (Daroni & Arisandi, 2020). Air sungai semakin tercemar saat semakin tinggi nilai BOD sehingga parameter BOD dapat mengidentifikasi pencemaran yang terjadi (Sara dkk. 2018). Kadar BOD akan semakin tinggi saat semakin tinggi pula jumlah penurunan oksigen terlarut pada suatu perairan (Putri dkk. 2019).

d. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik dan anorganik secara kimia di dalam air (Riyanti dkk. 2019). Definisi dari *Chemical Oxygen Demand* (COD)

yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang terdapat di dalam air atau banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik menjadi CO_2 dan H_2O . Sekitar 85% zat dapat teroksidasi menjadi CO_2 dan H_2O dalam suasana asam pada reaksi ini. Angka dari COD adalah ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat teroksidasi melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air (Sari, 2019).

2.2.5 Baku mutu air sungai

Baku mutu air adalah persyaratan mutu air yang disiapkan oleh suatu negara atau daerah yang bersangkutan (Sanjaya & Iriani, 2018). Kelas air berdasarkan pemanfaatannya dibagi menjadi empat kelas menurut PP RI Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Berikut deskripsi dari empat kelas tersebut:

a. Kelas I

Golongan air kelas I yaitu dimanfaatkan sebagai bahan baku air minum atau pemanfaatan lain yang persyaratan mutu air sama dengan kegunaan tersebut.

b. Kelas II

Golongan air kelas II yaitu dimanfaatkan untuk sarana dan prasarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman atau untuk peruntukan lain yang persyaratan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

c. Kelas III

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

dengan kegunaan tersebut.

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	2000
TSS	mg/L	40	50	100	400
DO	mg/L	6	4	3	1
BOD	mg/L	2	3	6	12
COD	mg/L	10	25	40	80

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

2.2.6 Pencemaran sungai

Kualitas lingkungan dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya saat terjadi pencemaran lingkungan (*environmental pollution*) (Duhupo, 2019). Salah satu masalah yang memberi ancaman kepada manusia, hewan, dan tumbuh-tumbuhan adalah pencemaran sungai. Kurangnya pengetahuan terkait isu pencemaran sungai serta kurangnya sikap bertanggung jawab dalam mengurus sungai merupakan beberapa faktor yang menyebabkan pencemaran sungai (Alias & Azilawanie, 2019).

Pencemaran di Indonesia beberapa diantaranya disebabkan oleh limbah industri, limbah rumah tangga, serta limbah pertanian (Rismawati, 2020). Penyebab terbesar menurunnya kualitas sungai yaitu karena aktivitas manusia yang menjadikan sungai sebagai tempat pembuangan sampah dan limbah yang bahkan tanpa diolah terlebih. Banyak ditemui kota-kota besar dengan kondisi kualitas air sungai yang buruk. Limbah industri, rumah tangga, limbah perikanan, dan lainnya menjadi penyebab pencemaran sungai di kota besar tersebut. Penggunaan air yang dilakukan setiap hari akan membahayakan kesehatan manusia saat air yang digunakan merupakan air yang tercemar (Ermawati & Hartanto, 2017).

2.3 Definisi keanekaragaman

Penentuan tingkat keanekaragaman diketahui dari banyaknya jenis serta pemerataan kelimpahan individu setiap jenis yang ditemukan. Saat jenis yang didapatkan semakin banyak, maka nilai keanekaragamannya juga akan semakin tinggi. Nilai akhir yang didapatkan ditentukan oleh nilai total yang didapatkan dari individu masing-masing jenis. Nilai keanekaragaman akan besar saat total individu yang didapatkan berasal dari spesies yang berbeda. Namun, nilai keanekaragaman akan kecil saat total individu yang didapatkan berasal dari satu spesies saja (Sari, 2019).

Indek keanekaragaman dapat menentukan sedikit banyaknya keanekaragaman suatu spesies. Menurut Odum (1993) tingkat keanekaragaman dengan nilai yang besar didapatkan saat individu berasal dari spesies yang berbeda-beda. Suatu daerah memiliki kemungkinan sebagai daerah yang kaya akan nutrisi dan memiliki nilai produktivitas yang tinggi saat nilai H' mencapai

nilai yang tinggi (Abidin dkk. 2018). Status pencemaran sungai dapat diketahui salah satunya dengan menggunakan Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos (Herawati *et al.*, 2020).

2.4 Sungai Sampean

Sungai Sampean adalah sungai utama yang terletak diantara Kabupaten Bondowoso dan Kabupaten Situbondo dengan luas DAS 1.206 Km². Bentuk daerah aliran sungai (DAS) Sungai Sampean berupa dendritik, seperti percabangan pohon, percabangan tidak teratur dengan arah dan sudut yang beragam. Jalur anak sungai di kiri kanan sungai utama mengalir menuju sungai utama di mana hal ini merupakan orde tingkat DAS dengan tipe bulu burung. Terdapat 2 orde yaitu orde 1 dan orde 2 di Sungai Sampean (Nupus dkk. 2018).

Kecamatan Maesan adalah salah satu kecamatan yang berada di Kabupaten Bondowoso adalah. Lokasi dengan ketinggian antara 280 s/d 550 meter di atas permukaan laut adalah kondisi geografi Kecamatan Maesan. Kondisi wilayah Kecamatan Maesan yang sebagian besar adalah lahan pertanian menjadikan masyarakat di kecamatan ini bekerja pada sektor pertanian (BPS Kab. Bondowoso, 2016).

.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan penelitian

Rancangan deskriptif kuantitatif adalah rancangan penelitian yang digunakan. Metode eksplorasi adalah metode yang digunakan. Penyajian data berupa jumlah spesimen, karakteristik morfologi spesimen, identifikasi genus makrozoobentos, parameter fisika-kimia air, tingkat keanekaragaman makrozoobentos, dan nilai korelasi keanekaragaman makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia air merupakan alasan digunakannya rancangan deskriptif kuantitatif. Penelitian yang dilaksanakan dengan mengamati secara langsung keanekaragaman makrozoobentos di Hulu Sungai Sampean Kecamatan Maesan Kabupaten Bondowoso menjadikan metode eksplorasi digunakan dalam penelitian ini.

3.2 Waktu dan tempat

Pelaksanaan penelitian ini yaitu pada bulan Februari 2022 di Hulu Sungai Sampean Kecamatan Maesan Kabupaten Bondowoso. Empat stasiun dengan kondisi lingkungan yang berbeda menjadi tempat pengambilan sampel. Dilakukan identifikasi makrozoobentos di Laboratorium Optik Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang. Beberapa parameter fisika-kimia diamati langsung di lokasi pengambilan sampel, sedangkan beberapa yang lain dibawa dan diamati di Laboratorium Lingkungan Hidup Perum Jasa Tirta I Kota Malang.

3.3 Alat dan bahan

Jaring surber dengan ukuran mata jaring 1 mm adalah salah satu alat yang digunakan dalam penelitian ini (Ramadini, 2019). Termometer, pH meter, TDS

meter, pelampung, wadah kaca gelap, wadah kaca bening, kuas, pinset, kertas label, nampan, penggaris, kamera, mikroskop, alat tulis, dan buku identifikasi. Sedangkan bahan yang digunakan adalah tali rafia, alkohol 70%, sampel air, dan sampel makrozoobentos.

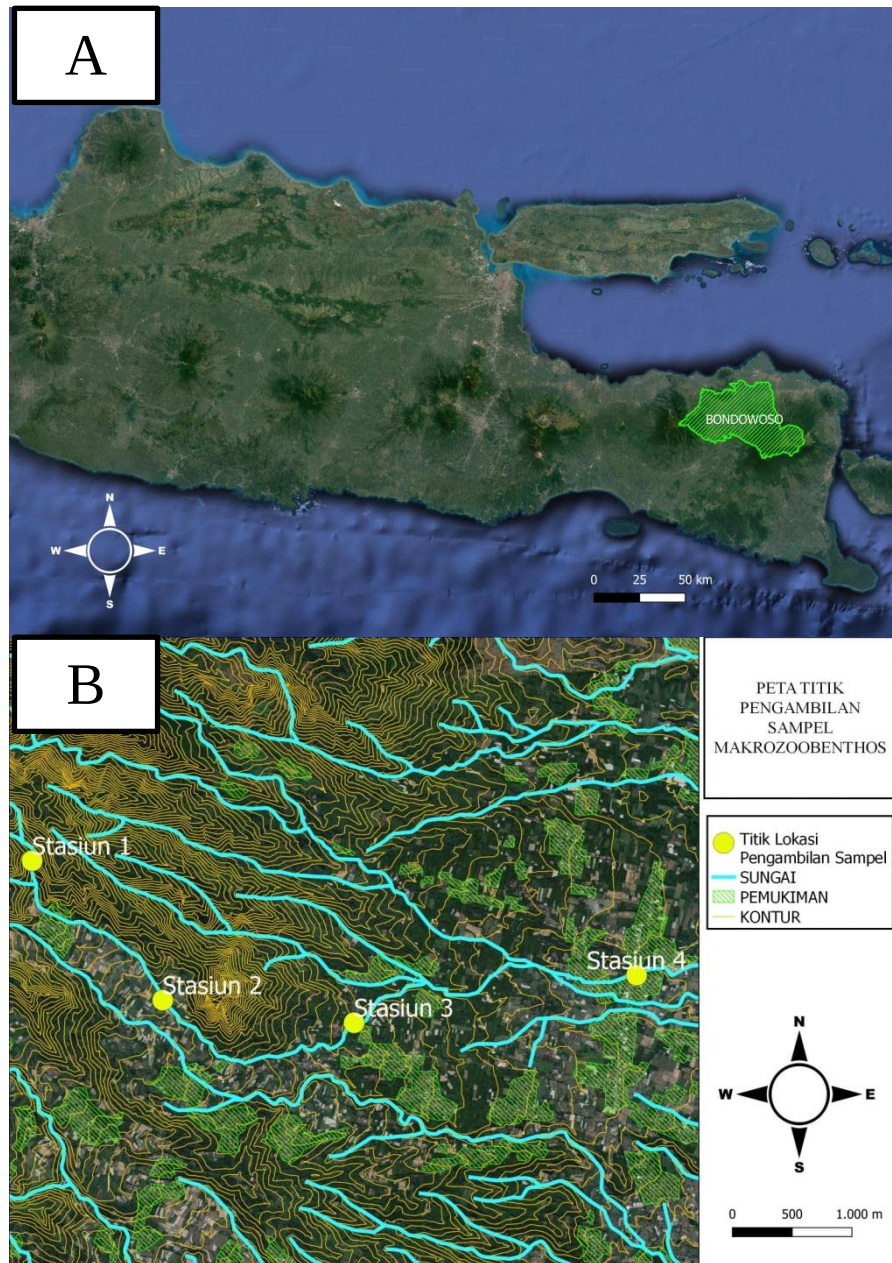
3.4 Prosedur penelitian

3.4.1 Studi pendahuluan

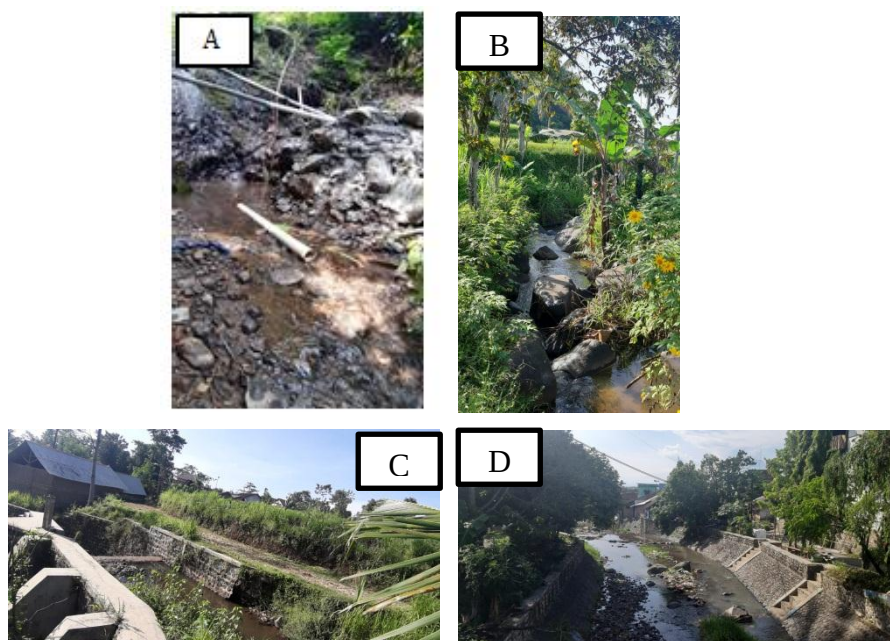
Penentuan stasiun penelitian merupakan tujuan dilakukannya studi pendahuluan. *Purposive Sampling* adalah metode yang digunakan dalam penentuan stasiun penelitian. Menurut Siregar (2016) *Purposive Sampling Method* merupakan teknik pengambilan sampel dengan memperhatikan pertimbangan-pertimbangan yang dibuat oleh peneliti. Kondisi lingkungan sekitar stasiun, lokasi perairan, dan aktivitas masyarakat sekitar stasiun adalah pertimbangan yang digunakan dalam menentukan stasiun penelitian. Deskripsi kondisi stasiun dapat dilihat pada Tabel 3.1. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 sedangkan gambar lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.

Tabel 3.1. Deskripsi kondisi stasiun penelitian

Stasiun	Deskripsi
I	Dekat dengan mata air, jauh dari pemukiman, dekat dengan perkebunan, sisi kanan dan kiri tebing batu serta tutupan oleh tumbuhan yang cukup rindang
II	Jauh dari pemukiman, terdapat persawahan pada salah satu sisi sungai, terdapat tutupan pohon pada kedua sisi sungai, arus deras
III	Dekat dengan pemukiman, terdapat persawahan pada salah satu sisi sungai, kecepatan arus mulai lambat
IV	Sisi kanan dan kiri adalah pemukiman penduduk yang sangat padat, arus sangat lambat



Gambar 3.1. Peta lokasi penelitian (Qgis, 2022). (A) Jawa Timur, (B) Stasiun pengamatan



Gambar 3.2 Foto lokasi penelitian (Dokumen pribadi, 2021). (A) Stasiun I, (B) Stasiun II, (C) Stasiun III, (D) Stasiun IV

3.4.2 Pengambilan sampel makrozoobentos dan sampel air

Dilakukan 3 kali ulangan untuk pengambilan sampel pada setiap stasiun. Diulang pengambilan sampel pada tiga waktu yang berbeda yaitu pagi, siang, dan sore pada setiap stasiun. Diambil sampel pada plot 1×1 meter. Diletakkan jaring surber pada posisi yang berlawanan arah arus air. Diaduk substrat yang berada di jaring surber selama 5 menit. Diambil sampel makrozoobentos yang berada di batuan pada jaring surber dengan menggunakan kuas. Diambil pula makrozoobentos yang melekat pada jaring surber. Diletakkan seluruh sampel makrozoobentos yang telah diambil pada nampan. Dimasukkan sampel pada wadah dengan alkohol 70% dan diberi label. Diambil sampel air pada tiap stasiun. Dimasukkan sampel air pada wadah yang telah disediakan. Dimasukkan seluruh sampel pada kotak pendingin dan diawetkan dalam suhu dingin dengan penambahan *icepack*. Dibawa sampel untuk diidentifikasi di Laboratorium.

3.4.3 Identifikasi sampel makrozoobentos

Diamati morfologinya sampel makrozoobentos dengan menggunakan mikroskop serta didokumentasikan. Sampel makrozoobentos diidentifikasi hingga tingkat genus dengan menggunakan buku acuan Gerber & Gabriel (2002), Oscoz *et al.* (2011) Rufusova *et al.* (2017) serta jurnal Barber *et al.* (2020), Cumberlandidge *et al.* (2005), Daniels *et al.* (2019), Garima *et al.* (2021), Kim (2020), Neubaureur *et al.* (2013). Tabel perekam data untuk jumlah sampel yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Perekam data

No	Ordo	Famili	Genus	St 1			St 2			Dst		
				UI	U2	U3	UI	U2	U3			

3.4.4 Pengukuran parameter fisika-kimia air

Kecepatan arus, suhu, TDS, dan pH adalah parameter fisika-kimia yang diukur langsung di lokasi penelitian. Termometer digunakan untuk mengukur suhu, pH meter untuk mengukur pH, TDS meter untuk mengukur TDS. Kecepatan arus dihitung berdasar pada metode Desinawati dkk. (2018) yaitu menggunakan benda yang dalam hal ini adalah pelampung kemudian dihanyutkan menggunakan tali dengan panjang tertentu. Panjang tali dibagi dengan waktu yang diperoleh menggunakan stopwatch adalah cara untuk menentukan kecepatan arus. Disimpan dalam kotak pendingin sampel air yang didapatkan di mana di dalamnya telah ditambahkan *icepack* dan tetap dipantau agar sampel tidak sampai

membeku (Musselman, 2012). Sedangkan parameter fisika seperti TSS serta parameter kimia seperti DO, BOD, dan COD diukur di laboratorium.

3.5 Analisi data

3.5.1 Indeks keanekaragaman

Analisis data terkait tingkat keanekaragaman dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan indeks Shannon Wiener (H'). Rumus dari indeks ini adalah sebagai berikut (Krebs, 1999).

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

Di mana p_i adalah proporsi dari jumlah individu jenis ke- i , H' adalah indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, n_i adalah jumlah individu dari jenis ke- i , dan N adalah jumlah total individu dari seluruh jenis. Kategori nilai indeks Shannon Wiener yaitu $H' < 1$ menunjukkan keanekaragaman rendah, $1 < H' < 3$ menunjukkan keanekaragaman sedang, dan $H' > 3$ menunjukkan keanekaragaman tinggi. Perhitungan juga menggunakan Microsoft Excel 2010.

3.5.2 Indeks Dominasi

Analisis data terkait dominansi dianalisis dengan menggunakan indeks dominansi simpson (D). Rumus indeks dominansi adalah sebagai berikut (Krebs, 1999).

$$D = \frac{1}{N} \sum \left[\frac{n_i}{N} \right]^2$$

Di mana D adalah indeks dominasi, n_i adalah jumlah individu, dan N adalah jumlah total individu. Kategori indeks dominansi yaitu D mendekati 0 ($C < 0,5$) menunjukkan tidak ada jenis yang mendominasi dan D mendekati 1 ($C > 0,5$) menunjukkan ada jenis yang mendominasi. Perhitungan juga menggunakan Microsoft Excel 2010.

3.5.3 Analisis korelasi

Analisis Korelasi Pearson dengan metode komputerisasi menggunakan aplikasi PAST 4.03 adalah analisis yang digunakan untuk mengetahui korelasi keanekaragaman genus makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia air sungai. Menurut Hadi (2015) nilai koefisien korelasi disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Nilai koefisien korelasi

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

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil identifikasi spesimen makrozoobentos

Makrozoobentos adalah salah satu makhluk hidup yang juga memiliki peran bagi lingkungan dan makhluk hidup yang lain. Sebagaimana dalam firman Allah dalam QS ; An-Nahl [16] : 14 berikut :

وَهُوَ الَّذِي سَخَّرَ الْبَحْرَ لَنَا كُلُّوا مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُوا مِنْهُ حِلْيَةً تَلْبَسُونَهَا
وَتَرَى الْفُلْكَ مَوَاحِرَ فِيهِ وَلِتَبْتَغُوا مِنْ فَضْلِهِ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ ﴿١٤﴾

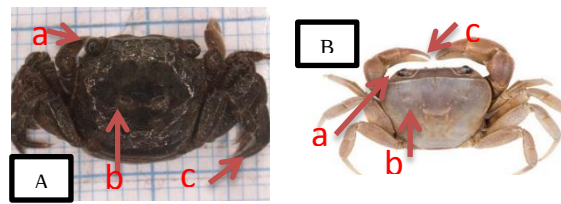
Artinya :

“Dialah yang menundukkan lautan (untukmu) agar kamu dapat memakan daging yang segar (ikan) darinya dan (dari lautan itu) kamu mengeluarkan perhiasan yang kamu pakai. Kamu (juga) melihat perahu berlayar padanya, dan agar kamu mencari sebagian karunia-Nya, dan agar kamu bersyukur.”

Tafsir Al-Qurthubi (2009) menjelaskan bahwa dalam ayat ini membahas terkait penundukan lautan bagi manusia serta manfaat bagi manusia serta makhluk hidup lain sebagai perhiasan, konsumsi, serta sebagai indikator lingkungan dan penghidupan sehari-hari. Dijelaskan bahwa segala pemanfaatan yang dapat digunakan tersebut adalah bagian dari karunia Allah SWT yang didapatkan oleh manusia.

Penelitian yang dilaksanakan di Hulu Sungai Sampean Kecamatan Maesan Kabupaten Bondowoso mendapatkan total 286 ekor spesimen yang kemudian diidentifikasi. Identifikasi dilakukan hingga tingkat genus berdasarkan morfologi setiap spesimen. Spesimen yang didapatkan adalah sebagai berikut :

a. Spesimen 1



Gambar 4.1. Genus *Potamonautes* (A) Foto pengamatan (B) Foto literatur (Daniels *et al.*, 2019). a. mata, b. karapas, c. capit

Spesimen pertama memiliki beberapa ciri yaitu warna tubuhnya coklat tua. Panjangnya 10 mm dan lebarnya kurang lebih 20 mm. Spesimen ini memiliki karapas dan sepasang mata dengan ukuran yang kecil. Spesimen ini juga memiliki sepasang capit. Menurut Daniels *et al.* (2019). Genus *Potamonautes* memiliki warna tubuh coklat. Memiliki sepasang mata yang berukuran kecil. Genus ini memiliki empat pasang kaki bersendi, tubuh dengan ukuran yang lebar serta kaki yang dimodifikasi menjadi capit. Genus ini memiliki pergerakan menyamping serta memiliki habitat di bawah batuan.

Klasifikasi spesimen 1 berdasarkan GBIF (2022) yaitu :

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Malacostraca

Ordo : Decapoda

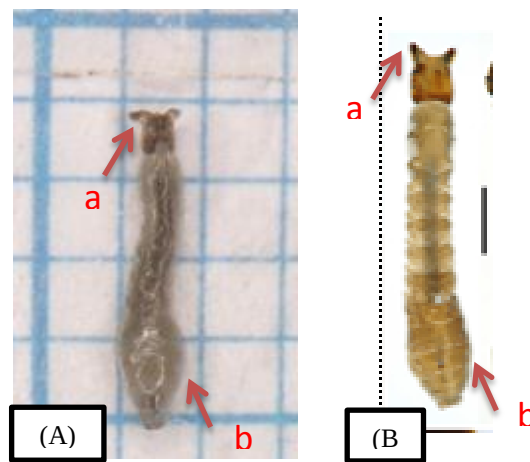
Famili : Potamonautidae

Genus : *Potamonautes*

Famili Potamonautidae memiliki warna coklat pada permukaan punggungnya serta memiliki jari-jari dengan warna krem. Famili ini memiliki warna permukaan toraks ventral coklat terang . Coklat tua adalah warna karapas

serta warna abdomen dari famili ini. Membawa sampah daun yang berada di air ke lubang pohon adalah salah satu perilaku yang dimiliki famili ini dengan tujuan untuk mengurangi pembusukan daun sehingga dapat mengimbangi penurunan pH yang diakibatkan oleh bahan organik yang menumpuk dengan meningkatkan kadar kalsium air (Cumberlidge *et al.*, 2005).

b. Spesimen 2



Gambar 4.2. Genus *Prosimulium* (A) Foto pengamatan (B) Foto Literatur (Kim, 2020). a. antena, b. apikal

Spesimen 2 ditemukan hampir di seluruh stasiun. Ciri-ciri dari spesimen ini yaitu memiliki panjang tubuh 4 mm dengan lebar 1 mm. Spesimen ini memiliki warna tubuh coklat kekuningan. Terdapat dua antena dengan warna yang pucat. Bagian apikal dari spesimen ini memiliki bentuk yang membulat. Menurut Kim (2020) Genus *Prosimulium* memiliki dua antena tanpa adanya percabangan dengan warna antena yang pucat. Selain itu, pada bagian apikal atau ujung dari genus ini memiliki bentuk yang membulat.

Klasifikasi spesimen 2 berdasarkan ITIS (2022) yaitu :

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta
 Ordo : Diptera
 Famili : Simuliidae
 Genus : *Prosimulium*

Tubuh sub-silindris dengan dua bagian yang melebar, satu di dada dan satu lagi di ujung posterior perut merupakan bentuk tubuh yang dimiliki larva dari Famili Simuliidae. Famili ini juga memiliki kapsul di kepala. Terdapat cakram seperti pengisap juga dengan mahkota kait yang digunakan untuk menempel pada substrat yang terdapat di bagian perut yang melebar dari famili ini. Famili Simuliidae dapat ditemukan di perairan dangkal dengan arus air yang deras dan kuat. Substrat seperti lempengan batu, kerikil, batang terendam dan batang tumbuh-tumbuhan yang terendam, merupakan tempat famili ini menempel dengan struktur di ujung perutnya. Pada struktur perut memiliki sifat perekat dan dapat bekerja sebagai pengisap yang kemudian digunakan untuk menahan kekuatan air (Oscos *et al.*, 2011).

c. Spesimen 3



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

Spesimen selanjutnya yaitu spesimen 3. Ciri-ciri yang dimiliki oleh spesimen ini yaitu memiliki warna tubuh coklat hingga coklat tua. Spesimen ini memiliki panjang 10 mm dan lebar kurang lebih 3 mm. Pada bagian dorsal

tubuhnya terdapat prothorax dan mesothorax. Spesimen ini memiliki tiga sersi serta terdapat insang pada bagian sisi abdomen. Namun insang yang tersisa yaitu satu insang dikarenakan insang yang lain mengalami kerontokan. Menurut Barber *et al.* (2020) Genus *Oligoneuriopsis* pada umumnya memiliki warna tubuh cokelat hingga cokelat tua. Genus ini memiliki prothorax serta mesothorax. Selain itu, terdapat empat makula yang terletak diantara mata majemuk. Terdapat tiga sersi pada genus ini dengan warna cokelat muda. Genus ini memiliki insang pada bagian sisi abdomen.

Klasifikasi spesimen 3 berdasarkan ITIS (2022) yaitu :

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

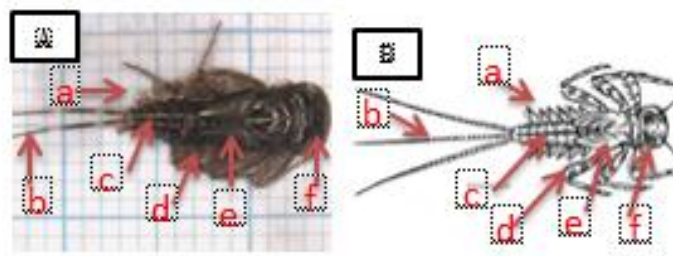
Ordo : Ephemeroptera

Famili : Oligoneuriidae

Genus : *Oligoneuriopsis*

Larva Oligoneuriidae memiliki tubuh pipih serta memiliki mata dengan ukuran yang besar. Diduga beberapa spesies dari Famili Oligoneuriidae berperan sebagai *filter-colector* berdasarkan struktur kaki depan. Namun, berdasarkan struktur mulut, anggota famili ini juga sebagai pencakar juga dalam mencari makanan. Dalam ekosistem perairan, anggota famili ini dapat tahan terhadap bahan organik dan pencemaran. Perairan yang dangkal adalah habitat dari famili ini (Oscosz *et al.*, 2011).

d. Spesimen 4



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

Spesimen selanjutnya adalah spesimen 4 yang memiliki beberapa ciri-ciri yaitu warna tubuh cokelat dengan bentuk tubuh yang pipih dan lebar. Spesimen ini memiliki panjang 20 mm dengan lebar kurang lebih 8 mm. Selain itu, spesimen ini juga memiliki ukuran mata yang besar. Pada bagian dorsal terdapat bantalan sayap serta terdapat insang pada bagian sisi abdomen. Namun beberapa insang pada spesimen ini terlepas sehingga hanya menyisakan beberapa insang saja. Spesimen ini memiliki tiga sersi, namun satu sersi terlihat lebih pendek dari dua sersi lainnya karena sersi tersebut terputus. Menurut Rufuzova *et al.* (2017) Genus *Heptagenia* memiliki ukuran kepala yang lebar. Tubuh dari genus ini memiliki warna berkisar dari kuning, coklat tua, atau hitam. Bentuk tubuhnya pipih dan lebar serta memiliki warna mata hitam dengan ukuran yang besar. Terdapat insang pada bagian abdomen serta memiliki tiga sersi. Kaki spesimen ini berjumlah tiga pasang dan pada bagian paha memiliki bentuk yang pipih dan lebar.

Klasifikasi spesimen 4 berdasarkan ITIS (2022) yaitu :

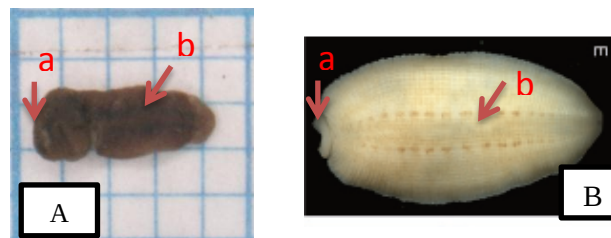
Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta
 Ordo : Ephemeroptera
 Famili : Heptageniidae
 Genus : *Heptagenia*

Famili Heptageniidae memiliki ciri yaitu tubuh rata serta memiliki dua sampai tiga filamen ekor. Habitat dari famili ini yaitu pada aliran sungai jernih yang terletak di pegunungan hingga dataran rendah, begitupula dengan larva dari genus *Heptagenia* juga mendiami aliran sungai yang terletak di pegunungan hingga dataran rendah (Rufusova *et al.*, 2017). Heptageniidae dapat ditemukan pada substrat berbatu di sungai pegunungan dan hulu sungai serta merupakan jenis lalat *rheophilic*. Ciri dari famili ini yaitu bentuk kepala yang sub-elips atau trapesium serta letak mata yang berada di bagian dorsal dan memiliki tubuh yang pipih dan lebar. Famili ini memiliki kaki yang kokoh. Makanan dari Famili Heptageniidae yaitu berupa mikroorganisme yang terletak di atas batu dan juga berupa ganggang. Karakter dari famili ini yang membutuhkan oksigen tinggi serta dapat tahan pada kondisi suhu yang rendah sehingga dapat digunakan sebagai indikator kualitas air yang baik (Oscosz *et al.*, 2011).

e. Spesimen 5



Gambar 4.5. Genus *Glossiphonia* (A) Foto pengamatan (B) Foto literatur (Oscosz *et al.*, 2011). a. mulut, b. garis paramedian

Spesimen selanjutnya yaitu spesimen 5. Spesimen 5 juga memiliki beberapa ciri-ciri yaitu terdapat dua garis paramedian gelap pada punggung. Spesimen ini memiliki mulut di bagian anterior. Spesimen ini memiliki panjang 4 mm dengan lebar kurang lebih 2 mm. Bentuk tubuhnya lebar dan pipih. Menurut Oscoz *et al.* (2011) Genus *Glossiphonia* memiliki bentuk tubuh yang lebar dan pipih serta terdapat mulut di bagian anterior. Tubuh dari genus ini transparan dan terdapat garis pada bagian punggung dengan warna yang gelap.

Klasifikasi spesimen 5 berdasarkan ITIS (2022) yaitu :

Kingdom : Animalia

Filum : Annelida

Kelas : Clitellata

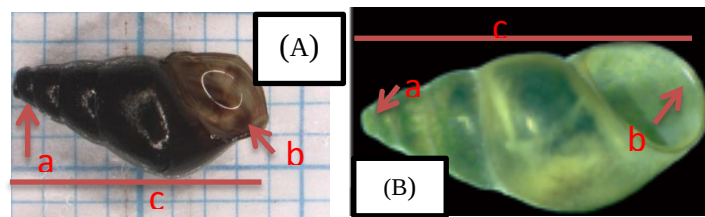
Ordo : Hirudinea

Famili : Glossiphoniidae

Genus : *Glossiphonia*

Kelompok lintah bertubuh lebar dan pipih. Serta memiliki pola di bagian punggung adalah Famili Glossiphoniidae. Distribusinya tersebar di seluruh dunia serta memiliki habitat di perairan tawar. Seluruh lintah adalah hermaprodit, berproduksi secara seksual. Perkawinan dilakukan secara inseminasi eksternal. Telur yang dihasilkan dierami hingga menetas. Sebagian besar spesies dari famili ini dapat ditemukan hampir di seluruh bagian sungai serta memiliki kemampuan mentoleransi berbagai kondisi fisik dan kondisi kimia. Sebagian besar anggota famili ini adalah pemangsa dengan memangsa invertebrata yang lebih kecil. Distribusi famili ini dipengaruhi oleh ketersediaan makanan (Oscoz *et al.*, 2011).

f. Spesimen 6



Gambar 4.6. Genus *Potamopyrgus* (A) Foto pengamatan
(B) Foto Literatur (Collado, 2014). a.
apex, b. operkulum, c. cangkang

Spesimen 6 merupakan spesimen yang didapatkan dari seluruh stasiun penelitian. Ciri yang dimiliki spesimen ini yaitu cangkang dengan bentuk bulat telur hingga kerucut. Spesimen ini memiliki panjang 8 mm dengan lebar 4 mm. Warna cangkang cokelat kehitaman. Memiliki operkulum dengan warna cokelat kekuningan di bagian dalam dan cokelat kehitaman di bagian luar. Spesimen ini memiliki struktur yang halus. Menurut Collado (2014) bahwa Genus *Potamopyrgus* adalah siput kecil dengan berbagai ukuran dan berbentuk bulat telur hingga berbentuk kerucut. Siput ini memiliki ukuran yang bervariasi. Struktur cangkang halus serta memiliki operkulum berwarna cokelat. Operkulum pada Genus *Potamopyrgus* tidak memiliki garis konsentris (Rufusova *et al.*, 2017).

Klasifikasi spesimen 6 berdasarkan ITIS (2022) yaitu :

Kingdom : Animalia

Filum : Mollusca

Kelas : Gastropoda

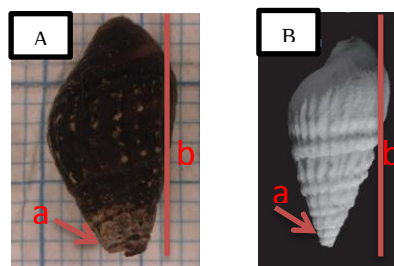
Ordo : Littorinimorpha

Famili : Hydrobiidae

Genus : *Potamopyrgus*

Ukuran tubuh yang kecil menjadi ciri yang dimiliki oleh Hydrobiidae. karakteristik cangkang dapat digunakan untuk mengamati konvergensi morfologi cangkang serta variabilitas ekstrim terhadap lingkungan yang menjadi habitat famili ini. Sungai dan sumber mata air yang menjadi habitat dari famili ini, menjadikan famili ini masuk ke dalam kelompok *crenophiles*. Beberapa juga secara khusus menempati lingkungan yang hipogeal (suhu tidak berfluktuasi) dan bukan sungai. Beberapa spesies memiliki reproduksi partenogenetik ovovivipar dan beberapa spesies memiliki jenis kelamin yang terpisah (Oszos *et al.*, 2011). Genus *Potamopyrgus* juga memiliki peran dalam menentukan kondisi perairan payau (Butkus *et al.*, 2020).

g. Spesimen 7



Gambar 4.7. Genus *Melanopsis* (A) Foto pengamatan (B) Foto literatur (Neubauer, 2013). a. apex, b. cangkang

Spesimen selanjutnya yang didapatkan yaitu spesimen 7. Ciri dari spesimen 7 yaitu memiliki cangkang yang berbentuk bulat telur. Terdapat motif bercak pada bagian cangkang. Panjangnya 12 mm dan lebarnya 5 mm. Terdapat struktur melingkar pada cangkang dari spesimen ini. Menurut Neubauer *et al.* (2013) Genus *Melanopsis* memiliki cangkang yang terdiri dari tujuh sampai 9 lingkaran dengan bentuk cangkang bulat telur. Model garis yang berbeda menutupi cangkang dari genus ini.

Klasifikasi spesimen 7 berdasarkan GBIF (2022) yaitu :

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Gastropoda

Ordo : Mesogastropoda

Famili : Melanopsidae

Genus : *Melanopsis*

Cangkang padat yang bervariasi dengan ukuran cangkang yang terakhir relatif besar dimiliki oleh anggota Famili Melanopsidae. Selain itu, anggota famili ini juga memiliki emergensi basal pada cangkangnya. Operkulum memendek ke dalam. Memiliki cangkang yang halus dan sangat polimorfik. Anggota famili ini dapat ditemukan baik di perairan lotik maupun lentik, namun habitat yang disukai oleh anggota famili ini yaitu perairan yang dangkal. Anggota famili ini sangat sensitif pada suhu rendah. Alga merupakan makanan dari famili ini (Oscos *et al.*, 2011).

h. Spesimen 8



Gambar 4.8. Genus *Calopteryx* (A) Foto pengamatan (B) Foto literatur (Rufusova *et al.*, 2017). a. antena, b. mata, c. bantalan sayap, d. lamella, e. kaki

Spesimen selanjutnya yaitu spesimen 8. Spesimen ini memiliki beberapa ciri yaitu tubuh berwarna coklat pucat. Panjang tubuh spesimen ini 18 mm dengan lebar kurang lebih 5 mm. Spesimen ini juga memiliki antenna serta

memiliki bantalan sayap. Terdapat tiga pasang kaki dan tiga lamella pada bagian posterior. Menurut Rufusova *et al.* (2017) Genus *Calopteryx* memiliki warna tubuh berseling coklat tua dan pucat. Memiliki antena dengan ukuran antena yang panjang serta memiliki ukuran tubuh yang panjang. Terdapat tiga insang dengan ukuran yang besar dan terletak di ujung posterior. Memiliki ukuran kaki yang kecil dan panjang yang berjumlah tiga pasang.

Klasifikasi spesimen 8 berdasarkan ITIS (2022) yaitu :

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

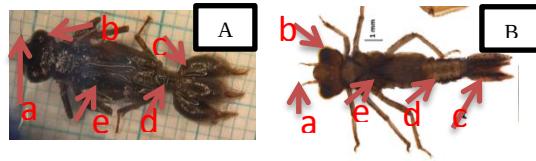
Ordo : Odonata

Famili : Calopterygidae

Genus : *Calopteryx*

Famili Calopterygidae memiliki bantalan sayap dan tiga pelengkap seperti ekor datar berdaun serta memiliki labium yang berbentuk seperti sendok dan dapat dipanjangkan. Famili ini memiliki segmen antena pertama yang lebih panjang dari kepala (Rufusova *et al.*, 2017). Warna biru metalik, hijau atau tembaga adalah warna yang dimiliki famili ini saat telah dewasa. Sebagian warna sayapnya gelap. Anggota famili ini dapat ditemukan dari sumber hingga ke muara sungai (Oscor *et al.*, 2011).

i. Spesimen 9



Gambar 4.9. Genus *Calicnemia* (A) Foto pengamatan (B) Foto literatur (Dawn, 2019). a. antena, b. mata, c. lamella, d. abdomen, e. bantalan sayap

Spesimen berikutnya yang didapatkan yaitu spesimen 9. Spesimen 9 memiliki beberapa ciri yaitu warna tubuh pucat kecoklatan. Spesimen ini memiliki mata yang bulat dan besar serta memiliki antena. Ukuran tubuhnya yaitu memiliki panjang 18 mm dan lebar kurang lebih 5 mm. Spesimen ini juga memiliki tiga lamella dan bantalan sayap dengan warna yang lebih gelap. Menurut Dawn (2019) Genus *Calicnemia* memiliki lamella ekor, bantalan sayap dan kepala dengan warna yang lebih gelap. Bagian anterior memiliki ukuran yang lebih lebar kemudian secara bertahap menyempit ke arah ujung perut. Warna mata yaitu coklat pucat dengan bentuk yang bulat. Ukuran kepala lebar.

Klasifikasi spesimen 9 berdasarkan GBIF (2022) yaitu :

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Odonata

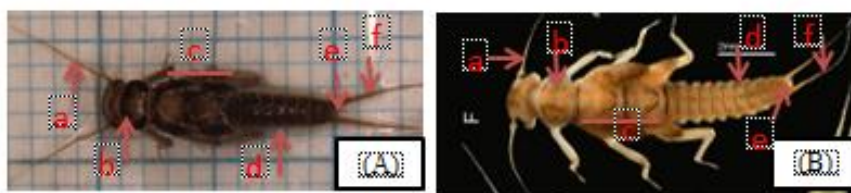
Famili : Platycnemididae

Genus : *Calicnemia*

Famili Platycnemididae dewasa adalah damselflies kecil. Tibia Platycnemididae jantan yang tipis serta seperti daun pipih yang melebar menjadi pembeda dengan Platycnemididae betina. Palpi labial Platycnemididae hanya

memiliki 2–4 setae panjang dan beruang. Setae pendek di tepi luar. Famili Platycnemididae merupakan famili yang memiliki habitat di perairan yang mengalir. Di Spanyol Famili ini hidup di beberapa tipe perairan yang berbeda, bahkan dapat hidup di kondisi perairan yang memiliki kualitas air kurang baik (Oscos *et al.*, 2011).

j. Spesimen 10



Gambar 4.10. Genus *Perlodes* (A) Foto pengamatan (B) Foto Literatur (Oscos *et al.*, 2011). a. antena, b. cakram pronotal, c. bantalan sayap, d. abdomen, e. anal, f. sersi

Spesimen 10 yang didapatkan ditemukan di seluruh stasiun. Spesimen 10 memiliki beberapa ciri yaitu warna tubuh coklat kekuningan. Terdapat dua antenna di bagian anterior. Ukuran tubuhnya yaitu memiliki panjang 17 mm dengan lebar 4 mm. Memiliki cakram pronotal dan dua bantalan sayap. Spesimen ini memiliki dua sersi pada bagian anal. Menurut Oscos *et al.* (2011) Genus *Perlodes* memiliki warna tubuh coklat kekuningan dengan bentuk abdomen yang silindris. Genus ini memiliki bantalan sayap serta memiliki dua antena di bagian anterior. Selain itu, terdapat dua sersi yang terletak di bagian anal.

Klasifikasi spesimen 10 berdasarkan ITIS (2022) yaitu :

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

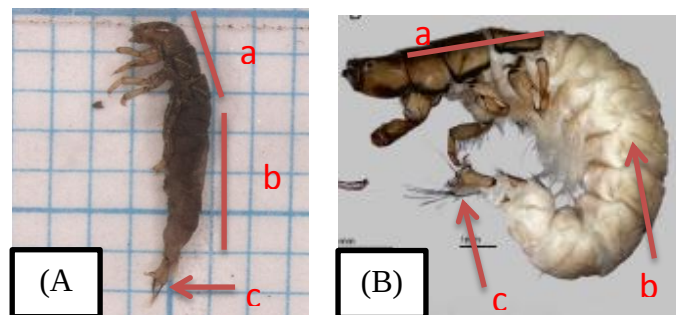
Ordo : Plecoptera

Famili : Perlodidae

Genus : *Perlodes*

Lalat batu dari famili Perlodidae memiliki habitat di pegunungan atau sungai temporal serta bagian pangkal kaki tidak memiliki insang bercabang. Pada bagian segmen toraks atau leher dapat dijumpai bantalan sayap bercabang atau tunggal. Selain memiliki pola warna yang jelas, panjang tubuhnya yaitu 10-20 mm (Rufusova *et al.*, 2017). Sebagian besar anggota dari famili ini berperan sebagai predator. Waktu berkembang dari famili ini yaitu selama satu tahun, namun beberapa spesies membutuhkan waktu yang lebih lama untuk berkembang. Mata air serta perairan yang relatif tenang merupakan habitat dari famili ini. Perkembangan embrio yang panjang merupakan perkembangan yang digunakan untuk adaptasi dalam habitatnya oleh famili ini (Oscosz *et al.*, 2011).

k. Spesimen 11



Gambar 4.11. Genus *Hydropsyche* (A) Foto pengamatan (B) Foto Literatur (Oscosz *et al.*, 2011). a. Toraks, b. abdomen, c. setae

Spesimen 11 yang didapatkan memiliki beberapa ciri yaitu memiliki warna tubuh cokelat kehitaman. Panjang dari spesimen ini yaitu 7 mm dengan lebar 3 mm. Bentuk abdomennya silindris serta memiliki tiga segmen di bagian toraks. Pada bagian anal dari spesimen ini terdapat dua setae. Menurut Oscosz *et al.* (2011) Genus *Hydropsyche* memiliki tubuh yang ditutupi dengan spikula yang

berwarna gelap. Bentuk dari abdomennya yaitu silindris. Terdapat tiga segmen yang tersklerotisasi di bagian toraks. Sedangkan pada bagian anal terdapat setae yang kaku.

Klasifikasi spesimen 11 berdasarkan ITIS (2022) yaitu :

Kingdom: Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Trichoptera

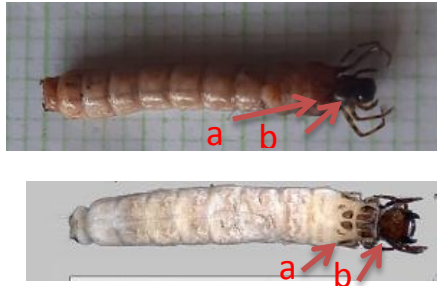
Famili : Hydropsychidae

Genus : *Hydropsyche*

Genus *Hydropsyche* merupakan genus terbesar dari Sub-famili Hydropsychinae serta dari Famili Hydropsychidae (Garima, 2021). Kelompok *caddisflies* tanpa selubung yang menangkap makanan mereka dalam jaring adalah Famili Hydropsychidae. Perairan yang mengalir serta mungkin tercemar secara organik merupakan habitat dari famili ini di mana kondisi tersebut memberi mereka makanan dalam jumlah tinggi (Rufusova *et al.*, 2017).

Kaki dan cakar Hydropsychidae di segmen terakhir digunakan oleh famili ini untuk bergerak merangkak. Saat perutnya dijentikkan famili ini dapat mengambang dalam posisi ventrikanal. Warnanya yaitu berwarna hijau, coklat dan pucat. Selain tinggal di bawah batu, lokasi dengan butiran pasir di sungai yang deras juga menjadi tempat perlindungan dari famili ini (Gerber dan Gabriel, 2002). Genus *Hydropsyche* juga berperan sebagai indikator pencemaran di habitat lotik dikarenakan memiliki kisaran toleransi yang luas (Rosenberg & Resh, 1993) dalam (Garima, 2021).

1. Spesimen 12



Gambar 4.12. Genus *Goera* (A) Foto pengamatan (B) Foto literatur (Oscor *et al.*, 2011). a. bagian tersklerotisasi, b. pronotum

Spesimen 12 memiliki beberapa ciri yaitu warna tubuh putih kecokelatan dan pucat. Panjang tubuhnya 16 mm dengan lebar 3 mm. Spesimen ini memiliki pronotum serta terdapat prosesus yang lancip Terdapat bagian yang tersklerotisasi di bagian anterior. Menurut Oscor *et al.* (2011) Genus *Goera* memiliki ciri berupa pembukaan anterior yang menggabungkan pronotum dan daerah kepala. Warna spesimen kecokelatan. Genus ini dilengkapi dengan sepasang prosesus lancip dengan ukuran yang pendek di anterolateral.

Klasifikasi spesimen 12 berdasarkan ITIS (2022) yaitu :

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Trichoptera

Famili : Goeridae

Genus : *Goera*

Famili Goeridae memiliki ekstensi khas *mesotharacic pleura* yang menonjol. Selain itu, pada sudut anterior-lateral dari pronotum juga menonjol ke depan. Memiliki ukuran kaki yang kurang lebih sama. Terdapat punuk dorsal dan

lateral pada bagian segmen perut pertama. Famili ini dapat ditemui di perairan sungai dari daerah hulu hingga bagian tengah sungai. Anggota famili ini memakan rumput. Famili ini dapat ditemukan di substrat batuan di sungai dengan kecepatan arus sedang hingga tinggi (Oscos *et al.*, 2011).

Total spesimen yang didapatkan yaitu sebanyak 286 ekor spesimen. Jumlah genus yang didapatkan yaitu 12 genus. Terdapat 85 ekor spesimen dengan 11 genus pada stasiun 1. Kemudian, terdapat 77 ekor spesimen dengan 6 genus di stasiun 2. Didapatkan 70 ekor spesimen dengan 7 genus di stasiun 3. Pada stasiun IV didapatkan 55 ekor spesimen dengan 3 genus. Jumlah spesimen makrozoobentos yang didapatkan dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut :

Tabel 4.1. Jumlah genus makrozoobentos

No	Ordo	Famili	Genus	I	II	III	IV	Jumlah
1	Decapoda	Potamonautidae	<i>Potamonautes</i>	1	0	1	0	2
2	Diptera	Simuliidae	<i>Prosimulium</i>	21	24	5	0	50
3	Ephemeroptera	Oligoneuriidae	<i>Oligoneuriopsis</i>	0	2	4	0	6
4	Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Heptagenia</i>	1	0	0	0	1
5	Hirudinida	Glossiphoniidae	<i>Glossiphonia</i>	5	2	5	0	12
6	Littorinimorpha	Hydrobiidae	<i>Potamopyrgus</i>	34	17	43	42	136
7	Mesogastropoda	Melanopsidae	<i>Melanopsis</i>	1	0	0	0	1
8	Odonata	Calopterygidae	<i>Calopteryx</i>	1	0	0	0	1
9	Odonata	Platycnemididae	<i>Calicnemia</i>	5	0	0	0	5
10	Plecoptera	Perlodidae	<i>Perlodes</i>	7	9	1	3	20
11	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	8	23	10	10	51
12	Trichoptera	Goeridae	<i>Goera</i>	1	0	0	0	1
		Jumlah		85	77	70	55	286

Genus dengan jumlah paling banyak yang ditemukan yaitu genus *Potamopyrgus*. Jumlah spesimen dari empat stasiun yang didapatkan yaitu sejumlah 136 ekor. Genus ini ditemukan pada seluruh stasiun pengamatan. Menurut Fajri (2013) sifat gastropoda yang sebagian besar adalah epifauna di

mana memiliki pergerakan lamban menjadi salah satu faktor yang menjadikan persentase gastropoda untuk ditemukan dan didapatkan lebih tinggi. Selain itu, sebagian besar Famili Hydrobiidae merupakan *crenophiles* dan dapat dijumpai pada sumber atau mata air di sungai (Oscos *et al.*, 2011). Ketersediaan makanan dari gastropoda pada habitatnya merupakan salah satu faktor dapat ditemukannya makrozoobentos dari golongan gastropoda. Menurut Rufusova *et al.* (2017) makanan dari gastropoda yaitu ganggang dan bahan organik sisa pembusukan tanaman serta kondisi sungai yang mengalir menjadikan ketersediaan oksigen tercukupi bahkan dapat tinggi sehingga mendukung kehidupan dari gastropoda.

Genus berikutnya dengan jumlah tertinggi kedua yaitu *Hydropsyche*. Jumlah spesimen yang didapatkan yaitu sebanyak 51 ekor. Genus ini juga ditemukan di seluruh stasiun pengamatan. Famili Hydropsychidae memiliki sifat toleran yang tinggi terhadap pencemaran (Gerber & Gabriel, 2002). Hal ini menjadi salah satu faktor bahwa Genus *Hydropsyche* yang merupakan anggota Famili Hydropsychidae dapat dijumpai pada seluruh stasiun. Selain itu, menurut Ficsor & Csabai (2021) larva dari famili ini dapat dijumpai mulai bagian hulu sungai hingga muara sungai. Kondisi perairan dengan kandungan organik tinggi juga merupakan salah satu faktor yang menjadikan genus ini dapat dijumpai pada seluruh stasiun pengamatan. Hal ini dikarenakan pada perairan yang mengalir dan diduga mengandung bahan organik yang tinggi anggota Famili Hydropsychidae berperan sebagai *filter feeder* sehingga anggota Famili Hydropsychidae memiliki jumlah makanan yang cukup tinggi (Rufusova *et al.*, 2017).

Genus dengan jumlah tertinggi ketiga yaitu Genus *Prosimulium*. Jumlah yang didapatkan yaitu 50 ekor spesies. Spesimen dari Genus *Prosimulium*

ditemukan hampir di seluruh stasiun kecuali di stasiun ke-4. Menurut Rufusova *et al.* (2017) Famili Simuliidae memiliki habitat di perairan yang mengalir dan dapat ditemui di seluruh bagian perairan. Peran famili ini sebagai kolektor dalam menyaring partikel halus dari air serta sangat sensitif terhadap pencemaran bahan organik. Hal ini merupakan salah satu faktor yang dapat menyebabkan tidak ditemukannya Genus *Prosimulium* di stasiun ke-4, mengingat stasiun ini sangat dekat dengan pemukiman dan memungkinkan limbah sisa aktivitas masyarakat masuk ke dalam perairan. Ketersediaan makanan sangat memengaruhi kehadiran dari anggota famili ini (Oscos *et al.*, 2011).

4.2 Indeks keanekaragaman dan indeks dominansi makrozoobentos

Hasil penelitian berupa spesimen makrozoobentos yang telah diidentifikasi kemudian dilakukan olah data dengan menggunakan indeks keanekaragaman Shannon Wiener (H') dan indeks dominansi Simpson (D). Hasil yang didapatkan ditampilkan pada tabel 4.2 berikut :

Tabel 4.2. Nilai indeks keanekaragaman dan indeks dominansi makrozoobentos

Indeks	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III	Stasiun IV	Nilai Kumulatif
Keanekaragaman (H')	1,734	1,498	1,242	0,674	1,287
Dominansi (D)	0,244	0,250	0,423	0,619	0,384

Penelitian ini menggunakan Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H') untuk mengetahui tingkat keanekaragaman, sedangkan Indeks Dominansi yang digunakan yaitu Indeks Dominansi Simpson (D) untuk mengetahui tingkat dominansi. Menurut Krebs (1999) kategori nilai Indeks Shannon Wiener $H' < 1$ menunjukkan keanekaragaman rendah, $1 < H' < 3$ menunjukkan keanekaragaman

sedang, dan $H' > 3$ menunjukkan keanekaragaman tinggi. Sedangkan menurut Odum (1993) kategori indeks dominansi yaitu D mendekati 0 ($D < 0,5$) menunjukkan tidak ada jenis yang mendominasi dan menunjukkan ada jenis yang mendominasi saat D mendekati 1 ($D > 0,5$).

Semakin tinggi tingkat keanekaragaman, maka semakin rendah tingkat dominansi yang menunjukkan bahwa nilai keanekaragaman berbanding terbalik dengan nilai dominansi. Begitupula sebaliknya, semakin tinggi tingkat dominansi maka semakin rendah tingkat keanekaragaman. Berkurangnya nilai keanekaragaman, menyebabkan nilai dominansi meningkat (Thukral *et al.*, 2019). Dominansi dari suatu organisme dapat menunjukkan daya adaptasi makrozoobentos dan kemampuan bertahan hidup yang tidak sama di suatu tempat (Desinawati, 2018). Nilai Indeks Keanekaragaman kumulatif di Hulu Sungai Sampean yaitu 1,287 artinya $1 < H' < 3$ yang menunjukkan bahwa tingkat keanekaragaman makrozoobentos secara kumulatif sedang. Indeks dominansi secara kumulatif di Hulu Sungai Sampean yaitu 0,384 yang menunjukkan bahwa secara kumulatif tidak ada dominansi yang terjadi dengan nilai D mendekati 0 ($D < 0,5$).

Keanekaragaman makrozoobentos di Stasiun I sedang yang ditunjukkan dengan nilai 1,734 artinya $1 < H' < 3$. Sedangkan nilai dominansinya menunjukkan tidak adanya dominansi di Stasiun I dengan nilai 0,244 artinya D mendekati 0 ($D < 0,5$). Nilai keanekaragaman di stasiun I juga merupakan nilai keanekaragaman tertinggi dari empat stasiun yang diamati. Kondisi stasiun I yaitu jauh dari pemukiman, dekat dengan perkebunan, sisi kanan dan kiri merupakan tebing serta merupakan stasiun yang rindang dengan hawa yang sejuk. Kondisi

yang jauh dari pemukiman menjadikan minimnya aktivitas manusia yang dilakukan di stasiun I sehingga pada stasiun ini bersih dari adanya pencemaran. Lingkungan perairan yang terletak di dataran tinggi dapat membatasi aktivitas manusia yang dilakukan mengingat suhu di dataran tinggi juga rendah (He *et al.*, 2020). Kondisi vegetasi yang lebih rapat juga memengaruhi tingginya tingkat keanekaragaman. Selain itu, menurut Abidin dkk. (2018) tingginya tingkat keanekaragaman juga dapat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara yang tinggi. Tingkat keanekaragaman tinggi juga dipengaruhi oleh persebaran komposisi individu yang merata (Arfiati dkk. 2019).

Nilai Indeks Keanekaragaman di Stasiun II adalah sedang yang ditunjukkan dengan nilai 1,498 artinya $1 < H' < 3$. Sedangkan nilai dominansinya menunjukkan tidak ada dominansi di stasiun II yang ditunjukkan dengan nilai 0,250 artinya D mendekati 0 ($D < 0,5$). Sebagaimana stasiun I, tingkat keanekaragaman stasiun II yaitu sedang namun terdapat perbedaan pada nilai keanekaragaman. Nilai keanekaragaman stasiun II lebih rendah daripada stasiun I. Hal tersebut dapat disebabkan karena antara stasiun I dan stasiun II memiliki kondisi lingkungan yang berbeda. Kondisi stasiun II yaitu jauh dari pemukiman, serta terdapat persawahan pada salah satu sisi sungai. Adanya persawahan menunjukkan bahwa terdapat aktivitas yang dilakukan di sekitar stasiun II. Hal ini memungkinkan terdapat limbah sisa aktivitas yang kemudian mengalir ke stasiun II dan mencemari perairan sehingga memengaruhi tingkat keanekaragaman makrozoobentos di stasiun II. Aktivitas perkebunan seperti pemupukan akan menghasilkan limbah yang kemudian tergerus air dan masuk ke sungai sehingga

menyebabkan pencemaran di sungai sehingga memengaruhi keanekaragaman organisme yang berada di sungai (Suharjono, 2021).

Nilai Indeks Keanekaragaman di Stasiun III yaitu 1,242 artinya $H' < 1$ yang menunjukkan bahwa tingkat keanekaragaman makrozoobentos pada stasiun III sedang. Sedangkan nilai dominansinya menunjukkan tidak ada dominansi di stasiun III yang ditunjukkan dengan nilai 0,423 artinya D mendekati 0 ($D < 0,5$). Sebagaimana stasiun I dan II tingkat keanekaragaman stasiun III yaitu sedang namun terdapat perbedaan pada nilai keanekaragaman. Dibandingkan dengan stasiun I dan II, stasiun III memiliki nilai keanekaragaman yang lebih rendah. Kondisi ini dapat disebabkan oleh beberapa hal. Pertama, dari kondisi stasiun III yang dekat dengan pemukiman. Hal ini memungkinkan limbah domestik rumah tangga mengalir ke sungai secara terus menerus dan menyebabkan pencemaran di sungai. Meningkatnya perubahan tekstur sedimen yang disebabkan oleh masuknya zat toksik ke perairan serta adanya perubahan konsentrasi bahan organik akan memengaruhi kualitas perairan dan organisme akuatik termasuk makrozoobentos (Purba, 2021).

Nilai Indeks Keanekaragaman di Stasiun IV yaitu 0,674 artinya $H' < 1$ yang menunjukkan bahwa tingkat keanekaragaman makrozoobentos pada stasiun IV rendah. Sedangkan nilai dominansinya menunjukkan terdapat jenis yang mendominasi di stasiun IV yang ditunjukkan dengan nilai 0,619 artinya D mendekati 1 ($D > 0,5$). Tingkat keanekaragaman di stasiun IV lebih rendah daripada stasiun III. Rendahnya tingkat keanekaragaman makrozoobentos dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan (Desmawati dkk. 2020). Aktivitas masyarakat di sekitar stasiun IV juga tinggi mengingat pemukiman penduduk

yang juga padat di sekitar stasiun IV. Arus yang lambat juga mempengaruhi keberadaan dari makrozoobentos. Menurut Simanjuntak dkk. (2018) apabila partikel yang mengendap memiliki ukuran yang lebih kecil menandakan arus air lambat sedangkan saat partikel yang mengendap berukuran besar menandakan arus air kuat. Kumpulan partikel kecil akan membentuk substrat yang tidak keras seperti lumpur, sedangkan substrat besar terdiri atas batuan. Jumlah kandungan oksigen pada substrat lumpur lebih sedikit dibandingkan dengan kandungan oksigen pada substrat seperti bebatuan dengan arus yang deras.

Dominansi yang terjadi di stasiun IV yaitu dari Genus *Potamopyrgus*. Menurut Simanjuntak dkk. (2018) sumber nutrisi bagi biota perairan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kepadatan biota perairan khususnya makrozoobentos adalah bahan organik yang terlarut. Limbah yang berasal dari rumah tangga maupun aktivitas manusia yang lain adalah salah satu penyebab meningkatnya bahan organik di perairan. Selain itu, salah satu ciri dari Filum Mollusca yang salah satu anggotanya yaitu Genus *Potamopyrgus* adalah tingkat toleransi yang kuat terhadap suatu perairan dan dapat menunjukkan hubungan antara kandungan bahan pencemar di dalam air dan di dalam tubuhnya (Wulansari & Kuntjoro, 2018).

4.3 Nilai parameter fisika-kimia sungai

Nilai parameter fisika-kimia air sungai dari setiap stasiun didapatkan setelah diukur baik secara langsung maupun melalui pengujian di laboratorium. Hasil pengukuran disajikan pada tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3. Nilai parameter fisika-kimia sungai

No	Parameter	Rata-rata				Baku Mutu			
		Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III	Stasiun IV	Kelas I	Kelas II	Kelas III	Kelas IV
1	Suhu (°C)	23,9	24,4	28,1	25,3	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 3
2	pH	7,3	8,1	7,7	8,0	6-9	6-9	6-9	6-9
3	TSS (mg/L)	10,4	29,6	29,6	41,7	40	50	100	400
4	TDS (mg/L)	0,62	0,68	0,88	0,71	1000	1000	1000	2000
5	DO (mg O ₂ /L)	7,12	5,78	5,99	6,37	6	4	3	1
6	BOD (mg / L)	7,49	7,92	7,91	8,23	2	3	6	12
7	COD (mg/L)	22,49	24,68	21,77	27,91	10	25	40	80
8	Kecepatan Arus (m/s)	0,6	0,4	0,3	0,5				

Hasil dari pengamatan suhu di Hulu Sungai Sampean yaitu berkisar antara 23,9 °C – 28,1 °C. Suhu tertinggi yaitu pada stasiun III sedangkan suhu terendah yaitu pada stasiun I. Nilai suhu air sungai masuk ke dalam Deviasi 3 berdasarkan baku mutu air sungai dalam PP Nomor 22 Tahun 2021. Rendahnya nilai suhu pada stasiun IV dibandingkan dengan suhu pada stasiun III diduga karena saat pengambilan sampel di stasiun IV kondisi cuaca mendung serta gerimis dan turun hujan sehingga intensitas cahaya matahari berkurang. Intensitas cahaya matahari, kedalaman dan tutupan kanopi di sekitar sungai juga memengaruhi tinggi rendahnya suhu (Maulianawati dkk. 2018). Sedangkan suhu pada stasiun I dan II lebih rendah daripada suhu pada stasiun IV karena terletak pada lokasi yang lebih tinggi daripada lokasi dari stasiun IV. Menurut Istiawan & Kastono (2019) semakin tinggi tempat akan menyebabkan semakin rendahnya suhu.

Nilai pH di Hulu Sungai Sampean yaitu 7,3 – 8,1 mg/L. Nilai pH tertinggi yaitu pada stasiun II dengan pH 8,1 sedangkan nilai pH terendah yaitu pada stasiun I dengan pH 7,3. Nilai pH yang didapatkan memenuhi baku mutu air

sungai berdasarkan baku mutu air sungai dalam PP Nomor 22 Tahun 2021 yang berkisar antara 6-9 mg/L. Nilai pH yang berubah dalam perairan akan memberikan dampak tersendiri bagi organisme di dalamnya termasuk makrozoobentos. Beberapa organisme akuatik memiliki sensitifitas terhadap perubahan pH di mana kisaran pH yang optimal berkisar antara 7 – 8,5 (Sulaeman dkk. 2020). Salah satu faktor yang memengaruhi nilai pH adalah buangan limbah ke dalam perairan (Ramadhawati dkk. 2021).

Hasil pengukuran TSS di Hulu Sungai Sampean berkisar antara 10,4 mg/L – 41, 7 mg/L. Nilai TSS tertinggi yaitu pada stasiun IV dengan nilai 41,7 sedangkan nilai TSS terendah yaitu pada stasiun 1 dengan nilai 10,4. Berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 nilai TSS dari Stasiun I hingga Stasiun III masih memenuhi baku mutu air kelas I dengan nilai ambang batas maksimal 40 mg/L. Kemudian, untuk nilai TSS pada stasiun IV masuk ke dalam golongan kelas II dengan ambang batas maksimal baku mutu air sungai 50 mg/L. Padatnya aktivitas masyarakat yang dilakukan di sekitar stasiun IV menjadi salah satu penyebab tingginya nilai TSS di stasiun IV. Aktivitas masyarakat yang tinggi di sekitar sungai memungkinkan adanya pembuangan limbah organik sehingga memengaruhi nilai dari TSS (Sakinah dkk. 2021). Menurut Luvitasari (2021) limbah domestik dan industri serta erosi tanah yang terjadi saat hujan juga memengaruhi konsentrasi TSS. Sedangkan menurut Lusiyana dkk. (2020) salah satu jenis limbah yang juga memengaruhi konsentrasi TSS adalah limbah pertanian.

Hasil pengukuran TDS di Hulu Sungai Sampean berkisar antara 0,62 mg/L – 0,88 mg/L. Nilai TDS tertinggi dengan nilai 0,88 mg/L yaitu pada stasiun III sedangkan nilai TDS terendah dengan nilai 0,62 mg/L yaitu pada stasiun I.

Besarnya nilai TDS yang merupakan partikel terlarut dalam air dapat memengaruhi kekeruhan dan berdampak pada ekosistem di perairan. Berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 nilai TDS pada seluruh stasiun masih di bawah ambang batas baku mutu air. Tingginya nilai TDS pada stasiun III dapat disebabkan karena pada saat pengambilan sampel juga bersamaan dengan adanya kegiatan pada area persawahan yang kemudian mengalirkan limbahnya pada sungai. Hal ini sesuai dengan pernyataan Febrita & Roosmini (2022) bahwa kekeruhan dan kecerahan di ekosistem perairan dipengaruhi oleh besarnya nilai TDS. Nilai TDS dipengaruhi oleh sisa aktivitas manusia baik limbah domestik maupun dari kegiatan pertanian yang kemudian mengalir menuju sungai dan mengakibatkan terjadinya penurunan jumlah oksigen terlarut di perairan. Penurunan konsentrasi oksigen terlarut dapat terjadi salah satunya karena disebabkan oleh meningkatnya nilai TDS dalam perairan (Jauhari, 2018).

Kisaran nilai DO atau oksigen terlarut yang didapatkan dari Hulu Sungai yaitu antara 5,78 – 7,12 mg O₂/L. Nilai DO terendah dengan nilai 5,78 yaitu pada stasiun II sedangkan nilai DO tertinggi dengan nilai 7,12 mg O₂/L yaitu pada stasiun I. Berdasarkan Baku Mutu Air Sungai dalam PP Nomor 22 Tahun 2021 menunjukkan bahwa nilai DO pada stasiun I dan stasiun IV yaitu sesuai dengan pada kelas I dengan batas minimum nilai DO 6 mg O₂/L. Sedangkan nilai DO stasiun II dan III sesuai dengan baku mutu pada kelas II dengan minimum nilai DO 4 mg O₂/L. Nilai DO secara keseluruhan yang didapatkan dapat menunjang kehidupan organisme di ekosistem sungai. Kehidupan organisme ekosistem perairan yang lebih baik dapat dipastikan dengan nilai DO yang berkisar antara 4-6 mg/L (Gupta *et al.*, 2017). Masukan limbah organik menyebabkan turunnya

nilai DO karena materi organik yang diuraikan oleh bakteri semakin banyak sehingga membutuhkan pasokan oksigen yang lebih banyak pula. Selain itu, kecepatan arus perairan juga memengaruhi nilai oksigen terlarut (Wahyuningsih dkk. 2019).

Nilai BOD yang didapatkan dari Hulu Sungai Sampean yaitu berkisar antara 7,49 – 8,23 mg/L. Nilai BOD paling rendah dengan nilai 7,49 mg/L yaitu pada stasiun I. Sedangkan nilai BOD paling tinggi dengan nilai 8,23 mg/L yaitu pada stasiun IV. Berdasarkan Baku Mutu Air Sungai dalam PP Nomor 22 Tahun 2021 nilai BOD yang didapatkan termasuk ke dalam kelas IV dengan ambang batas maksimal 12 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan air sebagai air minum dalam kelas I telah tercemar berdasarkan nilai BOD karena melewati ambang batas baku mutu yang seharusnya bernilai maksimal 2 mg/L. Penurunan nilai DO dan meningkatnya zat padat tersuspensi diketahui dari nilai BOD yang tinggi yang diakibatkan oleh senyawa organik yang tinggi di perairan (Pamungkas, 2016). Nilai pH, jenis limbah yang masuk ke perairan serta kondisi air secara keseluruhan memengaruhi nilai BOD dalam ekosistem perairan (Nuraini dkk. 2019).

Kisaran nilai COD yang didapatkan dari Hulu Sungai Sampean yaitu antara 22,49 – 27,91 mg/L. Nilai COD terendah dengan nilai COD 22,49 mg/L yaitu pada stasiun I. Nilai COD tertinggi dengan nilai 27,91 mg/L yaitu pada stasiun IV. Nilai COD Stasiun I, II, dan III berdasarkan Baku Mutu Air Sungai dengan ambang batas maksimal 25 mg/L masuk ke dalam kelas II. Sedangkan nilai COD stasiun IV dengan ambang batas maksimal 25 mg/L digolongkan ke dalam kelas III. Berdasarkan hal tersebut, ambang batas baku mutu kelas I dengan nilai

maksimal 10 mg/L menunjukan stasiun I yang salah satunya dimanfaatkan sebagai air minum telah melewati ambang batas. Menurut Djoharam (2018) bahwa secara keseluruhan nilai BOD masih lebih rendah daripada nilai COD. Hasil akhir berupa nilai COD yang lebih besar daripada nilai BOD dalam suatu badan air dipengaruhi pula oleh kemampuan mikroorganisme yang dapat mengoksidasi senyawa organik menjadi CO₂ dan H₂O. Meningkatnya nilai BOD dan COD pada ekosistem sungai menunjukkan bahwa terdapat banyak pencemaran organik yang berasal dari limbah rumah tangga di dalam air sungai (Rahayu dkk. 2018).

Kecepatan arus di Hulu Sungai Sampean yaitu antara 0,6 – 0,3 m/s. Stasiun I dengan nilai 0,6 m/s memiliki kecepatan arus tertinggi, sedangkan stasiun III dengan nilai 0,3 m/s memiliki kecepatan arus yang paling rendah. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kecepatan arus stasiun I dan stasiun IV di Hulu Sungai Sampean dikategorikan sebagai sungai dengan arus deras. Sungai dengan arus cepat memiliki kategori kecepatan arus berkisar antara 0,5 sampai 1 m/s (Ratih dkk. 2015). Stasiun IV memiliki kecepatan arus yang lebih tinggi daripada stasiun II dan III diduga karena kondisi saat pengambilan sampel bersamaan dengan turun hujan sehingga debit air bertambah. Selain itu, sedikitnya bebatuan besar yang berada di stasiun IV juga memengaruhi nilai kecepatan arus di stasiun ini. Hujan dengan intensitas kecil yang turun sebelum pengambilan data dan struktur batuan menyebabkan perbedaan kecepatan yang diakibatkan adanya penambahan jumlah debit air (Jiwaningrat&Dibyosaputro, 2017).

Hasil pengukuran parameter fisika kimia air dan analisis indeks keanekaragaman dan indeks dominansi menunjukkan bahwa kualitas air dapat

berubah. Perubahan yang terjadi salah satunya disebabkan karena aktivitas manusia di sekitar ekosistem perairan. Allah berfirman dalam QS ; Al-A'raf [7] : 56 berikut :

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

Artinya :

“Janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah diatur dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat dengan orang-orang yang berbuat baik.”

Tafsir Al-Misbah dalam Shihab (2002) ayat ini menjelaskan bahwa alam semesta dapat menunjang kehidupan berbagai makhluk hidup yang ada di bumi dan diciptakan oleh Allah SWT dengan kondisi yang sangat baik. Oleh karena itu diperintahkan tidak merusak dan menjaga alam semesta yang telah diciptakan dengan sangat baik. Dalam ayat tersebut Allah SWT juga memerintahkan agar dapat menjaga alam semesta serta menyebutkan bahwa dibandingkan merusak sebelum memperbaiki akan lebih buruk merusak setelah diperbaiki.

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

Hasil dari keanekaragaman makrozoobentos yang didapatkan serta pengukuran pada parameter fisika-kimia air sungai, didapatkan nilai korelasi antara keduanya pada enam stasiun pengamatan. Korelasi antara genus makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia di stasiun I disajikan pada tabel 4.4 berikut :

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

Genus	TSS	TDS	Suhu	Kecepatan Arus	pH	DO	BOD	COD
<i>Potamonautes</i>	0,12	0,24	0,47	-0,39	-0,05	0,06	0,07	-0,28
<i>Prosimulium</i>	-0,28	-0,38	-0,11	0,17	-0,20	-0,08	0,02	-0,13
<i>Oligoneuriopsis</i>	-0,27	0,52	0,53	0,53	0,04	-0,25	-0,12	-0,31
<i>Heptagenia</i>	-0,35	-0,26	-0,33	0,57	-0,55	0,35	-0,49	-0,09
<i>Glossiphonia</i>	-0,41	-0,07	-0,07	0,26	-0,54	0,00	-0,13	-0,33
<i>Potamopyrgus</i>	0,07	0,48	0,44	0,02	-0,34	-0,07	0,25	0,14
<i>Melanopsis</i>	-0,35	-0,26	-0,33	0,57	-0,55	0,35	-0,49	-0,09
<i>Calopteryx</i>	-0,35	-0,26	-0,33	0,57	-0,55	0,35	-0,49	-0,09
<i>Calicnemia</i>	-0,41	-0,13	-0,26	0,18	-0,18	0,46	-0,41	-0,29
<i>Perlodes</i>	-0,20	-0,41	-0,38	0,42	-0,17	0,10	-0,30	0,14
<i>Hydropsyche</i>	-0,20	-0,24	0,19	-0,19	0,23	-0,12	-0,04	0,02
<i>Goera</i>	-0,36	-0,47	-0,11	0,57	-0,62	0,37	-0,09	-0,13

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa TSS memiliki nilai tertinggi dengan Genus *Calicnemia* dan Genus *Glossiphonia* dengan nilai korelasi -0.41. Nilai tersebut menunjukkan bahwa korelasi antara TSS dengan Genus *Calicnemia* yaitu sedang. Korelasi negatif menunjukkan bahwa saat TSS semakin tinggi, maka keanekaragaman dari Genus *Calicnemia* dan Genus *Glossiphonia* akan menurun begitupula sebaliknya. Menurut Oscoz *et al.* (2011) Famili Platycnemididae merupakan famili yang memiliki habitat di perairan yang mengalir. Di Spanyol Famili ini hidup di beberapa tipe perairan yang berbeda, bahkan dapat hidup di kondisi perairan yang memiliki kualitas air kurang baik. Sedangkan Genus *Glossiphonia* merupakan genus yang dapat hidup pada berbagai kondisi fisika dan kimia perairan serta dapat hidup di seluruh badan air (Oscoz *et al.*, 2011).

Parameter TDS dan suhu memiliki nilai korelasi tertinggi dengan Genus *Oligoneuriopsis*. Nilai korelasi yaitu 0,52 untuk nilai TDS dan 0,53 untuk nilai suhu, artinya bahwa korelasi antara TDS dan suhu dengan Genus *Oligoneuriopsis* memiliki korelasi yang sedang. Korelasi positif menunjukkan bahwa saat nilai TDS

dan suhu semakin tinggi, maka keanekaragaman Genus *Oligoneuriopsis* semakin meningkat, begitupula sebaliknya. Menurut Oscoz *et al.* (2011) Famili Oligoneuriidae adalah kelompok yang dapat tahan dengan berbagai masukan bahan organik serta tahan terhadap pencemaran.

Hasil analisis korelasi kecepatan arus memiliki nilai tertinggi dengan Genus *Melanopsis*, *Calopteryx*, *Goera*, dan *Heptagenia* dengan nilai korelasi 0,57. Nilai tersebut menunjukkan bahwa korelasi antara kecepatan arus dengan empat genus tersebut memiliki korelasi yang sedang. Korelasi positif artinya bahwa kecepatan arus yang semakin tinggi menjadikan keanekaragaman dari keempat genus tersebut juga tinggi. Famili Goeridae ini dapat ditemui di perairan sungai dari daerah hulu hingga bagian tengah sungai (Oscoz *et al.*, 2011). Famili ini dapat ditemukan di substrat batuan di sungai dengan kecepatan arus sedang hingga tinggi. Genus *Calopteryx* yang termasuk Famili Calopterygidae ini dapat ditemukan dari sumber hingga ke muara sungai (Oscoz *et al.*, 2011). Genus *Heptagenia* merupakan genus dengan habitat di aliran sungai jernih yang terletak di pegunungan hingga dataran rendah, serta mendiami aliran sungai yang terletak di pegunungan (Rufusova *et al.*, 2017). Sedangkan untuk Genus *Melanopsis* dari Famili Melanopsidae memiliki habitat di perairan yang dangkal di mana kondisi tersebut identik dengan arus yang cepat (Oscoz *et al.*, 2011).

Hasil analisis korelasi pH memiliki nilai korelasi tertinggi dengan Genus *Goera* dengan nilai -0,62. Nilai tersebut menunjukkan bahwa korelasi antara keduanya kuat. Korelasi negatif menunjukkan bahwa saat nilai pH semakin tinggi, maka keanekaragaman Genus *Goera* akan semakin rendah. Hal ini sesuai dengan karakter genus ini yang salah satunya dapat ditemui pada habitat dari kecepatan

arus yang sedang hingga tinggi serta dapat ditemui pada sungai bagian hulu hingga tengah (Oscor *et al.*, 2011).

Nilai korelasi tertinggi parameter DO yaitu dengan Genus *Calicnemia*. Nilai korelasinya yaitu 0,46. Nilai tersebut menunjukkan bahwa korelasi antara keduanya sedang. Korelasi positif menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai DO maka keanekaragaman dari genus ini juga semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan habitat dari Genus *Calicnemia* yang juga dapat dijumpai pada perairan dengan kecepatan arus tinggi. Arus dengan kecepatan yang tinggi menjadi salah satu ciri bahwa kandungan oksigen terlarutnya juga tinggi. Menurut Andika dkk. (2020) menurunnya nilai oksigen terlarut (DO) salah satunya disebabkan karena meningkatnya nilai BOD.

Hasil analisis korelasi BOD memiliki nilai tertinggi dengan Genus *Melanopsis*, *Calopteryx* dan Genus *Heptagenia* dengan nilai korelasi -0,49. Nilai tersebut menunjukkan bahwa antara BOD dengan tiga genus tersebut memiliki hubungan yang sedang. Korelasi negatif menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai BOD maka keanekaragaman dari tiga genus tersebut semakin rendah. Hal ini sesuai dengan habitat dari tiga genus tersebut yang dapat dijumpai pada perairan dengan arus tinggi dan bagian hulu perairan. Meningkatnya nilai BOD disebabkan karena masuknya bahan organik ke perairan dan memengaruhi kualitas perairan (Royani dkk. 2021).

Parameter COD memiliki korelasi tertinggi dengan Genus *Glossiphonia* dengan. Nilai korelasinya yaitu -0,33. Nilai tersebut menunjukkan bahwa antara keduanya memiliki korelasi yang lemah. Korelasi negatif menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai COD akan menyebabkan keanekaragaman dari Genus

Glossiphonia semakin rendah. Menurut Oscoz *et al.* (2011) sebagian besar anggota Famili Glossiphoniidae dapat hidup pada berbagai kondisi fisika dan kimia perairan serta dapat ditemukan hampir di seluruh badan air.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini memperoleh kesimpulan sebagai berikut ;

1. Genus yang ditemukan berjumlah 12 genus yang terdiri dari *Potamopyrgus*, *Hydropsyche*, *Perlodes*, *Prosimulium*, *Glosshiponia*, *Oligoneuriopsis*, *Calicnemia*, *Potamonautes*, *Melanopsis*, *Heptagenia*, *Calopteryx*, dan *Goera*.
2. Nilai indeks keanekaragaman kumulatif yaitu sedang dengan nilai 1,287. Keanekaragaman pada stasiun I sedang dengan nilai 1,734, stasiun II sedang dengan nilai 1,498, stasiun III sedang dengan nilai 1,242, stasiun IV rendah dengan nilai 0,674. Sedangkan nilai indeks dominansi kumulatif 0,384 (tidak ada dominansi). Indeks Dominansi pada stasiun I yaitu 0,244 (tidak ada dominansi), stasiun II yaitu 0,250 (tidak ada dominansi), stasiun III yaitu 0,423 (tidak ada dominansi), stasiun IV yaitu 0,619 (tidak ada dominansi).
3. Parameter fisika kimia meliputi suhu dengan nilai yang memenuhi baku mutu kecuali suhu pada stasiun III. Parameter pH seluruh stasiun memenuhi baku mutu air sungai. Stasiun I hingga stasiun III memiliki nilai TSS yang memenuhi baku mutu kelas I sedangkan stasiun IV memenuhi baku mutu kelas II. Parameter TDS seluruh stasiun memenuhi baku mutu kelas I. Nilai DO stasiun I dan IV masuk ke dalam kelas I sedangkan stasiun yang lain masuk ke dalam kelas II dan seluruh stasiun sesuai dengan baku mutu. Parameter BOD seluruh stasiun memenuhi baku mutu kelas IV. Parameter COD stasiun I,II dan III memenuhi baku mutu kelas II

sedangkan nilai COD stasiun IV memenuhi baku mutu kelas III.

Kecepatan arus tergolong cepat pada stasiun I dan IV.

4. Hasil analisis korelasi parameter fisika kimia meliputi TSS yang memiliki korelasi negatif dan sedang dengan Genus *Calicnemia* dan *Glossiphonia*. Genus *Oligoneuriopsis* memiliki korelasi positif dan sedang dengan TDS dan suhu. Kecepatan arus memiliki korelasi positif dan sedang dengan Genus *Melanopsis*, *Heptagenia*, *Calopteryx* dan *Goera*. Parameter pH memiliki korelasi negatif dan kuat dengan Genus *Goera*. Genus *Calicnemia* memiliki korelasi positif dan sedang dengan parameter DO. Genus *Melanopsis*, *Heptagenia* dan *Calopteryx* memiliki korelasi negatif dan sedang dengan parameter BOD. Genus *Glossiphonia* memiliki korelasi negatif dan lemah dengan COD.

5.2 Saran

Saran dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perlu dilaksanakan penelitian lanjutan pada bagian tengah dan hilir sungai.
2. Perlu dilaksanakan penelitian serupa pada musim yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., Teknik, F., Islam, U., & Rahmat, R. 2018. Studi Keanekaragaman Dan Struktur Komunitas. *Jurnal Teknologi Terapan*. 1(2):93–97.
- 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.
- Alias, N. A., & Azilawanie, W. N. 2019. Analysis of Knowledge, Attitude and Behavior of Riverbank Communities Terengganu, Malaysia. *Asian People Journal*.2(2):105–117.
- Al-Qurthubi. I. 2009. *Tafsir Al-Qurthubi*. Qisthi Press : Jakarta.
- Andika, B., Wahyuningsih, P., & Fajri, R. 2020. Penentuan nilai BOD dan COD sebagai parameter pencemaran air dan baku mutu air limbah di pusat penelitian kelapa sawit (PPKS) Medan. *Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*.2(1):14-22.
- Andini, N. F. 2017. Pengukuran Debit Dan Sedimentasi Das Batang Lembang Bagian Tengah Kenagarian Selayo Kabupaten Solok. *Jurnal Kepemimpinan Dan Pengurusan*.(2):133–140.
- Anggana, A. F., & Ahmad, R. A. 2018. Restorasi Sempadan Sungai P5 Melalui Jenis Tanaman Lokal Sungai Utara, Kalimantan Selatan. *PSNG* (9):525–534.
- Arfiati, D., Herawati, E. Y., Buwono, N. R., Firdaus, A., Winarno, M. S., & Puspitasari, A. W. 2019. Struktur komunitas makrozoobentos pada ekosistem lamun di Paciran, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*.3(1):1-7.
- Arifianto, Y. D. 2017. Studi Alternatif Pengelolaan Banjir Daerah Aliran Sungai (Das) Sampean Hilir, Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Infrastruktur*.3(02):73–80.
- Asmaranto, R., Suhartanto, E., & Permana, B. A. 2012. Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk Identifikasi Lahan Kritis dan Arahkan Fungsi Lahan Daerah Aliran Sungai Sampean. *Jurnal Teknik Pengairan*.1(2):84-105.
- 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.
- Aulia, G. N., & Dewi, I. P. 2019. Analisis Sebaran Total Suspended Solid (Tss) Menggunakan Citra Sentinel 2 Di Perairan Teluk Tamiang Kabupaten Kotabaru Provinsi Kalimantan Selatan . *PSNPK*. 36-44.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bondowoso. 2016. *Profil Kecamatan Maesan*. Diakses dari <https://bondowosokab.bps.go.id>
- Bahagia, B., Suhendrayatna, S., & Ak, Z. 2020. Analisis Tingkat Pencemaran Air Sungai Krueng Tamiang Terhadap COD, BOD dan TSS. *Jurnal Serambi Engineering*.5(3):1099–1106.
- 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.

- Barber, James, H. M., Zrelli, S., Yanai, Z., & Sartori, M. 2020. A reassessment of the genus *Oligoneuriopsis* Crass, 1947 (Ephemeroptera, Oligoneuriidae, Oligoneuriellini). *ZooKeys*.15:985.
- Barus, B. S., Aryawati, R., Putri, W. A. E., Nurjuliasti, E., Diansyah, G., & Sitorus, E. 2019. Hubungan N-Total dan C-Organik Sedimen Dengan Makrozoobentos di Perairan Pulau Payung, Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Kelautan Tropis*.22(2):147.
- Butkus, R., Baltrūnaitė, L., Arbačiauskas, K., & Audzijonytė, A. 2020. Two lineages of the invasive New Zealand mudsnail *Potamopyrgus antipodarum* spreading in the Baltic and Black sea basins: low genetic diversity and different salinity preferences. *Biological Invasions*.22(12):3551-3559.
- Candra, Y., Langoy, M., Koneri, R., & Singkoh, M. F. O. 2014. Kelimpahan Serangga Air di Sungai Toraut Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA*.3(2):74.
- Collado, G. A. 2014. Out of New Zealand: molecular identification of the highly invasive freshwater mollusk *Potamopyrgus antipodarum* (Gray, 1843) in South America. *Zoological Studies*. 53(1):1-9.
- Cumberlidge, N., Klaus, S., Meyer, K. S., & Koppin, J. C. 2015. New collections of freshwater crabs from northern Madagascar, with the description of a new species of *Foza* Reed & Cumberlidge, 2006 (Brachyura, Potamonautidae), and comments on their conservation status. *European Journal of Taxonomy*. 109: 1–15.
- Daniels, S., Busschau, T., & Cumberlidge, N. 2019. Two new species of freshwater crabs of the genus *Potamonautes* Mac Leay, 1838 (Decapoda: Brachyura: Potamonautidae) from the forests of KwaZulu- Natal, South Africa. *Journal of Crustacean Biology*. 39: 1-10.
- Darmanto, D., & Sudarmadji. 2013. Pengelolaan sungai berbasis masyarakat lokal di lereng selatan gunung api merapi. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*.20(2):229–239.
- Daroni, T. A., & Arisandi, A. 2020. Analisis BOD (Biological Oxygen Demand) Di Perairan Desa Prancak Kecamatan Sepulu, Bangkalan. *Journal Juvenil*.1(4):558–566.
- Dawn, P. (2019). Description of the last instar larva of *Calicnemia eximia* (Selys, 1863)(Odonata: Platycnemididae) from West Bengal, India. *Zootaxa*.4657(1):183-187.
- Desinawati, D., Adi, W., & Utami, E. 2018. Struktur Komunitas Makrozoobentos di Sungai Pakil Kabupaten Bangka. *Akuatik: Jurnal Sumberdaya Perairan*. 12(2): 54-63.
- Desmawati, I., Adany, A., & Java, C. A. 2020. Studi Awal Makrozoobentos di Kawasan Wisata Sungai Kalimas, Monumen Kapal Selam Surabaya. *Jurnal Sains dan Seni ITS*.8(2): 19-22.
- Dewi, N. L. P. M. 2021. Kualitas Perairan Pantai Medewi Di Kabupaten Jembrana Yang Dimanfaatkan Sebagai Aktivitas Pariwisata. *Jurnal Ecocentrism*.1(1):35-46.
- Dharmawibawa, I. D. 2019. Struktur komunitas Annelida sebagai bioindikator pencemaran Sungai Ancar Kota Mataram. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*.7(1):42-58.

- Djoharam, V., Riani, E., & Yani, M. 2018. Analisis Kualitas Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Pesanggrahan di Wilayah Provinsi DKI Jakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 8(1): 127-133.
- Duhupo, D. 2019. Perbandingan Analisis Pencemaran Air Sungai Dengan Menggunakan Parameter Kimia Bod Dan Cod Di Kelurahan Ketang Baru Kecamatan Singkil Kota Manado Tahun 2018 Dan 2019. *Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi Manado*. 8(5):55.
- Duya, N., & Noveria, R. 2019. Jenis-Jenis Crustacea Di Cagar Alam Teluk Klowe Pulau Enggano Kabupaten Bengkulu Utara. *Konservasi Hayati*. 15(1):16–22.
- Elviana, S., & Sunarni, S. 2018. Komposisi dan Kelimpahan Jenis Ikan Gelodok Kaitannya dengan Kandungan Bahan Organik di Perairan Estuari Kabupaten Merauke. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*. 11(2):38.
- Ermawati, R., & Hartanto, L. 2017. Pemetaan sumber pencemar sungai lambat kabupaten magelang. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. 9:92–104.
- Fatika, S. 2021. Analisis Keanekaragaman Makrozoobentos Di Wisata Air Terjun Way Kalam Kabupaten Lampung Selatan. *Skripsi*. Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung. Lampung.
- Febrita, J., & Roosmini, D. 2022. Analisis Beban Pencemar Logam Berat Industri terhadap Kualitas Sungai Citarum Hulu. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. 7(1):77-88.
- Ficsór, M., & Csabai, Z. 2021. Longitudinal zonation of larval Hydropsyche (Trichoptera: Hydropsychidae): abiotic environmental factors and biotic interactions behind the downstream sequence of Central European species. *Hydrobiologia*. 848:3371–3388.
- Firdhausi, N. F. 2019. Pengenalan Makroinvertebrata Bentik sebagai Bioindikator Pencemaran Perairan Sungai pada Siswa di Wonosalam, Mojokerto, Jawa Timur. *Agrokreatif: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*. 5(3):210–215.
- 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.
- Gerber, A. & M.J.M. Gabriel. 2002. *Aquatic Invertebrates of South African Rivers*. Institute of Water Quality Study. Pretoria.
- Ghoffar, M Abdul dan Abu Ihsan al-Atsari. 2007. Tafsir Ibnu Katsir Jilid 5. Pustaka Imam As-Syafii: Jakarta.
- Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Diakses dari <https://www.gbif.org> pada April 2022.
- 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.
- Hadiroseyani, Y., Puspitasari, A., & Budiardi, T. 2015. Peningkatan rasio C/N dengan penambahan tepung tapioka pada substrat budidaya Oligochaeta. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 14(2):144.

- Hak, A., Kurniasih, Y., & Hatimah, H. 2019. Efektivitas Penggunaan Biji Kelor (*Moringa Oleífera*, Lam) Sebagai Koagulan Untuk Menurunkan Kadar TDS dan TSS Dalam Limbah Laundry. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*.6(2):100.
- Hakim, L., & Nurhasanah. 2017. Analisis Produktivitas, Dominansi Dan Diversitas Hasil Tangkapan Gillnet (Studi Kasus di Pelabuhan Perikanan Pantai Tegalsari). *PSNRI*.732–739.
- Hamidi, R., Furqon, M. T., & Rahayudi, B. 2017. Implementasi Learning Vector Quantization (LVQ) untuk Klasifikasi Kualitas Air Sungai. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*.1(12):1758–1763.
- Hamuna, B., Tanjung, R. H. R., & Maury, H. K. 2018. Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Di Perairan Distrik Depapre , Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*.16(1):35–43.
- Han, Y. G., Kwon, O., & Cho, Y. 2015. A study of bioindicator selection for long-term ecological monitoring. *Journal of Ecology and Environment*.38(1):119–122.
- Handani, S. W., Utami, S., & Kusmira, D. 2017. Visualisasi Pencemaran Air Menggunakan Media. *Jurnal Telematika*. 10(1):147–162.
- Haniyyah, H. A. 2021. Keanekaragaman makrozoobentos di kali jarak Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang. *Skripsi*. Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknoogi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Malang.
- Harahap, A. 2019. Peranan Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Di Sungai Bilah Labuhanbatu. *Disertasi*. Program Doktor (S3) Ilmu Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Hartini, H., Arthana, I., & Wiryatno, J. 2010. Struktur Komunitas Makrozoobentos Pada Tiga Muara Sungai Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Di Pesisir Pantai Ampenan Dan Pantai Tanjung Karang Kota Mataram Lombok. *Ecotrophic*.7(2):116–125.
- He, F., Wu, N., Dong, X., & Tang, T. 2020. Elevation, aspect, and local environment jointly determine diatom and macroinvertebrate diversity in the Cangshan Mountain, Southwest China. *Ecological Indicators*. 108:105-618.
- Herawati, H., Patria, E., Hamdani, H., & Rizal, A. 2020. Macrozoobenthos diversity as a bioindicator for the pollution status of Citarik River, West Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.1: 535.
- Hidayati, D. 2016. Memudarnya Nilai Kearifan Lokal Masyarakat Dalam Pengelolaan Sumber Daya Air (Waning Value Of Local Wisdom In The Management Of Water Resources). *Jurnal Kependudukan Indonesia*.11(1):39–48.
- Husamah dan Abdulkadir Rahardjanto. 2019. *Bioindikator*. UMM Press : Malang Integrated Taxonomic Information System (ITIS) on-line database. Diakses dari <http://www.itis.gov/> pada April 2022.
- Istiawan, N. D., & Kastono, D. 2019. Pengaruh ketinggian tempat tumbuh terhadap hasil dan kualitas minyak cengkih (*syzygium aromaticum* (L.)

- Merr. & perry.) di Kecamatan Samigaluh, Kulon Progo. *Vegetalika*. 8(1):27-41.
- Jauhari, Z. 2018. Analisis Tingkat Pencemaran dan Mutu Air Sungai di Kota Palembang. *Jurnal Tekno Global*. 7(1):14-20.
- Jiwaningrat M., Y., & Dibyosaputro, S. 2017. Interaksi antara Karakteristik Aliran dan Material Dasar pada Proses Penggerusan Sungai Comal Pemalang, Jawa Tengah. *Jurnal Bumi Indonesia*. 5(1):1-9.
- Krebs, Charles J. 1999. *Ecological Methodology*. Jim Green : Kanada.
- Kim, S. K. 2020. Two new genera of black flies (Diptera: Simuliidae) of Korea. *Journal of Species Research*. 9(1):11-18.
- 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.
- Kusuma, B., Prabowo, R. O., Putra, J. J., & Fitriadi, R. 2020. Air Limbah Budidaya Lele (Clarias Sp .) Dengan Total Dissolved Solid (Tds) Berbeda Untuk Media Budidaya Daphnia Sp . *Manfish Journal*. 1(2):101–106.
- Lestari, D. F., Fatimatuzzahra, F., & Syukriah, S. 2021. Jenis-Jenis Gastropoda di Zona Intertidal Pantai Indrayanti Yogyakarta. *Journal of Science and Applicative Technolog*. 5(1):187.
- 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):246-253.
- Maulianawati, D., Herman, M. I., Ismail, M., Fiandaka, M. O. A., Sadrianto, S., Tarfin, T., & Irawati, H. 2018. Asesmen Kualitas Air Permukaan Di Sungai Pamusian Kota Tarakan. *Jurnal Harpodon Borneo*. 11(2):97-103.
- Mokgoebo, M. J. 2019. The use of water quality, aquatic species composition and aquatic habitat conditions to access the river health condition of the Nzhelele River, Limpopo Province, South Africa. *Doctoral dissertation*. College Of Agriculture And Environemntal Science Department Of Environmental Sciences. University Of South Africa. South Africa.
- Mushthofa, A., Rudiyanti, S., & Muskanonfolo, M. R. 2014. Analisis struktur komunitas makrozoobenthos sebagai bioindikator kualitas perairan Sungai Wedung Kabupaten Demak. *Management of Aquatic Resources Journal*. 3(1):81-88.
- Musselman, Robert. 2012. *Sampling procedure for lake or stream surface water chemistry*. Rocky Mountain Research Station. Fort Collins
- Najib, G., Laili, S., & Syauqi, A. 2021. Persepsi Masyarakat terhadap Kualitas Air Sungai di DAS Metro e – JBST V6 Edisi Khusus Mei 2021 e – JBST V6 Edisi Khusus Mei 2021 Material dan Metode. *Biosaintropis*. 6:38–44.

- Nangin, S. R., Langoy, M. L., & Katili, D. Y. 2015. Makrozoobentos Sebagai Indikator Biologis dalam Menentukan Kualitas Air Sungai Suhuyon Sulawesi Utara. *Mipa Unsrat*. 4(2): 165–168.
- Neubaurer, T. A., Mandic, O., Harzhauser, M., & Hrvatović, H. 2013. A new Miocene lacustrine mollusc fauna of the Dinaride Lake System and its palaeobiogeographic, palaeoecologic and taxonomic implications. *Palaeontology*. 56(1):129-156.
- Nilawati, S., Dahelmi, & Nurdin, J. 2014. Jenis-jenis Cacing Tanah (Oligochaeta) yang Terdapat di Kawasan Cagar Alam Lembah Anai Sumatera Barat. *Biologi Universitas Andalas* 3(2):87–91.
- Nupus, H., Wulandari, M. R., & Pahleviannur, M. R. 2018. Analisis morfometri das sampean terhadap nilai kuantitatif jaringan sungai. *PSNG* . 210–213.
- Nuraini, E., Fauziah, T., & Lestari, F. 2019. Penentuan nilai BOD dan COD limbah cair inlet laboratorium pengujian fisis politeknik ATK Yogyakarta. *Integrated Lab Journal*. 7(2):10-15.
- Nurjanah, I. 2019. Keanekaragaman Makrobentos Sebagai Indikator Biologi Kualitas Air Sungai Pulo Kecamatan Kedamaian Bandar Lampung. *Skripsi*. Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Radan Fatah. Lampung.
- Odum, Eugene P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. UGM Press : Yogyakarta.
- Oktarima, D. W. 2015. *Pedoman Mengoleksi, Preservasi serta Kurasi Serangga dan Arthropoda Lain* (pp. 1–93). Kementrian Peranian.
- Oktaviani, N. 2020. Perencanaan Sabo Dam Di Up Stream Sungai Nangka Kecamatan Sambelia. *Skripsi*. Prgram Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah. Mataram.
- Oscos, J., Galicia, D., & Miranda R. 2011. *Identification Guide of Freshwater Macroinvertebrates of Spain*. Springer Science. New York.
- Pamungkas, M. T. O. A. 2016. Studi Pencemaran Limbah Cair dengan Parameter BOD 5 dan pH di Pasar Ikan Tradisional dan Pasar Modern di Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 4(2): 166-175.
- Patang, F., Soegianto, A., & Hariyanto, S. 2018. Benthic Macroinvertebrates Diversity as Bioindicator of Water Quality of Some Rivers in East Kalimantan , Indonesia. *International Journal of Ecology*. 11:2-11.
- Payung, W. R. 2017. Keanekaragaman Makrozoobentos (Epifauna) Pada Ekosistem Mangrove Di Sempadan Sungai Tallo Kota Makassar. *Skripsi*. Departemen Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Pelealu, G. V., Koneri, R., & Butarbutar, R. R. 2018. Kelimpahan Dan Keanekaragaman Makrozoobentos Di Sungai Air Terjun Tunan, Talawaan, Minahasa Utara, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Sains*. 18(2):97-102.
- Purba, N. C., & Fitrihidajati, H. 2021. Kualitas Perairan Sungai Sadar Berdasarkan Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos dan Kadar Logam Berat (Pb) di Kabupaten Mojokerto. *LenteraBio*. 10(3):292-301.
- Purusa, I, G. A., , I., Arthana, I. W., & Kartika, I. W. D. 2020. Keanekaragaman Dan Distribusi Makroinvertebrata Di Perairan Hulu Tukad Cangkir Dan Tukad Pakerisan Kabupaten Gianyar. *Jurnal Bumi Lestari*. 20:31–39.

- Putri, W. A. E., Purwiyanto, A. I. S., Fauziyah, ., Agustriani, F., & Suteja, Y. 2019. Kondisi Nitrat, Nitrit, Amonia, Fosfat Dan Bod Di Muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*.11(1):65–74.
- Rachman, H., Priyono, A., & Usli, D. A. N. Y. 2016. Macrozoobenthos as bioindicator of river water quality in Ciliwung Hulu Sub watershed. *Media Konservasi*.21(3):261–269.
- 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.
- Rahmatia, F., Sirait, M., & Ahmed, Y. 2020. Dampak Normalisasi Terhadap Struktur Komunitas Zooplankton di Sungai Ciliwung. *Biofaal Journal*.1(1):27–36.
- Ramadhawati, D., Wahyono, H. D., & Santoso, A. D. 2021. Pemantauan Kualitas Air Sungai Cisadane Secara Online Dan Analisa Status Mutu Menggunakan Metode Storet. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*.13(2):76-91.
- Ramadini, L. 2019. Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Di Sungai Way Kedamaian Bandar Lampung .*Skripsi*. Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Raden Intan.Lampung.
- 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.
- Ridwan, M., Fathoni, R., & Fatihah, I. 2016. Struktur Komunitas Makrozoobenthos Di Empat Muara Sungai Cagar Alam Pulau Dua, Serang, Banten. *Al-Kauniyah Jurnal Biologi*, 9(1):57–65.
- Rismawati, L. 2020. Kajian Persepsi Dan Perilaku Masyarakat Terhadap Pencemaran Air Sungai MartapurA. *Enviro Scienteae*.16(3):6.
- Riyanti, A., Kasman, M., & Riwan, M. 2019. Efektivitas Penurunan Chemichal Oxygen Demand (COD) dan pH Limbah Cair Industri Tahu dengan Tumbuhan Melati Air melalui Sistem Sub-Surface Flow Wetland. *Jurnal Daur Lingkungan*.2(1):16.
- 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.
- 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.
- Safitri, A., Melani, W. R., & Muzammil, W. 2021. Komunitas makrozoobentos dan kaitannya dengan kualitas air aliran sungai Senggarang, Kota Tanjungpinang. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*. 8(2):103-108.
- Said, E. N., Hariyati, Y., & Hartadi, R. 2012. Keuntungan Dan Kontribusi Usahatani Kopi Arabika Pada Berbagai Pola Tanam Terpadu Di Desa

- Sukorejo Kecamatan Sumber Wringin Kabupaten Bondowoso. *Berkala Ilmiah Pertanian*.10(10):1–6.
- Sakinah, R., Keumala, S., & Ondara, K. 2021. Status Kualitas Perairan Utara Aceh Ditinjau Dari Konsentrasi TSS, BOD5, Dan DO. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Indonesia Desember*.1(3):135-144.
- Salim, D.F., & Mangkurat, U. L. 2017. Karakteristik Parameter Oseanografi Fisika-Kimia Perairan Pulau Kerumputan Kabupaten Kotabaru Kalimantan Selatan. *Jurnal Enggano*. 2(2):218–228.
- Sanjaya, R. E., & Iriani, R. 2018. Kualitas Air Sungai Di Desa Tanipah (Gambut Pantai), Kalimantan Selatan. *Biolink*.5(1):1-10.
- Sara, P. S., Astono, W., & Hendrawan, D. I. 2018. Kajian Kualitas Air Di Sungai Ciliwung Dengan Parameter Bod Dan Cod. *PSNC*. 0(0):591–597.
- Saraswati, N. L. G. R. A., Arthana, I. W., & Hendrawan, I. G. 2017. Analisis Kualitas Perairan Pada Wilayah Perairan Pulau Serangan Bagian Utara Berdasarkan Baku Mutu Air Laut. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*.3(2):163.
- Sari, Y. S. 2019. Mengolah COD Pada Limbah Laboratorium. *Jurnal Komunitas : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*.1(2):22–31.
- Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsir Al Mishbah : pesan, kesan dan keserasian Al-Qur'an*. Lentera Hati:Jakarta.
- 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.
- Sianipar, Herna Febrianty. 2021. *Buku Ajar Avertebrata Air*. Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia : Tasikmalaya.
- Simanjuntak, S. L., Muskananfolo, M. R., & Taufani, W. T. 2018. Analisis tekstur sedimen dan bahan organik terhadap kelimpahan makrozoobenthos di Muara Sungai Jajar, Demak. *Management of Aquatic Resources Journal*. 7(4):423-430.
- Simatupang, D., Restuhadi, F., & Dahril, T. 2017. Pemanfaatan Simbiosis Mikroalga Chlorella Sp Dan Em4 Untuk Menurunkan Kadar Polutan Limbah Cair Sagu. *Jom Faperta*.4(1): 1–13.
- Sinaga, T. 2009. Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Perairan Danau Toba Balige Kabupaten Toba Samosir. *Tesis*. Program Studi Biologi Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Siregar, N. S. 2014. Pengaruh Kualitas Pelayanan Terhadap Kepuasan Pelanggan Pada PT Kisel (Anak Perusahaan PT Telkomsel) Medan. *Jurnal Ilmu Keolahragaan*.13(2):38–44.
- Sugiyarto, S., Hariono, B., & Wijaya, R. 2018. The impact of land use changes on carrying capacity of sampean watershed in Bondowoso Regency The impact of land use changes on carrying capacity of sampean watershed in Bondowoso Regency. *PSIFG*.(207) :1-6.
- Suharjono, S. 2021. Pengukuran Faktor-Faktor Fisika Kimia Sebagai Dasar Pengelolaan di Perairan Sungai Lilin Kabupaten Musi Banyuasin. *UNBARA Environmental Engineering Journal (UEEJ)*.1(02):21-31.

- 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.
- Supusepa, J. 2018. Inventarisasi jenis kekerangan yang dikonsumsi masyarakat di Kepulauan Riau. *Jurnal Dinamika Maritim*.2(1):45–53.
- Suryanti, S., Fatimah, P. N. P. N., & Rudiyanti, S. 2020. Morfologi, Anatomi dan Indeks Ekologi Bulu Babi di Pantai Sepanjang, Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta. *Buletin Oseanografi Marina*.9(2):93–103.
- Susanto. 2018. Universitas Muhammadiyah Purwokerto Profil Reproduksi Ikan Di Sungai Pelus Wilayah Kabupaten The 8 Th University Research Colloquium 2018 Universitas Muhammadiyah Purwokerto. *University Research Colloquium*.8:709–721.
- Syaputri, M. D. 2017. Peran Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya Dalam Pengendalian Pencemaran Air Sungai Brantas. *Refleksi Hukum: Jurnal Ilmu Hukum*.1(2):131.
- Syukur, M. 2020. Jenis Jenis Pohon Penyangga Sungai Bonti Kecamatan Bonti Kabupaten Sanggau. *PIPER*. 16(30).
- Thamsenanupap, P., Seetapan, K., & Prommi, T. 2021. Caddisflies (Trichoptera, Insecta) as bioindicator of water quality assessment in a small stream in northern Thailand. *Sains Malaysiana*.50(3):655-665.
- Thukral, A., Bhardwaj, R., Kumar, V. & Sharma, A.. 2019. New indices regarding the dominance and diversity of communities, derived from sample variance and standard deviation. *Heliyon*. 5(10):2405-8440.
- Tisnawati, E., & Ratriningsih, D. 2011. Pengembangan konsep pariwisata sungai berbasis masyarakat. *Jurnal Aksitektur Komposisi*. 11(5):189–201.
- Ulfa, M., Gde, P., Julyantoro, S., Hermawati, A., & Sari, W. 2018. Keterkaitan Komunitas Makrozoobentos dengan Kualitas Air dan Substrat di Ekosistem Mangrove Taman Hutan Raya Ngurah Rai Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. 4(2):179–190.
- 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. *Hemyscylum*.1(2):73–87.
- Wahyuningsih, S., Novita, E., & Ningtias, R. 2019. Laju Deoksigenasi dan Laju Reaerasi Sungai Bedadung Segmen Desa Rowotamtu Kecamatan Rambipuji Kabupaten Jember. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*.7(1):1-7.
- 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.
- Wulansari, D. F., & Kuntjoro, S. 2018. Keanekaragaman Gastropoda dan Peranannya sebagai Bioindikator Logam Berat Timbal (Pb) di Pantai Kenjeran, Kecamatan Bulak, Kota Surabaya. *LentaraBio*.7(3):241-247.

- Yonar, M., Luthfi, O. M., & Isdianto, A. 2021. Dinamika Total Suspended Solid (TSS) Di Sekitar Terumbu Karang Pantai Damas, Trenggalek. *Journal of Marine and Coastal Science*.10(1):48–57.
- Yulhadis, U, M, T., & Nursyirwani. 2018. Analisis Dampak Lingkungan Budidaya Ikan Dalam Keramba Di Waduk Sungai Paku Kecamatan Kampar Kiri Kabupaten Kampar. *Jurnal Ilmu Lingkungan*.12(1):27–37.
- Yulis, P. A. R. 2018. Analisis Kadar Logam Merkuri (Hg) Dan (Ph) Air Sungai Kuantan Terdampak Penambangan Emas Tanpa Izin (Peti). *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*. 2(1):28–36.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. ALAT DAN BAHAN



pH meter Termometer dan TDS meter Jaring 1x1 mm



Tali raffia



Alkohol 70% Pelampung



LAMPIRAN 2

PERHITUNGAN MENGGUNAKAN MICROSOFT EXEL

STASIUN 1					
Genus	Jumlah (Ni)	Pi	ln pi	pi ln pi	Pi ²
Hydropsyche	8	0.094117647	-2.363209715	-0.222419738	0.008858131
Melanopsis	1	0.011764706	-4.442651256	-0.052266485	0.000138408
Potamopyrgus	34	0.4	-0.916290732	-0.366516293	0.16
Calicnemia	5	0.058823529	-2.833213344	-0.166659608	0.003460208
Glossiphonia	5	0.058823529	-2.833213344	-0.166659608	0.003460208
Heptagenia	1	0.011764706	-4.442651256	-0.052266485	0.000138408
Calopteryx	1	0.011764706	-4.442651256	-0.052266485	0.000138408
Perlodes	7	0.082352941	-2.496741107	-0.205613974	0.006782007
Prosimulium	21	0.247058824	-1.398128819	-0.345420061	0.061038062
Potamonautes	1	0.011764706	-4.442651256	-0.052266485	0.000138408
Goera	1	0.011764706	-4.442651256	-0.052266485	0.000138408
Σ	85	1		-1.734621709	0.244290657
				H' = 1.734	D = 0.244

STASIUN 2					
Genus	Jumlah (Ni)	Pi	ln pi	pi ln pi	Pi ²
Hydropsyche	23	0.298701299	-1.208311206	-0.360924126	0.089222466
Potamopyrgus	17	0.220779221	-1.510592078	-0.333507342	0.048743464
Glossiphonia	2	0.025974026	-3.650658241	-0.094822292	0.00067465
Oligoneuriopsis	2	0.025974026	-3.650658241	-0.094822292	0.00067465
Perlodes	9	0.116883117	-2.146580845	-0.25089906	0.013661663
Prosimulium	24	0.311688312	-1.165751592	-0.363351145	0.097149604
Σ	77	1		-1.498326257	0.250126497
				H' = 1.498	D = 0.250

STASIUN 3					
Genus	Jumlah (Ni)	Pi	ln pi	pi ln pi	Pi ²
Hydropsyche	10	0.1449275	-1.931521412	-0.279930639	0.021003991
Potamopyrgus	43	0.6231884	-0.472906389	-0.294709779	0.388363789
Prosimulium	5	0.0724637	-2.624668592	-0.190193376	0.005250998
Glossiphonia	5	0.0724637	-2.624668592	-0.190193376	0.005250998
Oligoneuriopsis	4	0.0579710	-2.847812143	-0.165090559	0.003360639
Perlodes	1	0.0144927	-4.234106505	-0.061363862	0.00021004
Potamonautes	1	0.0144927	-4.234106505	-0.061363862	0.00021004
Σ	69	1		-1.242845454	0.423650494
				H' = 1.242	D= 0.423
STASIUN 4					
Genus	Jumlah (Ni)	Pi	ln pi	pi ln pi	Pi ²
Hydropsyche	10	0.181818182	-1.704748092	-0.309954199	0.033057851
Potamopyrgus	42	0.763636364	-0.269663567	-0.205924906	0.583140496
Perlodes	3	0.054545455	-2.908720897	-0.158657503	0.002975207
Σ	55	1		-0.674536608	0.619173554
				H' = 0.674	D= 0.619

LAMPIRAN 3

HASIL UJI LAB AIR

LABORATORIUM LINGKUNGAN
 Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
 Desa Lengkong Kec. Mojoanyar - Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860
 E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id

Nomor : 11790 S/LL MLG/II/2022

Halaman 2 dari 2
 Page 2 of 2

Uraian Contoh Uji : ST 1 U1
 Description of Sample
 Metode Pengambilan Contoh Uji : -
 Sample Method
 Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT I Malang
 Place of Analysis
 Tanggal Analisa : 11 - 25 Februari 2022
 Testing Date(s)

HASIL ANALISA
 Result of Analysis

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	7.08	-	APHA 5210 B-2017	
2	COD (Spektro)	mg/L	23.24	-	SNI 6989 2 2009	
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	8.5	-	APHA 2540 D-2017	
4	Oksigen terlarut	mg O2/L	7.14	-	APHA 4500-O-G-2017	

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

Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I
 Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I
 Halaman pertama pada sertifikat atau laporan ini merupakan bagian yang tak terpisahkan dari lembar halaman yang lainnya
 This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation
 This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation
 First page at this certificate or report is can't separately from all pages

Scanned by TapScanner



LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar - Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860
E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id

Nomor : 11789 S/LL MLG/II/2022

Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

Uraian Contoh Uji : ST 1 U2
Description of Sample

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method

Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1 Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 11 - 25 Februari 2022
Testing Date(s)



HASIL ANALISA
Result of Analysis

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	7.73	-	APHA 5210 B-2017	
2	COD (Spektro)	mg/L	22.83	-	SNI 6989.2.2009	
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	7.9	-	APHA 2540 D-2017	
4	Oksigen terlarut	mg O2/L	7.20	-	APHA 4500-O-G-2017	

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

:-



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta 1

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta 1

Halaman pertama pada sertifikat atau laporan ini merupakan bagian yang tak terpisah dari lembar halaman yang lainnya

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta 1 Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta 1 Public Corporation

First page at this certificate or report is can't separately from all pages

Scanned by TapScanner



LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar - Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860
E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id

Nomor : 11788 S/LL MLG/II/2022

Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

Uraian Contoh Uji : ST 1 U3
Description of Sample
 Metode Pengambilan Contoh Uji :-
Sample Method
 Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1 Malang
Place of Analysis
 Tanggal Analisa : 11 - 25 Februari 2022
Testing Date(s)



HASIL ANALISA

Result of Analysis

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	7.66	-	APHA 5210 B-2017	
2	COD (Spektra)	mg/L	21.41	-	SN1 6989 2 2009	
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	14.8	-	APHA 2540 D-2017	
4	Oksigen terlarut	mg O2/L	7.02	-	APHA 4500-O-G-2017	

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

:-

Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari
 Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta 1
 Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta 1
 Halaman pertama pada sertifikat atau laporan ini merupakan bagian yang tak terpisahkan dari lembar halaman yang lainnya
This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from
 Water Quality Laboratory of Jasa Tirta 1 Public Corporation
This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta 1 Public Corporation
 First page at this certificate or report is can't separately from all pages

Scanned by TapScanner



LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar - Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860
E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id

Nomor : 11787 S/LL MLG/II/2022

Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

Uraian Contoh Uji : ST 2 U1
Description of Sample
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT I Malang
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 11 - 25 Februari 2022
Testing Date(s)



HASIL ANALISA Result of Analysis

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	7.88	-	APHA 5210 B-2017	
2	COD (Spektro)	mg/L	23.78	-	SNI 6989.2.2009	
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	35.4	-	APHA 2540 D-2017	
4	Oksigen terlarut	mg O ₂ /L	6.38	-	APHA 4500-O-G-2017	

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

-



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I.
Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I.
Halaman pertama pada sertifikat atau laporan ini merupakan bagian yang tak terpisahkan dari lembar halaman yang lainnya.
This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation
This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation
First page of this certificate or report is can't separately from all pages

Scanned by TapScanner



LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar - Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860
E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id

Nomor : 11786 S/LL MLG/II/2022

Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

Uraian Contoh Uji : ST 2 U2
Description of Sample
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT I Malang
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 11 - 25 Februari 2022
Testing Date(s)



HASIL ANALISA Result of Analysis

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	7.32	-	APHA 5210 B-2017	
2	COD (Spektro)	mg/L	22.85	-	SNI 6989.2 2009	
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	14.7	-	APHA 2540 D-2017	
4	Oksigen terlarut	mg O2/L	6.35	-	APHA 4500-O-G-2017	

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

: -



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta 1
Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta 1
Halaman pertama pada sertifikat atau laporan ini merupakan bagian yang tak terpisahkan dari lembar halaman yang lainnya
This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta 1 Public Corporation
This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta 1 Public Corporation
First page at this certificate or report is can't separately from all pages

Scanned by TapScanner



LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar - Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860
E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id

Nomor : 11785 S/LL MLG/II/2022

Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

Uraian Contoh Uji : ST 2 U3
Description of Sample
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT I Malang
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 11 - 25 Februari 2022
Testing Date(s)



HASIL ANALISA

Result of Analysis

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	8.58	-	APHA 5210 B-2017	
2	COD (Spektro)	mg/L	27.43	-	SNI 6989 2 2009	
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	38.9	-	APHA 2540 D-2017	
4	Oksigen terlarut	mg O ₂ /L	4.63	-	APHA 4500-O-G-2017	

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

-



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I
Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I
Halaman pertama pada sertifikat atau laporan ini merupakan bagian yang tak terpisahkan dari lembar halaman yang lainnya
This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation
This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation
First page at this certificate or report is can't separately from all pages

Scanned by TapScanner



LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp: (0341) 551971, Fax: (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar - Mojokerto, Indonesia Telp: (0321) 331860
E-mail: laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id

Nomor : 11781 S/LL MLG/II/2022

Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

Uraian Contoh Uji : ST 4 UI

Description of Sample

Metode Pengambilan Contoh Uji :-

Sample Method

Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT I Malang

Place of Analysis

Tanggal Analisa : 11 - 25 Februari 2022

Testing Date(s)



HASIL ANALISA
Result of Analysis

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	7.41	-	APHA 5210 B-2017	
2	COD (Spektro)	mg/L	20.36	-	SN1698N-2-2008	
3	zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	27.1	-	APHA 2540 D-2017	
4	oksigen terlarut	mg O2/L	6.39	-	APHA 4500-O-G-2017	

*) Standard Baku Mutu sesuai dengan : -

Threshold Value fully adopted from

Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila ditubuh cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Halaman pertama pada sertifikat atau laporan ini merupakan bagian yang tak terpisahkan dari lembar halaman yang lainnya

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced or published without any approval from

Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

First page at this certificate or report is can't separately from all pages

Scanned by TapScanner



LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Sumbaya 2A Malang 65113, Indonesia Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
 Desa Lengkung Kec. Mojoanyar - Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860
 E-mail: laboratoriumjastirta1@yahoo.co.id

Nomor : 11780 S/LL MLG/II/2022

Halaman 2 dari 2
 Page 2 of 2

Uraian Contoh Uji : ST 4 U2

Description of Sample

Metode Pengambilan Contoh Uji :-

Sample Method

Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT I Malang

Place of Analysis

Tanggal Analisa : 11 - 25 Februari 2022

Testing Date(s)



HASIL ANALISA
Result of Analysis

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	8.29	-	APHA 5210 B-2017	
2	COD (Spektri)	mg/L	23.20	-	SN1 6989 2 2009	
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	49.9	-	APHA 2540 D-2017	
4	Oksigen terlarut	mg O2/L	5.82	-	APHA 4500-O-G-2017	

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

:-

Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila ditubahi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Halaman pertama pada sertifikat atau laporan ini merupakan bagian yang tak terpisah dari lembar halaman yang lainnya

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from

Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

First page of this certificate or report is cut separately from all pages

Scanned by TapScanner



LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar - Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860
E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id

Nomor : 11779 S/LL MLG/II/2022

Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

Uraian Contoh Uji : ST 4 U3
Description of Sample
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT I Malang
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 11 - 25 Februari 2022
Testing Date(s)



HASIL ANALISA

Result of Analysis

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/l	7.90	-	APHA 2210 B-2017	
2	COD (Spektro)	mg/l	21.77	-	SN 6889 2-2009	
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/l	12.0	-	APHA 2540 D-2017	
4	Oksigen terlarut	mg O ₂ /L	5.76	-	APHA 4500 O ₂ -G-2017	

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

: -

Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta 1

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta 1

Halaman pertama pada sertifikat atau laporan ini merupakan bagian yang tidak terpisahkan dan harus dibubuhi dengan stempel dan tanda tangan yang sah.

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and/or published without any approval from

Water Quality Laboratory of Jasa Tirta 1 Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta 1 Public Corporation

First page at this certificate or report is can't separately from all pages

Scanned by TapScanner

LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar - Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860
E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id

Nomor : 11794 S/LL MLG/II/2022

Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

Uraian Contoh Uji : ST 6 U1
Description of Sample : -
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method : -
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT I Malang
Place of Analysis : -
Tanggal Analisa : 11 - 25 Februari 2022
Testing Date(s) : -



HASIL ANALISA

Result of Analysis

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	7.76	-	APHA 5210 B-2017	
2	COD (Spektro)	mg/L	24.56	-	SN1 6989 2 2009	
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	46.7	-	APHA 2540 D-2017	
4	Oksigen terlarut	mg O ₂ /L	5.84	-	APHA 4500- O-G-2017	

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

: -



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap stempel Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Halaman pertama pada sertifikat atau laporan ini merupakan bagian yang tak terpisahkan dari lembar halaman yang lainnya

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from

Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa

Scanned by TapScanner

LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar - Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860
E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id

Nomor : 11795 S/LL MLG/II/2022

Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

Urutan Contoh Uji : ST 6 U2
Description of Sample
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT I Malang
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 11 - 25 Februari 2022
Testing Date(s)



HASIL ANALISA

Result of Analysis

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	8.03	-	APHA 5210 B-2017	
2	COD (Spekto)	mg/L	27.73	-	SNI 6989.2.2009	
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	22.5	-	APHA 2540 D-2017	
4	Oksigen terlarut	mg O ₂ /L	6.96	-	APHA 4500- O-G-2017	

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

-



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I
Sertifikat atau laporan ini sah bila ditandatangani oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I
Halaman pertama pada sertifikat atau laporan ini merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari lembar halaman yang lainnya
This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation
This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I

Scanned by TapScanner

LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar - Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860
E-mail : laboratoriumjusatirta@yahoo.co.id

Nomor : 11796 S/LL MLG/II/2022

Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

Uraian Contoh Uji : ST 6 U3
Description of Sample
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT I Malang
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 11 - 25 Februari 2022
Testing Date(s)



HASIL ANALISA

Result of Analysis

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	8.90	-	APHA 5210 B-2017	
2	COD (Spektro)	mg/L	31.44	-	SNI 6989.2:2009	
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	56.0	-	APHA 2540 D-2017	
4	Oksigen terlarut	mg O2/L	6.31	-	APHA 4500-O-G-2017	

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

: -



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Halaman pertama pada sertifikat atau laporan ini merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari lembar balokan yang lainnya

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from

Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa

Scanned by TapScanner



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA
MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341)
558933, Fax. (0341) 558933

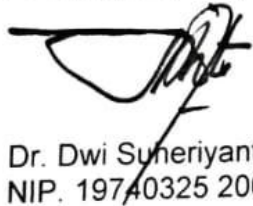
KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Miftahul Afifatur
NIM : 18620049
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Ganjil 2021/2022
Pembimbing : Dr. Dwi Suheriyanto, M.P
Judul Skripsi : Keanekaragaman Makrozoobentos di Hulu
Sungai Sampean Kecamatan Maesan
Kabupaten Bondowoso

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	TTD Pembimbing
1	29-08-2021	Menjadi Peserta dalam Seminar Hasil	
2	29-09-2021	Menjadi Peserta dalam Seminar Proposal	
3	02-10-2021	Pelatihan Penulisan Skripsi	
4	07-10-2021	Konsultasi Topik Penelitian dan Revisi Judul	
5	19-10-2021	Konsultasi Lokasi Penelitian	
6	02-11-2021	Konsultasi Titik Pengambilan Sampel	
7	05-11-2021	Konsultasi Perbaikan Judul	
8	09-11-2021	Konsultasi Revisi Proposal	
9	16-11-2021	Konsultasi Revisi	

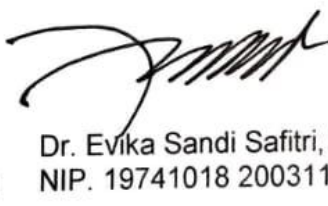
		Proposal	
10	30-11-2021	Konsultasi Analisis Data	
11	03-12-2021	ACC Proposal	
12	21-01-2022	Progres Tugas Akhir	
13	25-01-2022	Menjadi Peserta dalam Seminar Hasil	
14	20-02-2022	Menjadi Peserta dalam Seminar Proposal	
15	29-04-2022	Konsultasi Skripsi I	
16	10-05-2022	Revisi Naskah Skripsi I	
17	13-05-2022	Revisi Naskah Skripsi II	
18	19-05-2022	Revisi Naskah Skripsi III	
19	24-05-2022	Revisi Naskah Skripsi IV	
20	03-06-2022	ACC Naskah Skripsi	

Pembimbing Skripsi I



Dr. Dwi Suheriyanto, M.P
NIP. 19740325 200312 1 001

Malang, Juni 2022
Ketua Program Studi



Dr. Evika Sandi Safitri, M.P
NIP. 19741018 2003112 2 002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA
MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341)
558933, Fax. (0341) 558933

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Miftahul Afifatur
NIM : 18620049
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Ganjil 2021/2022
Pembimbing : Dr. Ahmad Barizi, M.A
Judul Skripsi : Keanekaragaman Makrozoobentos di Hulu
Sungai Sampean Kecamatan Maesan
Kabupaten Bondowoso

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	TTD Pembimbing
1.	06-12-2021	Konsultasi bab I dan II	
2	17-12-2021	ACC Proposal	
3	18-05-2022	Konsultasi bab IV	
4	20-05-2022	Revisi bab IV	
5	26-05-2022	Revisi bab IV	
6	02-06-2022	ACC Naskah	

Pembimbing Skripsi II

Malang, Juni 2022
Ketua Program Studi

Dr. Ahmad Barizi, M.A
NIP. 19731212 199803 1 008

Dr. Evika Sandi Safitri, M.P
NIP. 19741018 2003112 2 002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA
MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341)
558933, Fax. (0341) 558933

Form Checklist Plagiasi

Nama : Miftahul Afifatur

NIM : 18620049

**Judul : Keanekaragaman Makrozoobentos di Hulu Sungai
Sampean Kecamatan Maesan Kabupaten
Bondowoso**

No	Tim Checkplagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc		
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si	236	
4	Dr. Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD. Med. Sc		

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Dr. Evika Sandi Safitri, M.P
NIP. 19741018 2003112 2 002