

**BIOINDIKATOR MAKROZOOBENTOS
UNTUK MENGETAHUI TEKANAN EKOLOGI
DI ALIRAN SUNGAI PROGO YANG MELINTASI
KOTA DAN KABUPATEN MAGELANG, JAWA TENGAH**

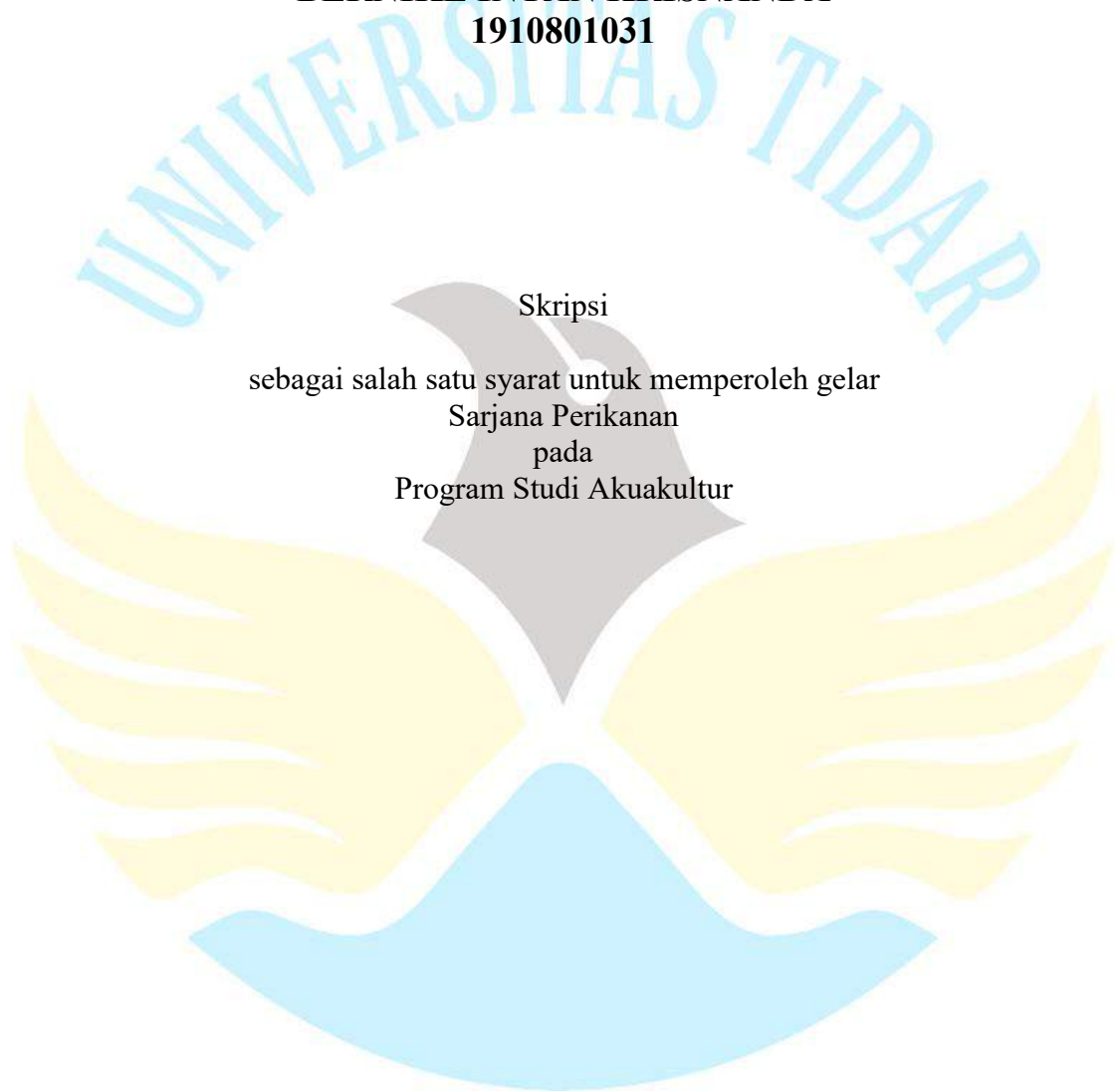
**BERNIKE INTAN KRISNANDA
1910801031**



**PROGRAM STUDI AKUAKULTUR
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS TIDAR
MAGELANG
2023**

**BIOINDIKATOR MAKROZOOBENTOS
UNTUK MENGETAHUI TEKANAN EKOLOGI
DI ALIRAN SUNGAI PROGO YANG MELINTASI
KOTA DAN KABUPATEN MAGELANG, JAWA TENGAH**

**BERNIKE INTAN KRISNANDA
1910801031**



Skripsi

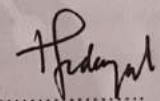
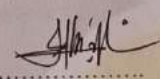
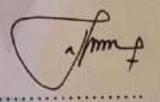
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Perikanan
pada
Program Studi Akuakultur

**PROGRAM STUDI AKUAKULTUR
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS TIDAR
MAGELANG
2023**

**BIOINDIKATOR MAKROZOOBENTOS
UNTUK MENGETAHUI TEKANAN EKOLOGI
DI ALIRAN SUNGAI PROGO YANG MELINTASI
KOTA DAN KABUPATEN MAGELANG, JAWA TENGAH**

**BERNIKE INTAN KRISNANDA
1910801031**

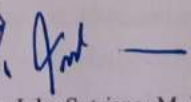
telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal ..11.1.. APR. 2023

	Tanda Tangan	Tanggal
Pembimbing I Dr. Ir. Sri Hidayati, M. P. NIDN. 0005056201		19 MAY 2023
Pembimbing II Tholibah Mujtahidah, S.Pi., M.P. NIDN. 0003059203		19 MAY 2023
Penguji I Annisa Novita Sari, S.Pi., M.Si. NIDN. 1208118601		19 MAY 2023

Skripsi ini diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat sarjana
Tanggal ..23.. MAY 2023

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian Universitas Tidar




Dr. Ir. Joko Sutrisno, M. P.
NIP. 196708241992031003

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

Kedua orang tua saya, Bapak Susilo dan Ibu Sutarni.

Saya ucapkan terimakasih untuk doa, pengorbanan, semangat, dukungan serta kasih sayang yang tak pernah berhenti mengalir, sehingga saya mendapat kekuatan untuk mengerjakan skripsi ini hingga selesai.

Adik saya, Fensia Intan Krisnanda

yang telah memberikan doa, semangat serta dukungan dalam penyusunan skripsi.

Ibu Dr. Ir. Sri Hidayati, M. P., dan Ibu Tholibah Mujtahidah, S. Pi., M. P. Selaku dosen pembimbing skripsi, terimakasih atas bimbingan, masukan, kritik serta motivasi yang diberikan, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.

Rekan-rekan Seperjuangan Akuakultur angkatan 19, terimakasih sudah memberikan motivasi, dorongan dan saling menguatkan satu sama lain.

MOTTO

Yeremia 29:11

“Sebab Aku ini mengetahui rancangan-rancangan apa yang ada pada-Ku mengenai kamu, demikianlah firman Tuhan, yaitu rancangan damai sejahtera dan bukan rancangan kecelakaan, untuk memberikan kepadamu hari depan yang penuh harapan.”

INTISARI

BIOINDIKATOR MAKROZOOBENTOS UNTUK MENGETAHUI TEKANAN EKOLOGI DI ALIRAN SUNGAI PROGO YANG MELINTASI KOTA DAN KABUPATEN MAGELANG, JAWA TENGAH

Bernike Intan Krisnanda ¹⁾, Sri Hidayati ²⁾, Tholibah Mutjahidah ³⁾

Penurunan kualitas air sungai merupakan masalah lingkungan yang sering terjadi. Kegiatan masyarakat sekitar diduga menjadi penyebab terjadinya penurunan kualitas air sungai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman makrozoobentos, tingkat pencemaran, serta hubungan antara keanekaragaman makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia perairan Sungai Progo. Penelitian ini menggunakan 3 parameter yaitu makrozoobentos sebagai parameter biologi, parameter fisika meliputi suhu, kecerahan, kedalaman, substrat dan kecepatan arus serta parameter kimia meliputi pH, DO, BOD dan COD. Penentuan stasiun penelitian menggunakan metode *purposive sampling*, yang terdiri dari 3 stasiun yaitu di wilayah Ngadirojo, Potrobangsari dan Kemirirejo. Keanekaragaman spesies yang ditemukan meliputi, *Tarebia granifera*, *Lymnaea rubiginosa*, *Fossaria* sp., *Sulcospira* sp., *Pila ampullacea*, *Corbicula fluminea*, *Deleatidium* sp., *Lestidae* sp., *Hydropsyche* sp., *Polycentropodidae* sp., *Anisoptera* sp., *Corydalus cornutus*, *Tipula* sp., *Coloburiscus* sp., *Rallidens* sp., *Atalophebiinae maiiulus*, *Chironomus* sp., *Lumbriculus variegatus*, *Lumbricus terrestris*, *Hirudinidae* sp. Nilai indeks keanekaragaman berkisar $H' = 1,27-1,93$ yang tergolong sedang dengan keseragaman tinggi $E = 0,61-0,75$ dan dominansi $C = 0,23-0,43$. Kualitas perairan Sungai Progo yang meliputi suhu, kecerahan, kedalaman, substrat, kecepatan arus, pH, DO, BOD, dan COD menunjukkan kualitas yang baik dan mampu mendukung kehidupan makrozoobentos. Korelasi suhu (positif) paling kuat dengan *Hydropsyche* sp. Kecerahan berkorelasi (positif) paling kuat dengan spesies *Coloburiscus* sp. Korelasi kedalaman (negatif) dan kecepatan arus (positif) paling kuat dengan spesies *Sulcospira* sp. pH berkorelasi kuat dengan *Deleatidium* sp. (positif), dan *Coloburiscus* sp (negatif). Kandungan oksigen terlarut berkorelasi (positif) kuat dengan *P. ampullacea* dan *A. maiiulus*. Kandungan COD berkorelasi (negatif) kuat dengan *Hydropsyche* sp.

Kata kunci: Kualitas Air, Makrozoobentos, Sungai Progo

ABSTRACT

THE USE OF MACROZOOBENTHOS AS A BIOINDICATOR TO FIND THE PRESSURE OF ECOLOGY IN PROGO RIVER WHICH CROSSES THE CITY DAN THE REGENCY OF MAGELANG, CENTRAL JAVA

Bernike Intan Krisnanda ¹⁾, Sri Hidayati ²⁾, Tholibah Mutjahidah ³⁾

The deterioration of water quality is an environmental problem that usually occurs. The surrounding community's activities allegedly cause water pollution. This research purposed to find the diversity of macrozoobenthos, the level of pollution, and the relation between the diversity of macrozoobenthos with the physical-chemical parameter of Progo River. This research used three parameters: macrozoobenthos as the biological parameter; the temperature, the brightness, the depth, the substrate, and the flow speed as the physical parameter; pH, DO, BOD, and COD as the chemical parameter. The determination of research stations used the purposive sampling method, which consists of three stations in Ngadirojo, Protobangsan, and Kemirirejo. The diversity of species which was found includes Tarebia granifera, Lymnaea rubiginosa, Fossaria sp., Sulcospira sp., Pila ampullacea, Corbicula fluminea, Deleatium sp., Lestidae sp., Hydropsyche sp., Polycentropodidae sp., Anisoptera sp., Corydalus cornutus, Tipula sp., Coloburiscus sp., Rallidens sp., Atalophebiinae mauiulus, Chironomus sp., Lumbriculus variegatus, Lumbricus terrestris, Hirudinidae sp. The index value of the diversity revolved around $H'=1,27-1,93$ which was categorized as medium with the highest uniformity result $E=0,61-0,75$ and the domination was $C=0,23-0,43$. Progo River's water quality which includes temperature, brightness, depth, flow speed, pH, DO, BOD, and COD demonstrates the good quality and can support macrozoobenthos life. The temperature (positive) had a strong correlation with Hydropsychae sp. The brightness (positive) had a strong correlation with Coloburiscus sp. The depth (negative) and the flow speed (positive) had a strong correlation with Sulcospira sp. pH had a strong correlation with Deleatidium sp. (positive) and Coloburiscus sp. (negative). The dissolved oxygen had a strong correlation (positive) with P. ampullaceal and COD had a strong correlation with Hydropsychae sp.

Keywords: Water Quality, Macrozoobenthos, Progo River

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam bentuk naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Magelang, Februari 2023



Bernike Intan Krisnanda, S. Pi.

RIWAYAT HIDUP

Bernike Intan Krisnanda lahir pada 12 Januari 2001 di Pati Jawa Tengah. Penulis adalah anak pertama dari dua bersaudara dari Bapak Susilo dan Ibu Sutarni. Penulis bertempat tinggal di Jalan Anggrek, Desa Growong Kidul RT 03/RW 03, Kecamatan Juwana, Kabupaten Pati, Jawa Tengah. Riwayat pendidikan formal penulis dimulai dari TK Harapan Bakaran Wetan (2005-2007); SD Growong Kidul 02 (2007-2013); SMP Negeri 1 Juwana (2013-2016); SMA Negeri 1 Juwana (2016-2019). Penulis diterima di Universitas Tidar pada tahun 2019 melalui jalur SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri) dan diterima di Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian, Universitas Tidar. Penulis aktif dalam organisasi kemahasiswaan Himpunan Mahasiswa Akuakultur (HIMAKUA) periode 2021 sebagai staff divisi KRPK (Keprofesian Riset Pengembangan dan Kreativitas). Penulis menjadi bagian dari 5 besar proposal PKM terbaik Program Studi Akuakultur, Universitas Tidar pada tahun 2020. Penulis berkesempatan mendapatkan pendanaan internal Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) Universitas Tidar pada tahun 2021. Penulis menjadi asisten praktikum mata kuliah Dasar-Dasar Akuakultur (2021 dan 2022), Parasit dan Penyakit Ikan (2022 dan 2023), serta Manajemen Pembenihan Ikan (2023). Penulis berkesempatan melaksanakan kegiatan magang mandiri di Unit Kerja Budidaya Air Tawar (UK-BAT) Sendangsari, Kecamatan Pengasih, Kabupaten Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta pada tahun 2019. Penulis berkesempatan melaksanakan kegiatan magang mandiri dan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Mina Karya Koi Center, Kecamatan Berbah, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta pada tahun 2020 dan 2021.



KATA PENGANTAR

Segala puji, hormat, dan syukur hanya bagi Tuhan Yesus Kristus atas kasih anugerah, karunia, serta berkat kemurahanNya yang melimpah sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Bioindikator Makrozoobentos untuk Mengetahui Tekanan Ekologi di Aliran Sungai Progo yang Melintasi Kota dan Kabupaten Magelang, Jawa Tengah” guna memenuhi salah satu persyaratan dalam mencapai gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Pertanian Universitas Tidar. Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan berkat orang-orang yang sudah mendukung dan membantu. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Tidar.
2. Dr. Ir. Sri Hidayati, M. P., dan Tholibah Mujtahidah, S. Pi., M. P., selaku pembimbing I dan pembimbing II yang dengan sabar telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan bimbingan yang sangat membantu penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Muhammad Tri Aji, S. Kel., M. P., selaku dosen pembimbing akademik dan seluruh dosen program studi Akuakultur yang telah memberikan arahan, dukungan serta ilmu yang bermanfaat.
4. Bapak, Ibu, dan seluruh keluarga yang sudah memberikan dukungan secara moril maupun materiil.
5. Rekan-rekan seperjuangan Akuakultur angkatan 2019.
6. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Segala kebaikan dan bantuan yang telah diberikan akan menjadi kebaikan pula bagi diri sendiri maupun orang lain. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Penulis dengan rendah hati mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun dari semua pihak.

Magelang, Februari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
INTISARI.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS.....	vii
RIWAYAT HIDUP.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR ISTILAH.....	xv
I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Hipotesis.....	4
II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sungai.....	5
2.2 Sungai Progo.....	5
2.3 Ekologi.....	6
2.4 Pencemaran Air.....	7
2.5 Baku Mutu Air.....	9
2.6 Makrozoobentos.....	10
2.7 Parameter Kualitas Air yang Memengaruhi Makrozoobentos.....	11
2.8 Bioindikator.....	16

2.9 Makrozoobentos Sebagai Bioindikator.....	17
2.10 Hasil Penelitian Terdahulu.....	19
2.11 Kerangka Penelitian.....	23
III METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Waktu dan Tempat.....	25
3.2 Alat dan Bahan.....	25
3.3 Metode Pengambilan Sampel.....	26
3.4 Jenis Data.....	27
3.5 Pengambilan Sampel.....	28
3.6 Metode Analisis Data.....	31
IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Gambaran Umum Sungai Progo.....	36
4.2 Komposisi Makrozoobentos.....	37
4.3 Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos.....	40
4.4 Indeks Keseragaman Makrozoobentos.....	41
4.5 Indeks Dominansi Makrozoobentos.....	43
4.6 Parameter Kualitas Air.....	45
4.7 Korelasi Keanekaragaman Makrozoobentos dan Perairan.....	54
V KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA.....	60
LAMPIRAN.....	72

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Baku Mutu Air Sungai.....	9
2. Zoobentos berdasarkan Ukurannya.....	10
3. Makrozoobentos Indikator untuk Menilai Kualitas Air.....	18
4. Hasil Penelitian Terdahulu.....	19
5. Alat Penelitian.....	25
6. Bahan Penelitian.....	26
7. Deskripsi Stasiun Pengamatan.....	27
8. Diameter Ukuran Butir Sedimen.....	30
9. Derajat Pencemaran berdasarkan Indeks Keanekaragaman	32
10. Interval Koefisien Korelasi.....	34
11. Komposisi Makrozoobentos di Aliran Sungai Progo.....	37
12. Hasil Analisis Indeks Keanekaragaman, Keseragaman, Dominansi.....	39
13. Hasil Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia Perairan Sungai Progo..	46
14. Korelasi Keanekaragaman Makrozoobentos dan Parameter Perairan.....	55

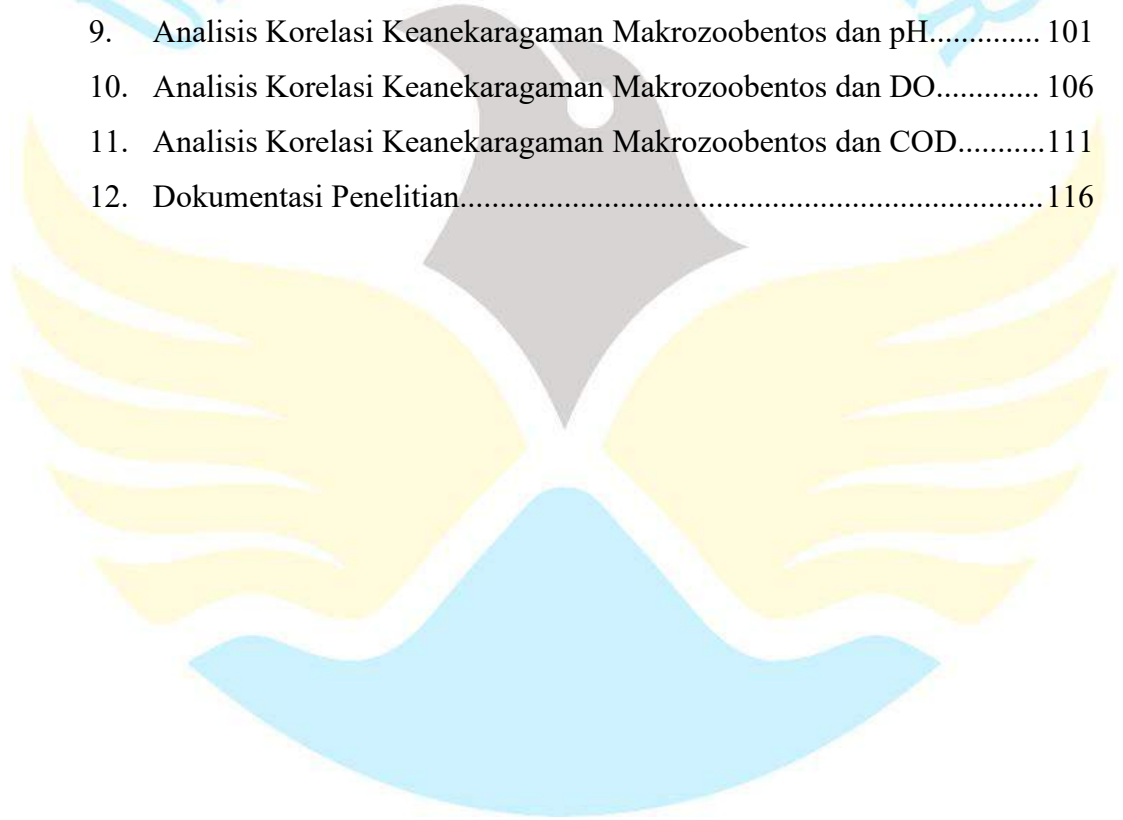
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Penelitian.....	23
2. Lokasi Penelitian.....	26
3. Segitiga Shepard.....	30
4. Kondisi Stasiun Penelitian.....	36
5. Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos.....	40
6. Indeks Keseragaman Makrozoobentos.....	42
7. Indeks Dominansi Makrozoobentos.....	43



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Komposisi Makrozoobentos di Sungai Progo.....	72
2. Analisis Data Indeks Keanekaragaman, Keseragaman dan Dominansi..	74
3. Hasil Uji BOD dan COD.....	77
4. Analisis Presentase Ukuran Butir Sedimen.....	80
5. Analisis Korelasi Keanekaragaman Makrozoobentos dan Suhu.....	81
6. Analisis Korelasi Keanekaragaman Makrozoobentos dan Kecerahan....	86
7. Analisis Korelasi Keanekaragaman Makrozoobentos dan Kedalaman...	91
8. Analisis Korelasi Keanekaragaman Makrozoobentos dan Arus.....	96
9. Analisis Korelasi Keanekaragaman Makrozoobentos dan pH.....	101
10. Analisis Korelasi Keanekaragaman Makrozoobentos dan DO.....	106
11. Analisis Korelasi Keanekaragaman Makrozoobentos dan COD.....	111
12. Dokumentasi Penelitian.....	116



DAFTAR ISTILAH

Bioindikator	Organisme yang sensitif yang dapat digunakan sebagai petunjuk kondisi lingkungan.
Ekosistem lotik	Ekosistem perairan yang mengalir.
Epifauna	Makrozoobentos yang hidup di permukaan substrat.
Indeks dominansi	Untuk mengetahui spesies yang mendominasi dalam suatu komunitas.
Indeks keanekaragaman	Keanekaragaman jenis biota perairan.
Indeks keseragaman	Komposisi tiap individu pada suatu spesies yang terdapat pada suatu komunitas.
Infauna	Makrozoobentos yang hidup di dalam substrat.
Kelompok fakultatif	Makrozoobentos yang memiliki rentan toleransi yang agak lebar terhadap polusi.
Kelompok intoleran	Makrozoobentos yang memiliki rentan toleransi yang sempit terhadap polusi.
Kelompok toleran	Makrozoobentos yang memiliki rentan toleransi yang lebar terhadap polusi.
Korelasi <i>linear</i> positif	Menunjukkan adanya hubungan yang searah, kenaikan variabel x diikuti kenaikan variabel y atau penurunan variabel x diikuti penurunan variabel y.
Korelasi <i>linear</i> negatif	Menunjukkan adanya hubungan yang berbanding terbalik, kenaikan variabel x diikuti penurunan variabel y.
Korelasi <i>pearson</i>	Salah satu ukuran korelasi yang digunakan untuk mengukur kekuatan dan arah hubungan <i>linear</i> dari dua variabel.
Osmoregulasi	Upaya yang dilakukan organisme air untuk mengontrol keseimbangan air dan ion-ion antara tubuh dengan lingkungannya.
Pencemaran air	Berubahnya komposisi air oleh aktivitas manusia sehingga kualitas air menjadi turun.
<i>Purposive sampling</i>	Teknik pengambilan data dengan mempertimbangkan aspek tertentu.
Statistik deskriptif	Metode analisis data dengan menggambarkan atau mendeskripsikan data yang diperoleh.
Sungai <i>parrenial</i>	Sungai yang mengalirkan air sepanjang tahun.
Tekanan ekologis	Aspek fisik, kimia, biologis yang membatasi produktivitas suatu ekosistem.

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang berperan penting bagi kelangsungan hidup makhluk hidup. Air dimanfaatkan manusia untuk menunjang kehidupan sehari-hari sebagai air minum, mandi, mencuci, irigasi, industri, pembangkit tenaga listrik dan rekreasi. Semua kegiatan manusia mulai dari kebutuhan pangan hingga industri memerlukan air dengan kuantitas dan kualitas yang cukup sesuai dengan kebutuhannya (Murtianingtyas, 2006).

Kualitas suatu perairan dipengaruhi dengan adanya aktivitas makhluk hidup di sekitarnya. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, serta meningkatnya jumlah penduduk, maka meningkat pula kebutuhan akan air. Peningkatan jumlah penduduk akan menyebabkan semakin meningkat pula berbagai aktivitas seperti mandi, mencuci, membuang limbah rumah tangga dan aktivitas pertanian di badan air. Peningkatan aktivitas manusia di sekitar aliran sungai dapat mengakibatkan penurunan kualitas air sungai (Sharifinia, 2012).

Pencemaran dalam suatu lingkungan terjadi bila daur materi dalam lingkungan tersebut mengalami perubahan sehingga hal tersebut menyebabkan terganggunya struktur maupun fungsi suatu lingkungan (Rochmad *et al.*, 2016). Menurut PP No 22/2021 pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan komponen lainnya ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu air yang telah ditetapkan. Penurunan kualitas air sungai akibat pencemaran dapat menimbulkan berbagai dampak diantaranya terganggunya ekosistem alami dengan menurunnya habitat ikan-ikan yang hidup di daerah aliran sungai. Penurunan kualitas air juga dapat mengganggu kesehatan karena sebagian aliran sungai masih dimanfaatkan untuk keperluan masyarakat seperti mandi, mencuci, dan memasak (Sagala, 2019).

Pada lingkungan perairan terdapat kelompok organisme yang tidak toleran dan kelompok organisme yang toleran terhadap bahan pencemar. Organisme yang dapat dijadikan sebagai bioindikator pada perairan tercemar adalah organisme yang dapat memberikan respon terhadap sedikit atau banyaknya bahan pencemar.

Organisme yang tidak toleran akan mengalami penurunan kelimpahannya, bahkan akan hilang dari lingkungan perairan tersebut. Organisme yang tidak toleran dapat dijadikan indikator terhadap kualitas air yang bersih dan normal (Fachrul, 2007).

Organisme yang sering digunakan sebagai indikator untuk melihat kondisi suatu perairan adalah plankton dan bentos. Kedua organisme tersebut dipilih karena memiliki tingkat kepekaan yang sangat tinggi terhadap perubahan fisik yang terjadi. Perbedaan dari kedua organisme tersebut terdapat pada siklus hidupnya. Pada plankton, organisme ini memiliki siklus hidup yang cukup singkat. Sebaliknya, bentos memiliki siklus hidup yang relatif lama dan kemampuan untuk merespon perubahan lingkungan dapat dilakukan secara terus-menerus. Makrozoobentos adalah indikator biologi yang terdapat di seluruh bagian sungai yang mampu memberikan gambaran mengenai kondisi perairan, yang bersifat menetap, hidup relatif lama dan bergerak relatif lamban (Rizky *et al.*, 2015).

Sifat kepekaan makrozoobentos terhadap perubahan yang terjadi di air menjadikan makrozoobentos sebagai petunjuk kondisi suatu kawasan perairan. Tingkat keanekaragaman makrozoobentos dapat diketahui berdasarkan keanekaragaman, kelimpahan dan distribusi dari makrozoobentos itu sendiri. Jenis perairan yang belum tercemar dapat dilihat dari penyebaran makrozoobentos secara merata tanpa ada spesies yang mendominasi, sedangkan jenis perairan tergolong tercemar dapat dilihat dari penyebaran jenis makrozoobentos yang tidak merata dan didominasi oleh salah satu jenis makrozoobentos. Selain indikator biologi, kualitas perairan dapat diketahui menggunakan indikator fisika dan kimia perairan (Ahmad, 2004). Pemanfaatan lingkungan perairan sebagai sumber bagi lahan pertanian dan kegiatan budidaya perikanan menjadikan kondisi kualitas air sungai perlu untuk diketahui.

Sungai Progo merupakan salah satu sungai yang mengalir di Provinsi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Aliran Sungai Progo dimanfaatkan oleh warga untuk sumber irigasi lahan pertanian dan mengairi kolam budidaya perikanan di beberapa wilayah yaitu Sidotopo, Payaman, dan Kranggan. Kegiatan tersebut setidaknya memerlukan perairan dengan baku mutu air kelas III yang diperuntukkan untuk kegiatan pembudidayaan ikan air tawar, peternakan,

pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Menurut DLH Kota Magelang (2021), telah terjadi penurunan kualitas air di Sungai Progo. Penurunan kualitas air tersebut disebabkan oleh limbah pertanian, limbah perhotelan, rumah sakit, dan rumah tangga. Penurunan kualitas air Sungai Progo juga disebabkan oleh limbah cair yang dihasilkan oleh kegiatan industri rumah tangga tahu-tempe, limbah industri rumah tangga domestik dan limbah cair industri yang tersebar di wilayah Kabupaten Magelang (DLH Kabupaten Magelang, 2008). Penurunan kualitas air akibat limbah dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut dalam ekosistem perairan sehingga dapat menyebabkan terganggunya proses metabolisme biota dalam ekosistem tersebut (Sandi *et al.*, 2017). Hal ini dapat menyebabkan terganggunya keseimbangan ekosistem di dalamnya. Sehubungan dengan hal diatas, maka perlu adanya penelitian yang menggambarkan kualitas air Sungai Progo berdasarkan keanekaragaman makrozoobentos.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana keanekaragaman makrozoobentos yang terdapat di aliran Sungai Progo yang melintasi Kota dan Kabupaten Magelang, Jawa Tengah?
2. Bagaimana tingkat pencemaran air di aliran Sungai Progo yang melintasi Kota dan Kabupaten Magelang, Jawa Tengah berdasarkan indeks keanekaragaman makrozoobentos?
3. Bagaimana hubungan antara keanekaragaman makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia perairan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui:

1. Keanekaragaman makrozoobentos yang terdapat di aliran Sungai Progo yang melintasi Kota dan Kabupaten Magelang, Jawa Tengah.

2. Tingkat pencemaran air di aliran Sungai Progo yang melintasi Kota dan Kabupaten Magelang, Jawa Tengah berdasarkan indeks keanekaragaman makrozoobentos.
3. Hubungan antara keanekaragaman makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia perairan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi institusi Universitas Tidar sebagai informasi dasar mengenai tingkat pencemaran air Sungai Progo dan keanekaragaman makrozoobentos di dalamnya.
2. Bagi peneliti, penelitian ini untuk meningkatkan pengetahuan, pemahaman bagi pembaca dan melanjutkan penelitian yang sejenis dan lebih mendalam dengan variabel yang berbeda.
3. Bagi masyarakat, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kondisi pencemaran air sungai yang terjadi di Sungai Progo Magelang, sehingga dapat membuat masyarakat sadar akan pentingnya menjaga ekosistem sungai. Selain itu, setelah adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dalam pemanfaatan air bersih untuk kegiatan agrokomples.

1.5 Hipotesis

Diduga adanya hubungan antara keanekaragaman makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia perairan Sungai Progo.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sungai

Sungai merupakan aliran air yang besar. Menurut PP No 20/2021 tentang Penertiban Kawasan dan Tanah Terlantar, sungai merupakan aliran atau tampungan air yang terbentuk alami maupun buatan berupa jaringan pengairan serta airnya, diawali dari hulu hingga muara dengan tepi kanan dan kirinya dibatasi dengan garis sempadan. Sungai juga dapat diartikan sebagai saluran di permukaan bumi yang terbentuk secara alamiah yang menampung dan menyalurkan air hujan dari daerah tinggi ke daerah yang lebih rendah dan akhirnya bermuara di danau atau laut (Sembiring, 2014).

Terdapat tiga tipe sungai menurut Reid dan Wood (1976) dalam Soegianto (2010), adalah sebagai berikut.

- a. Sungai *permanent*, merupakan sungai yang mendapatkan air yang berasal dari sumber air tanah.
- b. Sungai *intermittent*, merupakan sungai yang mendapatkan air terutama dari *surface run off*. Karena *run off* bersifat musiman, maka sungai akan berisi air pada musim hujan.
- c. Sungai *interrupted*, merupakan sungai yang airnya mengalir di bawah permukaan (*subsurface*).

2.2 Sungai Progo

Sungai Progo merupakan sungai yang melintasi dua provinsi, yaitu Provinsi Jawa Tengah dan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (Jailani *et al.*, 2021). Luas Daerah Aliran Sungai Progo $\pm 2380 \text{ km}^2$ dengan panjang sungai 140 km. Fungsi utama dari sungai ini yaitu sebagai sumber irigasi lahan-lahan pertanian. Melihat dari kondisinya, Sungai Progo termasuk dalam kategori sungai *perennial*. Sungai *perennial* adalah sungai yang mengalir sepanjang tahun dan pada musim kemarau masih mempunyai air walaupun dalam volume yang kecil. Sungai Progo melintas dari bagian tengah Jawa Tengah yang berhulu di Gunung Sindoro (dekat Kabupaten Temanggung) dan melewati Provinsi Jawa Tengah dan Daerah

Istimewa Yogyakarta. Sumber air sungai Progo selain dari hulu utama yaitu Gunung Sindoro juga bersumber dari Gunung Merapi, Gunung Menoreh, dan Gunung Sumbing (DLH Kota Magelang, 2021).

Sungai Progo beserta anak-anak sungainya telah dimanfaatkan sebagai sumber pengairan bagi sawah, pengairan PU maupun pedesaan seluas 29.425 Ha dengan jaringan pengairannya berupa Dam sebanyak 1.127 buah dan saluran irigasi sepanjang 143,65 km (DLH Kabupaten Magelang, 2008). Wilayah aliran Sungai Progo juga dimanfaatkan sebagai sumber air dalam kegiatan budidaya ikan di beberapa wilayah seperti Sidotopo, Payaman dan Kranggan. Selain itu, masyarakat memanfaatkan wilayah perairan Sungai Progo sebagai sarana rekreasi yaitu arung jeram dan juga kegiatan memancing.

2.3 Ekologi

Ekologi adalah ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara organisme atau sekelompok organisme dengan lingkungannya (Utomo *et al.*, 2012). Secara harfiah, ekologi adalah studi tentang kehidupan dalam lingkungan, dengan penekanan pada totalitas atau pola-pola hubungan antara organisme dengan lingkungannya (Rosmawati, 2011). Pembagian ekologi dapat dibagi atas:

1. Menurut Makhluk Hidupnya

- a. Ekologi Tumbuhan: membahas pengkajian tentang habitat, adaptasi, kerapatan, keanekaragaman jenis, distribusi tumbuhan dalam hubungannya dengan interaksi dan interdependensi dengan lingkungannya.
- b. Ekologi Hewan: membahas tentang habitat, adaptasi, kelimpahan, keragaman dan kekayaan jenis, distribusi hewan dalam hubungannya dengan interaksi dan interdependensi dengan lingkungannya.
- c. Ekologi Manusia: membahas tentang perilaku interaksi dan interdependensi manusia dalam mengelola dan memanfaatkan lingkungannya demi peningkatan kualitas dan kesejahteraan hidup.

2. Menurut Habitat/Kawasan
 - a. Ekologi Perairan: membahas tentang organisme hidup yang berada di perairan beserta faktor fisik lingkungan yang memengaruhinya.
 - b. Ekologi Hutan, Ekologi Perkotaan, Ekologi Pedesaan dan lain-lain.
3. Menurut Tingkatan Organisme
 - a. Ekologi Komunitas: kajian tentang kelimpahan dan distribusi organisme di berbagai habitat.
 - b. Ekologi Populasi: kajian tentang cara pertumbuhan populasi, struktur populasi dan regulasi populasi.
4. Menurut Distribusi Spesies
 - a. Ekologi Evolusioner: kajian tentang masalah pemisahan relung (*niche*) dan terjadinya spesies.
 - b. Ekologi Geografik: kajian tentang distribusi makhluk hidup, paleo-ekologi dan bioma.
5. Menurut Fungsi Fisiologis
 - a. Ekologi Fisiologis: kajian tentang cara-cara organisme memberikan tanggapan dan menyesuaikan diri secara fisiologis terhadap berbagai faktor fisik lingkungan.

Ekologi perairan merupakan cabang ilmu ekologi yang membahas mengenai makhluk hidup dan faktor lingkungannya, sedangkan ekologi sungai dapat diartikan sebagai segala macam interaksi atau hubungan timbal balik dari makhluk hidup dan juga lingkungannya yang mana meliputi kawasan daerah sungai. Ekologi sungai ini meliputi di sepanjang wilayah Daerah Aliran Sungai, dari hulu sungai, badan sungai, dan hilir sungai, bahkan hingga muara sungai (Irawan *et al.*, 2019). Ekologi sungai adalah interaksi dari biota perairan dengan faktor lingkungannya, seperti keberadaan biota perairan yang dipengaruhi oleh faktor fisika dan kimia perairan.

2.4 Pencemaran Air

Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup menyebutkan bahwa,

pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan komponen lainnya ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu air yang telah ditetapkan. Pencemaran air juga dapat diartikan terjadinya penyimpangan dan perubahan sifat-sifat alamiah dari air yang ada di lingkungan hidup manusia (Dewata *et al.*, 2018). Pencemaran air dapat disebabkan oleh berbagai hal yang memiliki karakteristik yang berbeda-beda seperti pembuangan limbah pabrik ke sungai dan pencemaran air oleh sampah yang dapat merusak ekosistem sungai dan dapat menyebabkan banjir. Pencemaran air dapat memengaruhi perubahan struktur dan fungsi ekosistem sungai baik hewan maupun tumbuhan (Sastrawijaya, 2009).

Pencemaran air dan kegiatan manusia seperti membuang sampah dapat menyebabkan tekanan pada lingkungan yang dapat memberikan pengaruh yang berbahaya kepada individu, populasi, komunitas dan ekosistem. Lama-kelamaan komunitas itu akan dikuasai oleh spesies yang dapat hidup unggul, stabil dan mandiri di dalamnya (Irawan, 2012). Pencemaran dalam suatu ekosistem yang cukup banyak akan meracuni organisme di dalamnya. Penurunan dalam keanekaragaman spesies dapat dianggap sebagai suatu tanda ada pencemaran. Menurut Soegianto (2010) sumber pencemaran air dapat diklasifikasikan ke dalam:

1. Sumber tetap atau berasal dari lokasi yang dapat diidentifikasi (*point source*). Sumber tetap adalah semua limbah yang berasal dari sumber yang dapat diidentifikasi dan mudah dikontrol, seperti yang berasal dari tempat *treatment* limbah, *runoff* (limpasan) dari saluran sanitasi dari daerah perkotaan, industri dan tempat-tempat penyembelihan ternak.
2. Sumber tidak tetap (*non point source*), sumber tidak tetap meliputi limbah yang berasal dari *runoff* di daratan, dari atmosfer dan sumber yang sulit diidentifikasi dan sulit dikontrol, meliputi *runoff* sedimen di daratan baik akibat ulah manusia maupun secara alami, *runoff* bahan-bahan kimia seperti pupuk, pestisida dari daerah pertanian, sedimentasi akibat penambangan, tumpahan minyak dan bahan berbahaya lainnya.

2.5 Baku Mutu Air

Baku mutu air merupakan ukuran kadar makhluk hidup, zat dan unsur pencemaran yang ditoleransi keberadaannya pada perairan, sedangkan kelas air merupakan suatu peringkat dari kualitas air yang layak dan bisa dimanfaatkan bagi peruntukan tertentu (Afidah, 2022). Menurut Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, terdapat 4 kelas untuk air antara lain:

1. Kelas satu merupakan air yang kegunaannya atau peruntukannya digunakan untuk air baku air minum dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
2. Kelas dua merupakan air yang kegunaannya atau peruntukannya digunakan untuk prasarana atau sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian dan atau untuk peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
3. Kelas tiga merupakan air yang kegunaannya atau peruntukannya digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
4. Kelas empat merupakan air yang kegunaannya atau peruntukannya digunakan untuk pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Batasan ukuran parameter kualitas perairan tiap kelas air disebutkan dalam Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Baku Mutu Air Sungai

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

Sumber: PP No. 22 Tahun 2021 tentang Baku Mutu Air Sungai

2.6 Makrozoobentos

Bentos merupakan organisme yang hidup di permukaan atau di dalam sedimen dasar suatu badan air (Annisa *et al.*, 2020). Bentos dapat hidup di dalam substrat (lumpur dan pasir), bergerak pada permukaan substrat, menempel pada substrat atau bergerak bebas di bagian dasar perairan. Sebagian atau seluruh siklus hidupnya akan dihabiskan pada dasar perairan (Rijaluddin, 2016).

Zoobentos adalah hewan yang melekat atau beristirahat pada dasar atau hidup di dasar endapan (Odum, 1994 dalam Mar'i *et al.*, 2017). Hewan ini merupakan organisme kunci dalam jaring makanan karena dalam sistem perairan berfungsi sebagai predator, *suspension feeder*, *detritivor*, dan parasit. Zoobentos juga diklasifikasikan berdasarkan ukuran saringan yang digunakan saat memisahkan zoobentos dari substratnya (Bronmark *et al.*, 2005). Berdasarkan ukurannya zoobentos dibedakan menjadi 3 kelompok (tabel 2).

Tabel 2. Zoobentos berdasarkan Ukurannya

Kelompok	Ukuran	Contoh
Mikrofauna	$\leq 0,1$ mm	Protozoa dan bakteri
Meiofauna	0,1-1,0 mm	Oligochaeta
Makrofauna	$\geq 1,0$ mm	Polichaeta, crustacea dan mollusca

Sumber: Bronmark *et al.*, 2005

Makrozoobentos merupakan zoobentos berukuran lebih dari 1 mm. Makrozoobentos adalah makhluk hidup yang tinggal di dasar perairan yang bergantung pada organisme yang tingkatannya lebih rendah. Organisme yang termasuk makrozoobentos diantaranya adalah Crustacea, Isopoda, Oligoseta, Mollusca, Nematoda dan Annelida (Cummins, 1975 dalam Juwita, 2017). Faktor yang memengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos adalah toleransi dan tingkat sensitifnya terhadap kondisi lingkungan, sifat fisika, kimia dan biologi perairan (Dewi, 2021).

Makrozoobentos adalah organisme dasar perairan, yang hidup di permukaan dasar ataupun di dasar perairan. Makrozoobentos dapat hidup pada lumpur, pasir, batu, maupun sampah organik baik di dasar perairan laut, danau, kolam ataupun sungai. Makrozoobentos merupakan hewan melata, menetap, menempel, dan meliang di dasar perairan. Berdasarkan tempat hidupnya, makrozoobentos dapat

bersifat epifauna dan infauna. Epifauna mengartikan bahwa makrozoobentos tersebut hidup di permukaan substrat dan makrozoobentos yang hidup di dalam substrat mengartikan bahwa makrozoobentos tersebut bersifat infauna (Fachrul, 2007). Makrozoobentos berfungsi sebagai bioindikator perairan dikarenakan sifat makrozoobentos yang peka terhadap perubahan lingkungan perairan. Substrat dasar perairan memengaruhi perkembangan makrozoobentos. Sungai berarus deras dengan substrat dasar berupa batu-batuan lebih sering ditemukan filum Arthropoda dan Molluska, sedangkan pada substrat berpasir dan lumpur lebih sering dijumpai filum Annelida dan Molluska (Palealu *et al.*, 2018).

2.7 Parameter Kualitas Air yang Memengaruhi Makrozoobentos

2.7.1 Parameter Fisika

Parameter fisika merupakan parameter yang dapat diamati akibat perubahan fisika air. Parameter fisika yang diamati dalam penelitian ini antara lain suhu, kecerahan, kedalaman, substrat, dan kecepatan arus

a. Suhu

Suhu merupakan salah satu parameter yang memengaruhi pola penyebaran dan kelimpahan biota perairan. Secara umum laju pertumbuhan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu. Dampak yang terjadi akibat peningkatan suhu antara lain penurunan jumlah oksigen terlarut, peningkatan reaksi kimia, maka akan berkurang aktivitas kehidupan organisme perairan tersebut (Wijayanti, 2007). Semakin tinggi suhu suatu perairan yang mendekati dan melebihi ambang batas suhu normal bagi kehidupan makrozoobentos akan berakibat terhadap menurunnya keanekaragaman spesies pada suatu perairan (Bai'un *et al.*, 2021). Suhu 25°C-30°C merupakan suhu yang baik untuk makrozoobentos (Ruswahyuni, 2010).

b. Kecerahan

Banyak tidaknya cahaya yang masuk ke perairan akan memengaruhi tingkat kecerahan, semakin banyak cahaya yang masuk semakin tinggi tingkat kecerahannya. Kecerahan merupakan kondisi cahaya yang mampu menembus lapisan badan perairan dalam tingkat kedalaman tertentu (Saputra *et al.*, 2020).

Kejernihan sangat ditentukan oleh partikel-partikel terlarut dalam lumpur, kemampuan cahaya matahari untuk menembus sampai ke dasar perairan dipengaruhi oleh kekeruhan (*turbidity*) air. Kecerahan perairan tergantung pada warna dan kekeruhan, jika kekeruhan tinggi atau kecerahan rendah dapat mengakibatkan terganggunya sistem osmoregulasi, misalnya pernapasan dan daya lihat organisme akuatik, serta dapat menghambat penetrasi cahaya ke dalam air (Effendi, 2003). Kecerahan merupakan parameter fisika yang penting karena berkaitan erat dengan aktivitas fotosintesis dari alga dan mikrofit, karena makrozoobentos secara langsung maupun tidak langsung memerlukan alga dan mikrofit sebagai sumber makanannya (Ayu, 2009).

c. Kedalaman

Penetrasi cahaya semakin rendah karena meningkatnya kedalaman, sehingga kegiatan fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton ikut berkurang. Hal tersebut secara tidak langsung akan memengaruhi pertumbuhan makrozoobentos di perairan. Menurunnya proses fotosintesis menyebabkan terbatasnya ketersediaan oksigen terlarut dalam air yang berperan dalam proses respirasi makrozoobentos (Muhammad, 2019). Kedalaman suatu perairan akan memengaruhi jumlah jenis, individu dan biomassa makrozoobentos, selain itu juga dapat memengaruhi pola distribusi atau penyebaran makrozoobentos. Kedalaman suatu perairan berhubungan terhadap kelimpahan makrozoobentos, peningkatan kedalaman air diikuti dengan penurunan kelimpahan makrozoobentos, sebaliknya kelimpahan makrozoobentos lebih tinggi di perairan dangkal (Sulistiyarto, 2008).

d. Substrat

Substrat dasar merupakan salah satu faktor ekologis utama yang memengaruhi struktur komunitas makrozoobentos. Substrat dasar berperan penting bagi kehidupan organisme akuatik antara lain sebagai habitat, tempat mencari makan, dan memijah (Nybakken, 1988 dalam Yunitawati *et al.*, 2012). Jenis substrat dapat memengaruhi struktur komunitas makrozoobentos di perairan. Jenis substrat berkaitan dengan kandungan oksigen dan ketersediaan nutrisi dalam sedimen. Pada substrat berpasir, kandungan oksigen relatif lebih besar

dibandingkan dengan substrat yang halus, karena pada substrat berpasir terdapat pori udara yang memungkinkan terjadinya pencampuran yang lebih intensif dengan air di atasnya. Namun tidak terdapat nutrisi dalam substrat berpasir. Sebaliknya pada substrat yang halus, tidak begitu banyak kandungan oksigen namun tersedia nutrisi dalam jumlah yang cukup di dalamnya (Bengen, 2004). Substrat lumpur dan pasir merupakan habitat yang paling disukai makrozoobentos. Makrozoobentos tidak menyukai dasar perairan berupa batuan, namun apabila dasar batuan tersebut memiliki bahan organik yang tinggi maka habitat tersebut kaya akan makrozoobentos. Makrozoobentos terdapat dalam jumlah yang sedikit pada tipe tanah liat. Hal tersebut dikarenakan substrat liat dapat menekan perkembangan dan kehidupan makrozoobentos, karena partikel-partikel liat sulit ditembus oleh makrozoobentos untuk melakukan aktivitas kehidupannya. Selain itu, tanah liat hanya mengandung sedikit unsur hara (Arief, 2003).

e. Kecepatan Arus

Arus merupakan parameter fisika yang penting dan menjadi ciri dari sungai. Kecepatan arus pada ekosistem lotik merupakan faktor pembatas yang utama karena arus berperan dalam penyebaran gas-gas vital, nutrisi, jasad-jasad hidup dan zat-zat tersuspensi lainnya. Pada aliran yang deras dengan dasar yang keras dapat menyediakan permukaan yang cocok untuk organisme baik hewan maupun tumbuhan untuk menempel atau melekat (Firstyananda, 2013). Kecepatan arus akan memengaruhi distribusi sedimen yang nantinya akan membentuk substrat dasar yang akan menjadi habitat bagi hewan makrozoobentos di perairan. Kelimpahan makrozoobentos di perairan dipengaruhi oleh kecepatan arus. Semakin tinggi kecepatan arus maka akan semakin rendah kelimpahan makrozoobentos dalam perairan (Gultom *et al.*, 2018).

2.7.2 Parameter Kimia

Parameter kimia merupakan parameter perairan yang terukur akibat dari adanya reaksi kimia di perairan. Parameter kimia perairan yang diamati dalam penelitian ini antara lain pH, DO (*Dissolved Oxygen*), BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), dan COD (*Chemical Oxygen Demand*).

a. pH

pH merupakan faktor pembatas bagi organisme yang hidup di suatu perairan. Derajat keasaman atau pH air menunjukkan aktivitas ion hidrogen dalam suatu perairan. Nilai pH pada perairan alami berkisar antara 4 sampai 9. Perubahan pH air bergantung pada polutan air, air yang memiliki pH lebih kecil atau lebih besar dari kisaran normal maka akan memengaruhi kehidupan jasad renik (Sagala, 2019). Organisme perairan sangat peka terhadap perubahan pH dan lebih menyukai nilai pH berkisar 7-8,5 (Sellang, 2020). Nilai pH yang mendukung kehidupan makrozoobentos khususnya dari filum Mollusca adalah 5,7 - 8,4. pH maksimum yang dapat ditoleransi oleh makrozoobentos adalah 8,8 (Herawati *et al.*, 2020).

b. DO (*Dissolved Oxygen*)

DO (*Dissolved Oxygen*) adalah jumlah oksigen yang terlarut dalam volume air tertentu pada suatu suhu dan tekanan tertentu. Oksigen merupakan salah satu faktor pembatas, sehingga bila ketersediaannya di dalam air tidak mencukupi kebutuhan biota, maka akan menghambat aktivitas di dalam perairan tersebut. Oksigen terlarut merupakan parameter kualitas air yang penting dalam penentuan kehadiran makhluk hidup dalam air (Djoharam *et al.*, 2018). Apabila nilai DO suatu perairan tinggi, maka semakin baik tingkat kehidupan makrozoobentos yang terdapat pada suatu lokasi (Bai'un *et al.*, 2021). Rendahnya kadar oksigen dapat berpengaruh terhadap fungsi biologis dan lambatnya pertumbuhan, bahkan dapat mengakibatkan kematian. Perairan dikatakan mengalami pencemaran yang serius apabila kadar DO di bawah 4 mg/L. Kadar DO yang rendah dapat memberikan pengaruh yang berbahaya pada komunitas air (Soegianto, 2010). Kisaran DO perairan yang menunjang komunitas makrozoobentos berkisar antara 4-6 mg/L (Marpaung, 2013).

c. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) adalah banyaknya jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme pada saat pemecahan bahan organik pada kondisi aerobik. Bahan organik yang sudah melalui proses pemecahan bahan organik akan dijadikan makanan dan energinya dari proses oksidasi bagi

organisme (Fachrurozi *et al.*, 2010). Parameter kualitas air BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan atau COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan indikasi keberadaan bahan organik pada suatu perairan. Nilai COD pada perairan biasanya lebih besar daripada BOD, meskipun tidak selalu seperti itu (Gunamantha *et al.*, 2012). Semakin tinggi nilai BOD maka akan semakin rendah indeks keanekaragaman, indeks dominansi dan indeks keseragaman (Russo, 2020). Ketika nilai BOD tinggi maka oksigen yang diperlukan organisme semakin besar, hal ini menyebabkan kandungan oksigen terlarut dalam air berkurang sehingga dapat memengaruhi jumlah, serta jenis makrozoobentos. Makrozoobentos dapat hidup pada kisaran BOD dibawah 3 ppm hingga 15 ppm tergantung dengan tingkat sensitifnya. Menurut Trihadiningrum dan Tjondonegoro (1998) dalam Juwita (2017) jenis makrozoobentos Tricoptera (*Sericosmatidae*, *Lepidosmatidae*, *Glossomatidae*) mendiami perairan yang tidak tercemar. Perairan yang tidak tercemar memiliki kandungan BOD < 3 ppm (Herawati *et al.*, 2020), sedangkan makrozoobentos jenis Hirudinae biasa ditemukan di perairan yang tercemar yang memiliki kandungan BOD berkisar 4,9-15 ppm.

d. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengurai bahan-bahan organik yang terdapat pada perairan. COD adalah parameter yang dapat mendeteksi tingkat pencemaran air pada suatu perairan, suatu perairan mempunyai kualitas air yang buruk apabila semakin tinggi nilai COD (Andara *et al.*, 2014). Nilai COD digunakan untuk mengukur pencemaran air yang disebabkan oleh zat-zat organik secara ilmiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis dan proses tersebut akan berdampak berkurangnya oksigen terlarut dalam air (Estikarini *et al.*, 2016). Sumber dari bahan organik berasal dari keberadaan pemukiman penduduk dengan kepadatan yang tinggi, keberadaan bahan organik tersebut dapat menyebabkan tingginya konsentrasi COD dalam air (Komarudin *et al.*, 2015). Semakin tinggi nilai COD maka akan semakin rendah nilai indeks keanekaragaman, indeks dominansi dan indeks keseragaman (Russo, 2020). Nilai COD pada perairan tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/L sedangkan pada perairan tercemar mencapai 200 mg/L

(Effendi, 2003). Berdasarkan hal tersebut diketahui bahwa makrozoobentos dapat hidup di perairan dengan kandungan COD kurang dari 20 mg/L hingga 200 mg/L tergantung pada tingkat sensitif spesies makrozoobentos.

2.8 Bioindikator

Bioindikator terdiri dari kata *bio* dan *indicator*. *Bio* berarti makhluk hidup seperti mikroba, hewan, dan tumbuhan, sedangkan *indicator* adalah variabel yang digunakan dalam menilai suatu kondisi atau status, serta berpeluang untuk dilaksanakan pengukuran dan pengamatan terhadap perubahan yang terjadi dalam jangka waktu tertentu (Septiarila, 2021). Bioindikator sebagai indikator biotik dapat memperlihatkan waktu dan tempat, kondisi alam (bencana alam), dan aktivitas kualitas lingkungan yang berubah karena aktivitas manusia (Roziaty *et al.*, 2017).

Bioindikator atau indikator biologis merupakan taksa atau kelompok organisme yang sensitif dan dapat dijadikan petunjuk bahwa mereka dipengaruhi oleh tekanan lingkungan akibat dari kegiatan manusia dan ekstrusi sistem biotik perairan (Kawuri *et al.*, 2012). Bioindikator sendiri adalah organisme yang mampu memberikan indikasi terhadap lokasi, status, dan kualitas suatu lingkungan. Menurut Harmoko (2019), bioindikator dikelompokkan kedalam tiga kategori berdasarkan penerapannya:

1. Indikator lingkungan, merupakan penggambaran langsung dari komponen biotik dan abiotik yang ada pada lingkungan.
2. Indikator biodiversitas, berfungsi sebagai penunjuk keanekaragaman suatu wilayah.
3. Indikator ekologi, memuat dampak akibat perubahan lingkungan pada suatu habitat, kelompok atau komunitas, dan ekosistem. Indikator ekologi adalah petunjuk yang dipakai dalam melihat perubahan ekosistem yang berasal dari tekanan akibat pemanfaatan lahan oleh manusia.

Bioindikator terbagi menjadi bioindikator pasif dan bioindikator aktif. Bioindikator pasif adalah suatu spesies organisme, penghuni asli di suatu habitat, yang mampu menunjukkan adanya perubahan yang dapat diukur seperti perilaku,

kematian, dan morfologi pada lingkungan yang berubah di biotop (Pratiwi, 2019). Bioindikator aktif adalah organisme yang sangat peka terhadap polutan, sehingga organisme ini biasanya digunakan untuk mengetahui dan mengingat dini adanya polusi (Roziaty *et al.*, 2017). Bioindikator dibagi kedalam tiga jenis organisme:

1. Organisme indikator, berperan sebagai penentu kualitas lingkungan berdasarkan keberadaan suatu spesies di lingkungan seperti menggunakan indeks diversitas.
2. Organisme pemantau, secara aktif dan pasif dapat dilihat melalui pengukuran tingkat kerusakan yang dialami oleh suatu organisme.
3. Organisme uji, berguna dalam menguji penumpukan atau reaksi bahan kimia baik dalam laboratorium maupun lapangan.

2.9 Makrozoobentos Sebagai Bioindikator

Makrozoobentos memiliki peranan penting dalam suatu ekosistem yaitu sebagai bagian penting dalam sistem jaring-jaring makanan ekosistem perairan, baik sungai, danau, pesisir, maupun laut. Makrozoobentos juga berperan penting dalam menentukan kualitas perairan atau bioindikator, melalui keberadaannya, perbandingan jumlah kepadatan antar jenis/kelompok makrozoobentos antar ruang dan waktu dan dominasi taksa tertentu (Merliyana, 2017).

Organisme yang hidup di perairan dapat dijadikan pendeteksi kualitas suatu perairan, atau dikenal dengan bioindikator atau *biological indicator* (Kristanto, 2002). Bioindikator adalah kelompok atau komunitas organisme yang saling berhubungan keberadaan atau perilakunya dengan kondisi lingkungan tertentu sehingga dapat digunakan sebagai petunjuk atau uji kuantitatif (Rachmawati, 2014). Keanekaragaman makrozoobentos sering digunakan untuk menduga ketidakseimbangan lingkungan fisik, kimia dan biologi pada suatu perairan. Perairan yang tercemar akan memengaruhi kelangsungan hidup organisme makrozoobentos karena makrozoobentos merupakan biota air yang mudah terpengaruh oleh adanya bahan pencemar.

Penggunaan organisme sebagai indikator dalam penentuan kualitas air sangat bermanfaat. Hal ini dikarenakan organisme tersebut memberikan reaksi terhadap

keadaan kualitas perairan (Merliyana, 2017). Makrozoobentos merupakan salah satu organisme akuatik menetap di dasar perairan, memiliki pergerakan relatif lambat serta daur hidup relatif lama sehingga memiliki kemampuan merespon kondisi kualitas air secara terus menerus. Menurut Fachrul (2007), kepekaan makrozoobentos terhadap bahan pencemaran dapat dikelompokkan menjadi tiga:

1. Jenis Intoleran, memiliki kisaran toleransi yang sempit terhadap pencemaran dan tidak tahan terhadap tekanan lingkungan, sehingga hanya hidup dan berkembang di perairan yang belum atau sedikit tercemar.
2. Jenis Toleran, mempunyai daya toleran yang lebar, sehingga dapat berkembang mencapai kepadatan yang tinggi dalam perairan yang tercemar berat.
3. Jenis Fakultatif, dapat bertahan hidup terhadap kisaran lingkungan yang agak lebar, antara perairan yang belum tercemar sampai dengan tercemar sedang dan masih dapat hidup pada perairan yang tercemar berat.

Ditunjukkan pada tabel 3, Trihadiningrum dan Tjondonegoro (1998) memberikan ketentuan terhadap status perairan melalui makrozoobentos.

Tabel 3. Makrozoobentos Indikator untuk Menilai Kualitas Air

Tingkat Cemar	Makrozoobentos Indikator
Tidak tercemar	Ticoptera (Sericosmatidae, Lepidosmatidae, Glossomatidae) Planaria
Tercemar ringan	Plecoptera (Perlidae, Peleodidae); Ephemeroptera (Leprophlebiidae, Pseudocoleon, Ecdyomuridae, Caebidae); Trichoptera (Hydropsyshydae, Psychomyidae); Odonata (Gomphidae, Plarucnematidae, Agriidae, Aeshnidae), Coleoptera (Elminthidae)
Tercemar sedang	Mollusca (Pulmonata, Bivalvia); Crustacea (Gammaridae); Odonata (Libellulidae, Cordulidae)
Tercemar	Hirudinae (Glossiphonidae, Hirudinae); Hemiptera
Tercemar agak berat	Oligochaeta (Ubificidae), Diptera (Chironomus thummiplumosus); Syrphidae
Sangat tercemar	Tidak terdapat makrozoobentos

Sumber: Trihadiningrum dan Tjondonegoro (1998)

Makrozoobentos layak dijadikan organisme biomonitoring karena memiliki diversitas yang tinggi dibanding hewan akuatik lainnya (Ramadini, 2019). Organisme ini dapat memonitor dalam berbagai tipe tekanan seperti tekanan

polutan bahan organik, logam berat dan pengkayaan nutrisi. Selain memiliki respon yang kuat terhadap perubahan-perubahan yang terjadi, terdapat beberapa keuntungan yang menjadikan makrozoobentos sebagai indikator kualitas air (Rahayu *et al.*, 2015), diantaranya yaitu:

1. Distribusi makrozoobentos tersebar luas dari wilayah hulu hingga hilir sungai.
2. Hidup yang menetap dengan mobilitas yang terbatas memudahkan dalam pengambilan sampel.
3. Makrozoobentos memiliki ukuran yang relatif besar sehingga tidak menyulitkan dalam mengidentifikasi.
4. Perubahan kondisi lingkungan di perairan sangat memengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos.

2.10 Hasil Penelitian Terdahulu

Tabel 4 menyajikan hasil penelitian terdahulu mengenai makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas air sungai yang menjadi penunjang tersusunnya penelitian ini dan sebagai bahan pertimbangan perbandingan penelitian yang dilakukan.

Tabel 4. Hasil Penelitian Terdahulu

Penulis	Judul	Metode	Hasil
Rachman <i>et al.</i> , 2016 <i>Media Konservasi</i> , 21 (3): 261-269.	Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai di Sub DAS Ciliwung Hulu	Pengambilan makrozoobentos dilakukan dengan meletakkan jala surber menghadap arus air. Bingkai surber diletakkan di dasar perairan kemudian substrat diaduk sehingga biota yang bersembunyi di sekitarnya akan tersangkut dalam jala surber. Makrozoobentos	Kualitas air sungai di ketiga sungai di DAS Ciliwung (Sub DAS Cisukabirus, Sub DAS Cisuren dan Sub DAS Ciseuseupan) secara keseluruhan termasuk kategori tercemar sedang sampai sangat baik. Kualitas terbaik pada sungai di Sub DAS Cisukabirus dengan indeks keanekaragaman 2,07-2,93, indeks

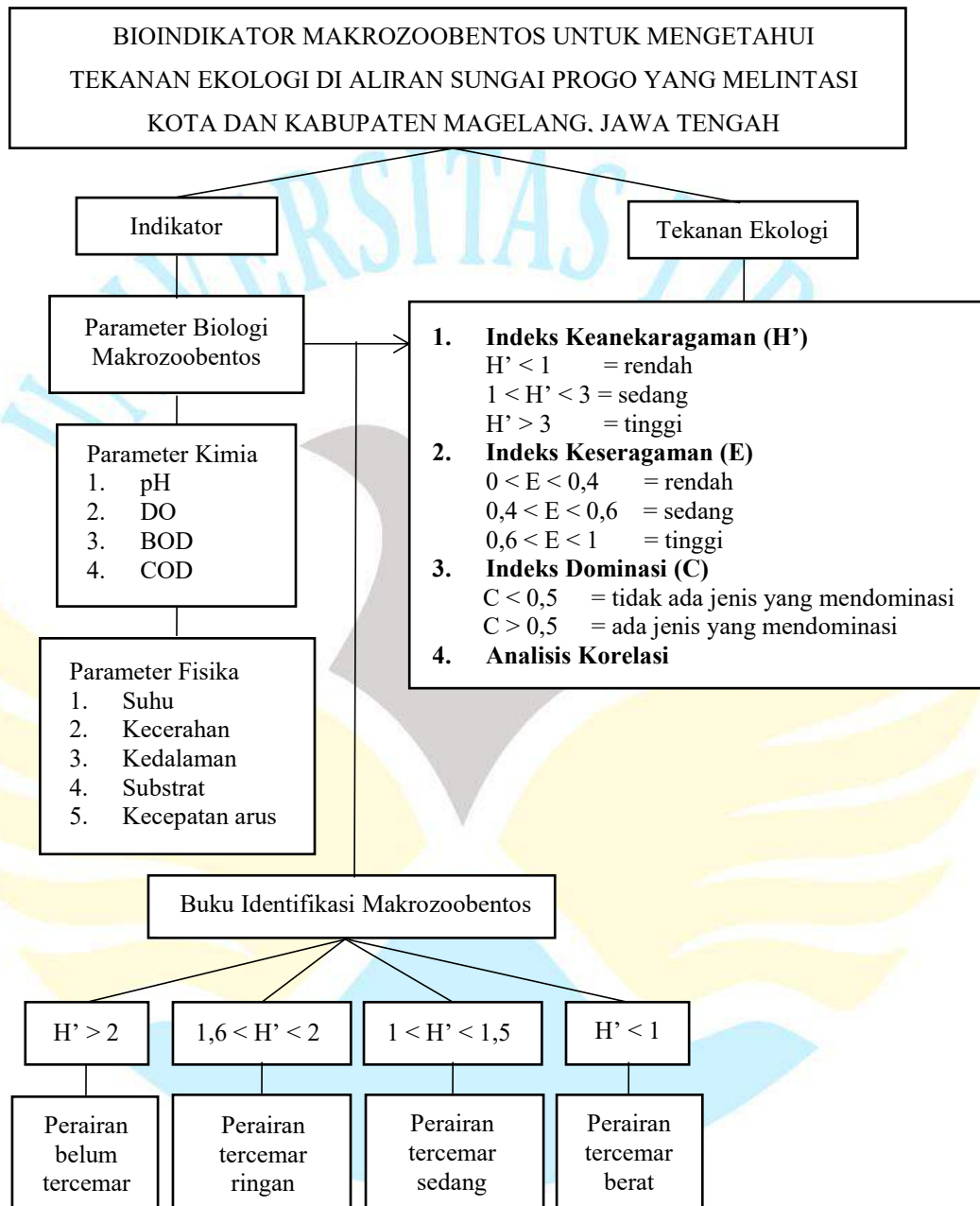
Penulis	Judul	Metode	Hasil
		yang diperoleh diletakkan dalam nampan kemudian dipisahkan antara serasah dengan makrozoobentos. Sampel makrozoobentos dimasukkan dalam botol dan diberi alkohol 70% serta diberi label.	biotik Hilsenhoff 3,96, serta posisi SIGNAL di Kuadran 1, menggambarkan kondisi perairan yang sehat. Hal ini didukung oleh kondisi tutupan lahan permukiman paling kecil, serta masih adanya tutupan hutan.
Fastawa <i>et al.</i> , 2018 <i>Prosiding Seminar Nasional Biotik</i>	Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai Bioindikator Pencemaran di Kawasan Payau Krueng Aceh	Pengambilan sampel dilakukan menggunakan <i>ekman grab</i> dan <i>hand sortil</i> . Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') dan untuk tingkat pencemaran ditetapkan berdasarkan klasifikasi Krebs.	Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh 317 individu yang terdiri dari 16 spesies. Kualitas perairan di kawasan payau Krueng Aceh tercemar sedang berdasarkan indeks keanekaragaman yaitu $H' = 1,501$. Kondisi tersebut disebabkan banyaknya aktivitas masyarakat di kawasan payau Krueng Aceh. Hal ini mengakibatkan terjadinya peningkatan polutan di dalam air sehingga mengakibatkan kualitas perairan tersebut tercemar.
Pelealu <i>et al.</i> , 2018 <i>Jurnal Ilmiah Sains</i> , 18 (2).	Kelimpahan dan Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Air Terjun Tunan, Talawaan, Minahasa Utara, Sulawesi Utara	Pengambilan sampel makrozoobentos dilakukan menggunakan jaring surber berukuran 25 x 40 cm yang dilengkapi	Makrozoobentos yang ditemukan sebanyak 379 individu yang terdiri dari 3 filum, 3 kelas, 10 bangsa, 20 tabel, dan 23 marga. Indeks keanekaragaman

Penulis	Judul	Metode	Hasil
		dengan jaring penampung. Surber diletakkan menghadap arah arus, kemudian sedimen yang ada di bagian luasan petak dikeruk dan digosok agar makrozoobentos dan sedimen tertampung dalam jaring surber. Hasil yang diperoleh dimasukkan dalam plastik berlabel dengan diberi alkohol 70%.	tertinggi pada stasiun 1 (2,69), kemudian diikuti stasiun 2 (2,31) dan terendah pada stasiun 3 (1,94). Rendahnya indeks keanekaragaman pada stasiun 3 dikarenakan pada stasiun ini terdapat perkebunan dan peternakan ayam.
Mulia <i>et al.</i> , 2015 <i>Unnes Journal of Life Science</i> , 4 (2): 73-78.	Keanekaragaman Spesies Makrozoobentos sebagai Indikator Kualitas Air Sungai Kreo Sehubungan dengan Keberadaan TPA Jatibarang	Pada penelitian ini ditentukan tujuh stasiun pengambilan sampel dengan 3 kali ulangan di tiap stasiunnya. Pengambilan sampel makrozoobentos dilakukan menggunakan alat keruk sederhana. Substrat dan makrozoobentos yang diambil kemudian diayak menggunakan ayakan makrozoobentos ukuran 0,5 x 0,5 mm, hasil yang diperoleh dimasukkan kedalam kantong plastik dan diawetkan	Ditemukan 25 jenis makrozoobentos dengan keanekaragaman spesies tergolong rendah hingga sedang. Hal ini diduga adanya tekanan ekologis yang cukup tinggi karena adanya masukan limbah yang berbahaya bagi kelangsungan hidup makrozoobentos yang mengakibatkan kematian makrozoobentos. Berdasarkan hal tersebut diketahui bahwa kualitas air Sungai Kreo dapat dikategorikan ke dalam sungai yang tercemar sedang sampai berat.

Penulis	Judul	Metode	Hasil
		menggunakan alkohol 70%. Sampel yang diperoleh diidentifikasi menggunakan buku-buku identifikasi.	
Syafiya <i>et al.</i> , 2019 <i>J. Manusia & Lingkungan</i> , 26(2): 52-61.	Komunitas Makrozoobentos di Kawasan Penambangan Pasir di Sungai Progo	Penelitian dilakukan di tiga bagian sungai yaitu bagian hulu, tengah dan hilir. Pada masing-masing bagian ditentukan satu titik sampling dan sampel dicuplik sebanyak lima kali ulangan. Sampel sedimen dicuplik sebanyak \pm 500 g dengan menggunakan <i>Petersen dredge</i> 1L. Cuplikan sampel kemudian diberi formalin dan disaring menggunakan saringan bertingkat. Sampel yang diperoleh kemudian diberi alkohol 70% dan diamati dengan mikroskop serta diidentifikasi menggunakan buku identifikasi.	Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diperoleh 24 jenis makrozoobentos yang ditemukan di bagian hulu, tengah, dan hilir Sungai Progo. Berdasarkan hasil penelitian diketahui indeks diversitas Shannon-Wiener dengan nilai antara 1 dan 3 pada ketiga titik sampling menunjukkan bahwa tingkat keanekaragaman sedang. Indeks dominansi Simpson di ketiga titik sampling lebih mendekati nilai 0 yang menunjukkan bahwa tidak adanya kelimpahan atau ketidaksamarataan. Hal tersebut menggambarkan bahwa ketiga bagian sungai masih dalam kondisi baik.

2.11 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian memberikan gambaran yang dilaksanakan dalam penelitian. Kerangka penelitian dalam penelitian ini disajikan dalam gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Tingkat kualitas perairan Sungai Progo dapat dilihat berdasarkan keberadaan makrozoobentos serta parameter fisika dan kimia perairan. Untuk mengetahui tekanan ekologi yang terjadi dalam Sungai Progo dilakukan analisis mengenai

indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, indeks dominansi makrozoobentos, serta kondisi kualitas air Sungai Progo. Berdasarkan data yang telah diperoleh dapat diambil hasil akhir berupa tingkat kualitas air Sungai Progo.



III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2022 bertempat di Sungai Progo, Magelang, Jawa Tengah. Penelitian dilakukan dengan mengambil sampel air di Sungai Progo pada 3 titik stasiun penelitian. Pengecekan kualitas air meliputi BOD dan COD dilakukan di UPT Laboratorium Kesehatan Kota Magelang. Identifikasi makrozoobentos dilakukan di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Tidar.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 5 dan 6.

Tabel 5. Alat Penelitian

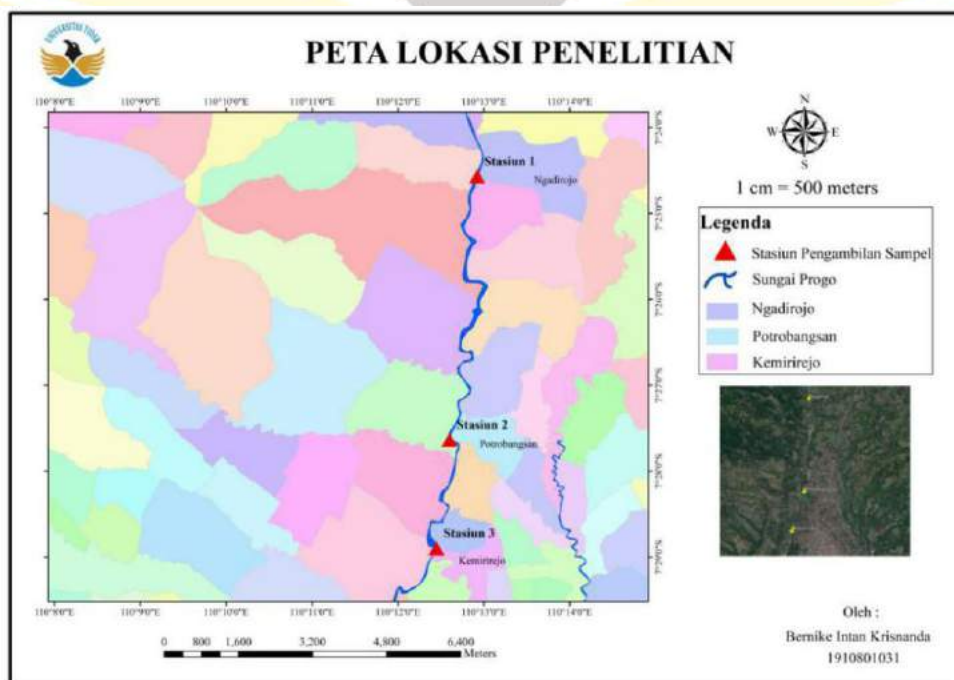
Alat	Jumlah	Fungsi
<i>Thermometer</i>	3 buah	Mengukur suhu air
<i>Secchi disk</i>	2 buah	Mengukur kecerahan air
Tali berskala	3 buah	Mengukur kedalaman air
Botol bertali	3 buah	Mengukur kecepatan arus
pH meter	3 buah	Mengukur pH air
DO meter	1 buah	Mengukur DO air
Mikroskop	1 buah	Mengidentifikasi makrozoobentos
Jaring halus	3 buah	Menyaring makrozoobentos
Pipa paralon	3 buah	Mengumpulkan makrozoobentos
Botol sampel	3 buah	Sebagai wadah sampel air
Toples	9 buah	Sebagai wadah sampel makrozoobentos
<i>Cooling box</i>	2 buah	Membawa sampel air
<i>Stopwatch</i>	3 buah	Mengukur waktu kecepatan arus
Meteran	3 buah	Mengukur jarak
Oven	1 buah	Mengeringkan sampel substrat
Sekop	1 buah	Mengambil sampel substrat
Plastik klip	3 buah	Sebagai wadah sampel substrat
Ayakan bertingkat	1 buah	Sebagai pemisah ukuran sampel substrat
Timbangan analitik	1 buah	Menimbang sampel substrat
Alat tulis	3 buah	Mencatat hasil penelitian
Penggaris	3 buah	Mengukur sampel makrozoobentos
Kamera	1 buah	Mendokumentasikan penelitian
Buku identifikasi makrozoobentos	1 buah	Sebagai acuan dalam mengidentifikasi makrozoobentos

Tabel 6. Bahan Penelitian

Bahan	Jumlah	Fungsi
Alkohol 70%	1,5 liter	Mengawetkan makrozoobentos yang diperoleh
Kertas label	1 bungkus	Memberi tanda pada botol sampel
Es batu	1 pak	Mempertahankan suhu dalam <i>cooling box</i>

3.3 Metode Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah metode *purposive sampling*. Metode *purposive sampling* merupakan teknik dalam pengambilan sampel dengan mempertimbangkan aspek tertentu. Setiap titik lokasi yang dijadikan untuk pengambilan sampel mempunyai kriteria-kriteria khusus yang nantinya akan mendukung penelitian sehingga peneliti mendapatkan sumber yang konkret (Sugiyono, 2015). Penentuan titik stasiun pengambilan sampel ditentukan berdasarkan kegiatan masyarakat di sekitar lokasi, penerimaan limbah, dan kondisi lingkungannya. Terdapat 3 titik stasiun pengambilan sampel dan masing-masing stasiun memiliki 3 titik pengambilan sampel yaitu titik tepi kanan, titik tengah, dan titik tepi kiri sungai.



Gambar 2. Lokasi Penelitian
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022

Tabel 7. Deskripsi Stasiun Pengamatan

Stasiun	Deskripsi	Titik Koordinat
I	Stasiun I berada di wilayah Ngadirojo, Kecamatan Secang, Kabupaten Magelang. Stasiun I merupakan lokasi yang dikelilingi oleh lahan pertanian dan menerima limbah pertanian.	-7,4092126 LS dan 110,2156977 BT
II	Stasiun II berada di wilayah Potrobangsari, Kota Magelang, Jawa Tengah. Stasiun II merupakan lokasi yang dikelilingi oleh daerah pemukiman dan lahan pertanian sehingga menerima hasil pertanian dan pemukiman.	-7,4605972 LS dan 110,210446 BT
III	Stasiun III berada di wilayah Kemirirejo, Kota Magelang, Jawa Tengah. Stasiun III merupakan lokasi yang melintasi daerah pemukiman dan perkotaan sehingga menerima hasil pemukiman dan perkotaan.	-7,4814714 LS dan 110,2076209 BT

3.4 Jenis Data

Jenis data pada penelitian ini meliputi:

1. Data Primer

Data primer adalah data yang didapatkan dengan cara langsung. Data primer penelitian ini diperoleh dengan cara observasi atau pengamatan langsung ke lapangan mengenai parameter fisika meliputi suhu ($^{\circ}\text{C}$), kecerahan (meter), kedalaman (meter), substrat, dan kecepatan arus (m/s). Parameter kimia meliputi pH, DO (mg/L), BOD (mg/L), dan COD (mg/L). Parameter biologi yaitu makrozoobentos.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung. Data sekunder diperoleh dari berbagai literatur (jurnal/*textbook*), hasil penelitian terdahulu, serta sumber bacaan lain yang berkaitan dengan topik penelitian sehingga dapat dijadikan acuan dalam penulisan. Data sekunder pada penelitian ini yaitu menggunakan buku identifikasi yang berjudul "*Benthic Macroinvertebrate*" yang ditulis oleh Smith *et al.*, (2020).

3.5 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel pada penelitian ini meliputi:

3.5.1 Parameter Biologi

Parameter biologi dalam penelitian ini adalah makrozoobentos. Sampel makrozoobentos diambil pada tiga titik pengambilan sampel setiap stasiun menggunakan pipa paralon dengan diameter 2 inchi dengan cara membenamkan pipa paralon ke dalam substrat perairan sedalam 20 cm (Ramadini, 2019). Sampel makrozoobentos juga diperoleh dari balik substrat batu di area stasiun penelitian. Substrat dan sampel makrozoobentos yang telah didapat selanjutnya diayak menggunakan jaring halus dengan ukuran mata jaring 1 mm. Makrozoobentos yang ditemukan dibersihkan kemudian dimasukkan dalam toples dan diawetkan dengan alkohol 70% (Sudia *et al.*, 2020). Sampel diidentifikasi menggunakan buku identifikasi berjudul "*Benthic Macroinvertebrate*" yang ditulis oleh Smith *et al.*, (2020). Identifikasi dilakukan di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Tidar.

3.5.2 Parameter Fisika

Parameter fisika merupakan parameter yang diamati berdasarkan perubahan fisika air. Parameter fisika yang diukur dalam penelitian ini meliputi suhu, kecerahan, kedalaman, substrat, dan kecepatan arus.

1. Suhu

Pengukuran suhu dilakukan dengan alat *thermometer* menurut SNI 6989.23-2005 dengan cara *thermometer* pada bagian pangkalnya diikat dengan tali lalu dicelupkan masuk ke bagian atas perairan dan didiamkan 2-5 menit hingga *thermometer* menunjukkan nilai stabil. Mencatat pembacaan skala dari *thermometer* tanpa mengangkat terlebih dahulu *thermometer* dari air. Satuan yang digunakan dalam pengukuran suhu adalah °Celcius.

2. Kecerahan

Pengukuran kecerahan dilakukan dengan menggunakan *secchi disk*. Metode pengukuran dilakukan dengan cara *secchi disk* dimasukkan pada perairan sampai terlihat samar, kemudian melihat angka yang terdapat pada tali pengukur *secchi disk*. Hasil yang diperoleh kemudian dimasukkan dalam rumus kecerahan dan

catat hasil yang diperoleh (Pingki *et al.*, 2021). Satuan dalam pengukuran kecerahan adalah meter.

Rumus:

$$\text{Kecerahan} = \frac{D1 + D2}{2}$$

Keterangan:

D1 = kedalaman *secchi disk* saat tidak terlihat (m)

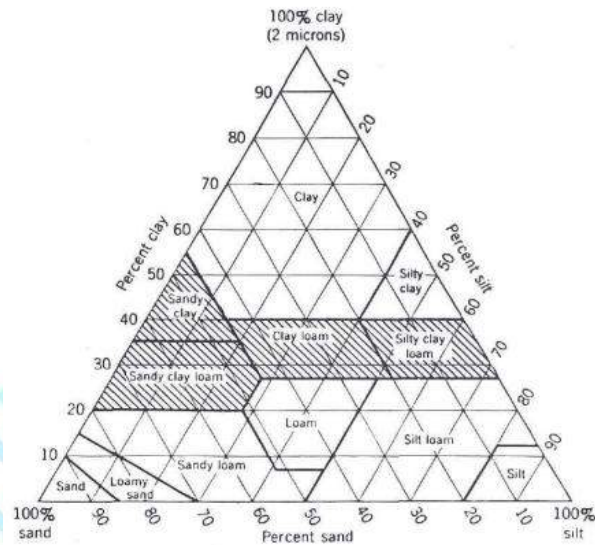
D2 = kedalaman *secchi disk* saat mulai tampak kembali (m)

3. Kedalaman

Pengukuran kedalaman air dilakukan dengan menggunakan alat berupa tali berskala yang diberikan pemberat. Pengukuran dilakukan dengan cara memasukkan alat tersebut kedalam perairan lalu dicatat angka yang berada pada tali dalam satuan meter, hasil yang diperoleh dimasukkan dalam tabel hasil pengamatan (SOP Pengukuran Debit dan Total Padatan Terlarut, 2020).

4. Substrat

Untuk mengetahui jenis substrat dilakukan pengambilan substrat dari tiap stasiun penelitian dengan sekop kemudian dimasukkan dalam plastik klip. Selanjutnya sampel substrat dibawa ke laboratorium untuk dilakukan analisis mengenai diameter ukuran butir. Langkah yang dilakukan dalam analisis substrat adalah dengan cara sampel substrat diletakkan dalam *aluminium foil* yang dibentuk menyerupai mangkok sebanyak 100 gram, kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan panas 80°C selama 5 jam. Setelah kering, sampel substrat dikeluarkan dari oven dan ditimbang kembali beratnya. Sampel tersebut kemudian diayak menggunakan ayakan bertingkat dengan ukuran ayakan bertingkat terdiri dari 1 mm, 0,6 mm, 0,125 mm, 0,063 mm, dan 0,045 mm. Hasil yang diperoleh dapat digunakan untuk mengetahui persentase berat dan penamaan jenis substrat dengan mengikuti cara segitiga shepard (Lutfitasari, 2015).



Gambar 3. Segitiga Shepard
Sumber: Lutfitasari, 2015

Tabel 8. Diameter Ukuran Butir Sedimen

Diameter Ukuran Butir (mm)	Phi (ϕ)	Partikel
4,75	-2	Kerikil (<i>Pebble</i>)
2	-1	Pasir sangat kasar (<i>very coarse sand</i>)
0,85	0	Pasir kasar (<i>coarse sand</i>)
0,6	1	Pasir kasar (<i>coarse sand</i>)
0,425	1	Pasir sedang (<i>medium sand</i>)
0,25	2	Pasir sedang (<i>medium sand</i>)
0,15	3	Pasir halus (<i>Fine sand</i>)
0,075	4	Pasir sangat halus (<i>very fine sand</i>)
< 0,075	5	Lanau

Sumber: Lutfitasari, 2015

5. Kecepatan Arus

Kecepatan arus diukur menggunakan alat sederhana berupa botol yang diberi tali dan *stopwatch* yang digunakan untuk menghitung waktu. Alat sederhana dimasukkan ke perairan dan dibiarkan mengalir dengan batasan waktu tertentu. Untuk mengetahui kecepatan arus maka dilakukan perhitungan menggunakan rumus kecepatan arus (Ferawati *et al.*, 2014). Hasil yang diperoleh dicatat dan dinyatakan dalam m/s.

Rumus kecepatan arus:

$$V = \frac{S}{T}$$

Keterangan:

V = Kecepatan (m/s)

S = Jarak (m)

T = Waktu (s)

3.5.3 Parameter Kimia

Parameter kimia merupakan parameter yang diketahui kadar zatnya. Parameter kimia yang diukur dalam penelitian ini meliputi pH, DO, BOD dan COD.

1. pH

pH perairan diukur menggunakan pH meter sesuai SNI 6989.11-2019 dengan cara membilas elektroda dengan air bebas mineral, selanjutnya dikeringkan dengan tisu halus. Kemudian elektroda pH meter dimasukkan ke perairan lalu hasil pengukuran dapat dilihat apabila alat tersebut telah menunjukkan angka yang stabil. Angka yang diperoleh dicatat dalam tabel hasil pengamatan.

2. DO

DO diukur dengan menggunakan alat DO meter yang telah dikalibrasi. Pengukuran dilakukan dengan cara mengambil sampel air yang akan diukur dan dimasukkan dalam gelas DO meter kemudian tunggu hingga angka pada DO meter stabil (Mariyam *et al*, 2004). Hasil yang diperoleh dicatat dan dinyatakan dalam satuan mg/L.

3. BOD dan COD

Pengukuran BOD dan COD dilakukan di Laboratorium Kesehatan Kota Magelang. Pengambilan sampel air dilakukan secara langsung dengan botol dimasukkan ke dalam kolom perairan hingga botol terisi penuh kemudian botol ditutup rapat diberi label dan dimasukkan ke dalam *cooling box* yang berisikan es batu kemudian botol siap dibawa ke laboratorium (Solihudin *et al.*, 2011). Hasil yang diperoleh dinyatakan dengan satuan mg/L.

3.6 Metode Analisis Data

Metode analisis data pada penelitian ini menggunakan analisis statistik deskriptif. Statistik deskriptif yang digunakan untuk menganalisis data dengan

cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul (Setyowati *et al.*, 2010). Gambaran data yang diperoleh dari hasil pendataan di lapangan atau di laboratorium disajikan ke dalam tabel, grafik, menemukan nilai pemusatan dan nilai penyebaran (Ismiyati *et al.*, 2004). Untuk parameter kualitas air meliputi parameter fisika, kimia, dan biologi disajikan dalam bentuk tabel.

Tahap analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi analisis indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E), indeks dominansi (C), dan analisis korelasi.

1. Indeks Keanekaragaman (H')

Indeks ini digunakan untuk mengetahui keanekaragaman jenis biota perairan. Rumus indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (Krebs, 1989) dalam Sobari *et al.*, (2020) sebagai berikut:

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

Keterangan:

H' = indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

p_i = n_i/N

n_i = jumlah taxa ke- i

N = jumlah total individu

Berdasarkan rumus diatas kriteria dari indeks keanekaragaman Shannon-Wiener:

$H' < 1$ = keanekaragaman rendah

$1 < H' < 3$ = keanekaragaman sedang

$H' > 3$ = keanekaragaman tinggi

Menurut Sastrawijaya (2009), nilai indeks keanekaragaman makrozoobentos dapat digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran (tabel 9).

Tabel 9. Klasifikasi Derajat Pencemaran berdasarkan Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos

Derajat Pencemaran	Indeks Keanekaragaman
Tercemar berat	< 1,0
Tercemar sedang	1,0-1,6
Tercemar ringan	1,6-2,0
Tidak tercemar	>2,0

Sumber: Sastrawijaya, 2009

2. Indeks Keseragaman (E)

Indeks keseragaman merupakan ukuran jumlah individu antar spesies dalam suatu komunitas makrozoobentos. Tingkat keseragaman dapat dihitung dengan rumus indeks keseragaman menurut Krebs (1978) dalam Sobari *et al.*, (2020):

$$E = \frac{H'}{H_{maks}}$$

Keterangan:

- E = indeks keseragaman
- H' = indeks keanekaragaman
- Hmaks = ln S
- S = jumlah jenis yang ditemukan

Menurut Krebs (1989) dalam Munandar *et al.*, (2016) kriteria tingkat keseragaman spesies berdasarkan indeks keseragaman (E) adalah sebagai berikut:

- $0 < E < 0,4$ = keseragaman rendah
- $0,4 < E < 0,6$ = keseragaman sedang
- $0,6 < E < 1$ = keseragaman tinggi

3. Indeks Dominansi (C)

Indeks dominansi digunakan untuk memperoleh informasi mengenai famili yang mendominasi dalam suatu komunitas. Untuk melihat adanya dominasi oleh jenis tertentu digunakan rumus indeks dominansi Simpson (Odum, 1971) dalam Sobari *et al.*, (2020) yang dihitung dengan rumus:

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

Keterangan:

- C = indeks dominansi
- n_i = jumlah individu
- N = jumlah total individu

Dengan kategori indeks dominansi:

- C mendekati 0 ($C < 0,5$) = tidak ada jenis yang mendominasi
- C mendekati 1 ($C > 0,5$) = ada jenis yang mendominasi

4. Analisis Korelasi

Analisis korelasi merupakan metode statistika yang digunakan dalam menentukan suatu besaran yang menyatakan adanya hubungan kuat pada suatu variabel dengan variabel lain (Uma dan Roger, 2016). Analisis korelasi dilakukan untuk mengetahui korelasi antara parameter fisika dan kimia air Sungai Progo dengan keanekaragaman spesies makrozoobentos. Analisis korelasi dilakukan berdasarkan Korelasi *Pearson* dengan metode komputerisasi aplikasi IBM SPSS *Statistic 26*. Rumus yang digunakan untuk menghitung Koefisiensi Korelasi *Pearson* menurut Windarto (2020):

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

Keterangan:

- r = koefisien korelasi
- n = banyaknya data
- x = parameter kualitas air
- y = keanekaragaman makrozoobentos

Korelasi *Pearson* digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan dua variabel dan mengetahui bentuk hubungan antara dua variabel tersebut dengan hasil yang sifatnya kuantitatif. Tingkat hubungan dari nilai korelasi yang dihasilkan dapat dikategorikan seperti pada tabel 10.

Tabel 10. Interval Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00-0,199	Sangat Lemah
0,20-0,399	Lemah
0,40-0,599	Sedang
0,60-0,799	Kuat
0,80-1,00	Sangat Kuat

Sumber: Sugiyono, 2013

Bentuk hubungan dalam Korelasi *Pearson* merupakan bentuk korelasi *linear* positif ataupun *linear* negatif. Korelasi *Pearson* adalah salah satu dari pengujian korelasi yang digunakan dalam mengetahui derajat keeratan hubungan dua variabel yang memiliki interval atau rasio, berdistribusi normal, serta

mengembalikan nilai koefisien dengan rentang nilai antara -1, 0 dan 1 (Zhang *et al.*, 2020). Berikut merupakan penjelasan mengenai bentuk hubungan antar 2 variabel Korelasi *Pearson*.

a. Korelasi *Linear* Positif (1)

Perubahan salah satu nilai variabel diikuti perubahan nilai variabel lainnya secara teratur dengan arah yang sama.

- Jika nilai variabel x mengalami kenaikan, maka variabel y akan ikut naik.
- Jika nilai variabel y mengalami penurunan, maka variabel x akan ikut turun.
- Apabila nilai koefisien korelasi mendekati +1 (positif 1) berarti pasangan data variabel x dan variabel y memiliki korelasi *linear* positif yang kuat/erat.

b. Korelasi *Linear* Negatif (-1)

Perubahan salah satu nilai variabel diikuti perubahan nilai variabel lainnya secara teratur dengan arah yang berlawanan.

- Jika nilai variabel x mengalami kenaikan, maka variabel y akan turun.
- Jika nilai variabel x mengalami penurunan, maka nilai variabel y akan naik.
- Apabila nilai koefisien korelasi mendekati -1 (negatif satu) maka hal ini menunjukkan pasangan data variabel x dan variabel y memiliki korelasi *linear* negatif yang kuat/erat.
- Kenaikan nilai variabel yang satunya kadang diikuti dengan penurunan variabel lainnya atau kadang diikuti dengan kenaikan variabel yang lainnya. Arah hubungannya tidak teratur, kadang-kadang searah, kadang-kadang berlawanan.

c. Korelasi 0

Apabila nilai koefisien korelasi mendekati 0 (nol) berarti pasangan data variabel x dan variabel y memiliki korelasi yang sangat lemah atau berkemungkinan tidak berkorelasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Afidah, F. 2022. Studi Kelayakan Air Sungai Sengkareng untuk Kegiatan Budidaya. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Tidar.
- Ahmad, R. 2004. *Kimia Lingkungan*. Jakarta: Andi.
- Ali, M., Aida, S. N. 2017. Kualitas Fisika dan Kimia Air Waduk Batutegi Lampung. *Kinetika*, 8 (2): 25-32.
- Al-Shami, S. A., Salmah, M. R. C., Abu, H. A., Suhaila, A. H., Azizah, M. N. S. 2011. *Influence of Agriculture, Industrial, and Antropogenic Stresses on the Distribution and Diversity of Macroinvertebrates in Juru River Basin, Penang, Malaysia*. *Journal of Ecotoxicology and Enviromental Safety*, 74 (5): 1195-1202.
- Andara, D. R., Haeruddin, Suryanto, A. 2014. Kandungan Total Padatan Tersuspensi, *Biochemical Oxygen Demand* dan *Chemical Oxygen Demand* serta Indeks Pencemaran Sungai Klampisan di Kawasan Industri Candi, Semarang. *Diponegoro Journal of Maquares*, 3 (3): 177-187.
- Annisa, S., Sakira, S., Lisna, S. 2020. Keanekaragaman Benthos di Perairan Pantai Kaca Kacu Deudap Pulo Aceh, Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*.
- Apriadi, T., Muzammil, W., Melani, W. R., Safitri, A. 2020. Struktur Komunitas Makrozoobentos di Aliran Sungai Senggarang, Pulau Bintan, Kepulauan Riau. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan Pesisir dan Perikanan*, 9 (1): 119-130.
- Arief, A. M. P. 2003. *Hutan Mangrove Fungsi dan Manfaatnya*. Yogyakarta: Kanisius.
- Asry, A., Djayus, Y., Harahap, Z. A. 2016. Komunitas Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Kecamatan Pantai Labu Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Aquacoastmarine*, 2 (3): 151-165.
- Atima, W. 2015. BOD dan COD sebagai Parameter Pencemaran Air dan baku Mutu Air Limbah. *Jurnal Biologi Science dan Education*, 4 (1): 83-93.
- Ayu, W. F. 2009. Keterkaitan Makrozoobentos dengan Kualitas Air dan Substrat di Situ Rawa Besar, Depok. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Bai'un, N. H., Riyantini, I., Mulyani, Y., Zallesa, S. 2021. Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai Indikator Kondisi Perairan di Ekosistem Mangrove Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 5 (2): 227-238.

- Bengen, D. G. 2004. Ekosistem dan Sumberdaya Pesisir dan Laut secara Terpadu dan Berkelanjutan. *Prosiding Pelatihan Pengelolaan Wilayah Pesisir Terpadu*.
- Bima, S., Izmiarti., Nofrita. 2022. *Bioassessment* Kualitas Air dengan Menggunakan Makrozoobentos di Sungai Batang Arau, Kota Padang. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 10 (2): 70-77.
- Boyd, C. E. 2015. *Water Quality*. Switzerland: Springer.
- Bronmark, C., Hansson, L. A. 2005. *The Biology of Lakes and Ponds*. Oxford University Press, New York.
- Brower, J., Jerrold, Z., Ende, C. V. 1990. *Field and Laboratory Methods for General Zoology*. United States of America: W.M.C Brown Publisher.
- Chin, D. A. 2006. *Water-Quality Engineering in Natural Systems*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Cummins, K. W. 1975. *Macroinvertebrates*, dalam Whitton, B. A. eds. *River Ecok*, Vol. 2 Blackwell scientific Publication. Oxford. London.
- Dewata, I., Danhas, Y. H. 2018. *Pencemaran Lingkungan*. Depok: Rajawali Press.
- Dewi, T. A. R. 2021. Studi Hubungan Kualitas Perairan dengan Indeks Ekologi Biota Akuatik di Kawasan Estuari Pantai Permata Pilang Probolinggo. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- Dharmawibawa, I. D., Fitriani, H., Hunaepi. Analisis Kualitas Air Sungai Ancar dalam Upaya Bioremediasi Perairan. *Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika dan IPA*, 2 (2): 101-120.
- Diantari, N. P. R., Ahyadi, H., Rohyani, I. S., Suana, I. W. 2017. Keanekaragaman Serangga Ephemeroptera, Plecoptera, dan Trichoptera sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Sungai Jangkok, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 13 (3): 135-142.
- Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Magelang. 2008. Status Lingkungan Hidup Kabupaten Magelang.
- Dinas Lingkungan Hidup Kota Magelang. 2021. Indeks Lingkungan Hidup Kota Magelang.
- Djoharam, V., Riani, E., Yani, M. 2018. Analisis Kualitas Air dan Daya Tampung Beban Pencemar Sungai Pesanggrahan di Wilayah Provinsi DKI Jakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 8 (1): 127-133.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.

- Emiyarti. 2004. Karakter Fisika Kimia Sedimen dan Hubungannya dengan Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Teluk Kendari. *Tesis*. Program Pasca Sarjana. IPB. Bogor.
- Estikarini, H. D., Hadiwidodo, M., Luvita, V. 2016. Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Tekstil dengan Metode Ozonasi. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5 (1): 1-11.
- Fachrul, M. F. 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Fachrurozi, M., Utami, L. B., Suryani, D. 2010. Pengaruh Variasi Biomassa PistastratiotesL terhadap Penurunan Kadar BOD, COD, TSS Limbah Cair Tahu di Dusun Klero Sleman Yogyakarta. *Jurnal KESMAS UAD*, 4 (1).
- Fajri, N. E., Kasry, A. 2013. Kualitas Perairan Muara Sungai Siak Ditinjau dari Sifat Fisik-Kimia dan Makrozoobentos. *Berkala Perikanan Terubuk*, 41 (1): 37-52.
- Fastawa., Agustina, E., Kamal, S. 2018. Keanekaragaman Makrozoobenthos sebagai Bioindikator Pencemaran di Kawasan Payau Krueng Aceh. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*.
- Feminella., Flynn. 1999. *The Alabama Watershed Demonstration Project: Biotic Indicator of Water Quality*. Alabama: Auburn Universities.
- Ferawati, E., Widayartini, D. S., Insan, I. 2014. Studi Komunitas Rumput Laut pada Berbagai Substrat di Perairan Pantai Permisian Kabupaten Cilacap. *Scripta Biologica*, 1(1): 55-60.
- Firstyananda, P. 2013. Komposisi dan Keanekaragaman Makrozoobentos di Tiga Lokasi Aliran Sungai Sumber Kuluhan Jabung, Kabupaten Magetan. *Skripsi*. Universitas Airlangga.
- Fisesa, E. D., Setyobudiandi, I., Krisanti, M. 2014. Kondisi Perairan dan Struktur Komunitas Makrozoobentos di Sungai Belumai Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Depik*, 3 (1): 1-9.
- Gazali, A., Suheriyanto, D., Romaidi. 2014. Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Ranu Pani - Ranu Regulo di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru. *Jurnal Biologi*, 86-91.
- Goldman, C. R., Horne, A. J. 1984. *Limnology*. Mc. Graw Hill. International Book Company, Tokyo.
- Gultom, C. R., Muskananfolo, M. R., Purnomo, P. W. 2018. Hubungan Kelimpahan Makrozoobentos dengan Bahan Organik dan Tekstur Sedimen di Kawasan Mangrove di Desa Bedono Kecamatan Sayung Kabupaen Demak. *Journal of Maquares*, 7 (2): 172-179.
- Gunamantha, I. M., Suryaputra, I. G. N. A. 2012. *Buku Ajar Analisis Air*. Bali: Indhiksa Press.

- Harmoko, dan Sepriyaningsih. 2019. *Bioindikator Sungai dengan Mikroalga*. Yogyakarta: Deepublish.
- Hartini, H., Arthana, I. W., Wiryatno, J. 2012. Struktur Komunitas Makrozoobentos pada Tiga Muara Sungai sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Pesisir Pantai Ampean dan Pantai Tanjung Karang Kota Mataram Lombok. *Jurnal Ecotrophic*, 7 (2): 116-125.
- Herawati, H., Patria, E., Hamdani, H., Rizal, A. 2020. *Macrozoobenthos Diversity as a Bioindicator for the Pollution Status of Citarik River, West Java*. *IOP Conf. Ser.: Earth and Environmental Science* 535.
- Ihlas. 2001. Struktur Komunitas Makrozoobentos pada Ekosistem Hutan Mangrove di Pulau Sarapa Kecamatan Liukang Tupabiring Kabupaten Pangkep Sulawesi Selatan. *Aqua Marine*, 35-42.
- Irawan, R. H., Ramadhani, R. A., Helilintar, R., Krisnawati, N. M. 2019. *Melindungi Ekologi Sungai dengan Teknologi Informatika*. Malang: Literasi Nusantara.
- Irawan, Z. D. 2012. *Prinsip-Prinsip Ekologi Ekosistem, Lingkungan dan Pelestariannya*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Islamawati, D., Darundiati, Y. H., Dewanti, N. A. 2018. Studi Penurunan Kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) menggunakan Ferri Klorida ($FeCl_3$) pada Limbah Cair Tapioka di Desa Ngemplak Margoyoso Pati. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6 (6): 69-78.
- Ismiyati, Budieni, H., Basuki, K. M. 2004. *Buku Ajar Statistika dan Probabilitas*. Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Izzah, N. A., Roziaty, E. 2016. Keanekaragaman Makrozoobentos di Pesisir Pantai Desa Panggung Kecamatan Kedung Kabupaten Jepara. *Bioeksperimen*, 2 (2): 140-148.
- Jailani, A. Q., Mujtahidah, T. 2021. Kajian Biodiversitas Iktiofauna Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) di Aliran Sungai Progo, Magelang, Jawa Tengah. *Journal of Aquaculture Science*, 6 (1): 38-47.
- Juwita, R. 2017. Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Sungai Sebukhas di Desa Bumi Agung Kecamatan Belalau Lampung Barat. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- Kawuri, L. R., Suparjo, M. N., Suryanti. 2012. Kondisi Perairan berdasarkan Bioindikator Makrozoobentos di Sungai Seketak Tembalang Kota Semarang. *Journal Management of Aquatic Resources*, 1 (1): 1-7.
- Kisma, M. D., Ramadhan, A. R., Djirimu, M. 2016. Jenis-Jenis dan Keanekaragaman Bivalvia di Perairan Laut Pulau Maputi Kecamatan Sojol Kabupaten Donggala dan Pemanfaatannya sebagai Media Pembelajaran Biologi. *Jurnal E-Jipbiol*, 4 (1).

- Koda, E., Miszkowska, A., Sieczka, A. 2017. *Levels of Organic Pollution Indicators in Groundwater at the Old Landfill and Waste management Site. Applied Sciences*, 7 (6): 1-22.
- Komarudin, M., Hariyadi, S., Kurniawan, B. 2015. Analisis Daya Tampung Beban Pencemar Sungai Pesanggrahan (Segmen Kota Depok) dengan Menggunakan Model Numerik dan Spasial. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 5 (2): 121-132.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper Collins Publisher. New York.
- Krebs. 1978. *Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Harper Collins and Row Distribution, New York.
- Kristanto, P. 2002. *Ekologi Industri*. Yogyakarta: Andi.
- Leba, G. V., Koneri, R., Papu, A. 2013. Keanekaragaman Serangga Air di Sungai Pajowa Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA UNSRAT*, 2 (2): 73-78.
- Lubis, A. I. F., Nasution, D. P., Sembiring, R. 2018. *Analisis Dampak Pencemaran Lingkungan terhadap Faktor Sosial Ekonomi pada Wilayah Pesisir Desa Pahlawan Kecamatan Tjung Tiram Kabupaten Batu Bara*. Dosen Program Studi Ekonomi Pembangunan Fakultas Sosial Sains. Universitas Pembangunan Panca Budi.
- Lutfitasari, L. 2015. Analisis Distribusi Ukuran Butir Sedimen di Teluk Prigi, Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur. *Skripsi*. Universitas Brawijaya Malang.
- Mar'i, H., Izmiarti., Nofrita. 2017. Komunitas Makrozoobentos di Sungai Gua Pintu Ngalau pada Kawasan Karet di Sumatera Barat. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 5 (1): 41-49.
- Mariyam, S., Romdon, S., Kosasih, E. 2004. Teknik Pengukuran Oksigen Terlarut. *Buletin Teknik Litkayasa Sumber Daya dan Penangkapan*, 2 (45-47).
- Marpaung, A. A. 2013. Keanekaragaman Makrozoobenthos di Ekosistem Mangrove Silvofishery dan Mangrove Alami Kawasan Ekowisata Pantai Boe Kecamatan Galesong Kabupaten Takalar. *Skripsi*. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hassanuddin Makassar.
- Marwoto, R. M., Insnaningsih, N. R., Mujiono, N., Heryanto., Alfiah., Riena. 2011. *Keong Air Tawar Jawa (Moluska, Gastropoda)*. Bogor: Pusat Penelitian Biologi-LIPI.
- Merliyana. 2017. Analisis Status Pencemaran Air Sungai dengan Makrozoobentos sebagai Bioindikator di Aliran Sungai Sumur Putri Teluk Belitung. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- Minggawati, I. 2013. Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Rawa Banjiran Sungai Rungan, Kota Palangka Raya. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 2 (2): 64-67.

- Mislan. 2021. Studi Keanekaragaman Makrozoobentos di Pantai Timur Pulau Sebatik Kabupaten Nunukan. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Borneo Tarakan.
- Muhammad, I. R. U. 2019. Studi Keanekaragaman Makrozoobentos di Sumber Taman dan Alirannya, Desa Karangsono, kecamatan Pagelaran, Kabupaten Malang. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Mulia, V. L., Ngabekti, S. 2015. Keanekaragaman Spesies Makrozoobentos sebagai Indikator Kualitas Air Sungai Kreo Sehubungan dengan Keberadaan TPA Jatibarang. *Unnes Journal of Life Science*, 4 (2): 73-78.
- Munandar, A., Ali, M. S., Karina, S. 2016. Struktur Komunitas Makrozoobentos di Estuari Kuala Rigaih Kecamatan Setia Bakti Kabupaten Aceh Jaya. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 1 (3): 331-336.
- Murtianingtyas, E. 2006. Identifikasi Invertebrata Makro sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Ranu Pakis di Kecamatan Klakah Kabupaten Lumajang. *Skripsi*. Program Studi Pendidikan Biologi. Universitas Jember.
- Mushtofa, A., Muskananfolo, M. R., Rudiyaniti, S. 2014. Analisis Struktur Komunitas Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Sungai Wedung Kabupaten Demak. *Diponegor Journal of Maquares*, 3 (1): 81-88.
- Nangin, S. R., Langoy, M. L., Katili, D. Y. 2015. Makrozoobentos sebagai Indikator Biologis dalam Menentukan Kualitas Air Sungai Suhuyon Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA UNSRAT*, 4 (2): 165-168.
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. Jakarta: PT Gramedia.
- O'halloran, K., Cavanagh, J., Harding, J. S. 2008. *Response of A New Zealand Mayfly (Deleatidium spp.) to Acid Mine Drainage: Implication for Mine Remediation. Environmental Toxicology and Chemistry*, 27 (5):1135-1140.
- Odum, E. P. 1971. *Fundamentals of Ecology*. W. B. Saunders Company Ltd., Philadelphia.
- Odum, E. P. 1994. *Dasar-Dasar Ekologi*. Jakarta: Gramedia.
- Odum, E. P. 1996. *Dasar-Dasar Ekologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Palealu, G. V. E., Koneri, R., Butarbutar, R.R. 2018. Kelimpahan dan Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Air Terjun Tunan, Talawan, Minahasa Utara, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Sains*, 18 (2).
- Pasengo, Y. L. 1995. Studi Dampak Limbah Pabrik Plywood terhadap Kelimpahan dan Keanekaragaman Bentos di Perairan Danggang Desa Luwa, Universitas Hasanuddin. Makassar.

- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Peraturan Pemerintah No. 20 Tahun 2021 tentang Penertiban Kawasan dan Tanah Terlantar.
- Pingki, T., Sudarti. 2021. Analisis Kualitas Air Sungai berdasarkan Ketinggian Sungai Bladak dan Sungai Kedungrawis di Kabupaten Blitar. *Budidaya Perairan*, 9 (2): 54-63.
- Prasetya, R. R. 2017. Diversitas Makrozoobentos sebagai Indikator Kualitas Perairan Kampung Baru Kecamatan Tanjungpinang Barat Kota Tanjungpinang. *Jurnal Umrah*. Tbk Tanjungpinang.
- Pratiwi, Ariane. 2019. Bioindikator Kualitas Perairan Sungai. *Jurnal Ilmiah Manusia dan Kesehatan*, 1 (1): 1-6.
- Purnama, I. M., Abidin, Z., Junaedi, E. 2015. Keanekaragaman Makrozoobentos di Perairan Gunung Ciremai Jalur Pendakian Palutungan. *Skripsi*. Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Kuningan.
- Putri, V. T., Yudha, I. G., kartini, N., Damai, A. A. 2021. Keragaman Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Air di Bagian Hilir Sungai Hurun Lampung. *Journal of Aquatropica Asia*, 6 (2): 72-82.
- Rachman, H., Priyono, A., Mardianto, Y. 2016. Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai di Sub DAS Ciliwung Hulu. *Media Konservasi*, 21 (3): 261-269.
- Rachmawaty. 2011. Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai Bioindikator Tingkat Pencemaran di Muara Sungai Jeneberang. *Bionature*, 12 (2): 103-109.
- Rahayu, D. M., Yoga, G. P., Effendi, H., Wardiatno, Y. 2015. Penggunaan Makrozoobentos sebagai Indikator Status Perairan Hulu Sungai Cisadane, Bogor. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 20 (1): 1-8.
- Rahayu, S., Tontowi. 2009. Penelitian Kualitas Air Bengawan Solo pada Saat Musim Kemarau. *Jurnal Sumber Daya Air*, 5 (2): 127-136.
- Rahman, A., Elferianto, N., Sari, S. G. 2015. Kualitas Air Sungai Tutupan Kecamatan Juai Kabupaten Balangan berdasarkan Bioindikator Makrozoobenthos. *Bioscientiae*, 12 (1): 29-42.
- Rahmawati, R. 2014. Analisis Tingkat Pencemaran berdasarkan Indeks Keragaman Populasi Gastropoda di Bagian Tengah Sungai Gajahwong dan Kali Kuning Yogyakarta. *Skripsi*. Program Pendidikan Biologi UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta.

- Ramadini, L. 2019. Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Air di Sungai Way Kedamaian Bandar Lampung. *Skripsi*. UIN Raden Intan Lampung.
- Ratih, I., Prihanta, W., Susetyarini, 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): 158-168.
- Ridwan, M., Fathoni, F., Fatihah, I., Pangestu, D. A. 2016. Struktur Komunitas Makrozoobenthos di Empat Muara Sungai Cagar Alam Pulau Dua, Serang, Banten. *Al-Kauniah Jurnal Biologi*, 9 (1): 57-65.
- Rijaluddin, A. F. 2016. Komunitas Makrozoobentos di Situ Gintung, Situ Bungur dan Situ Kuru, Ciputat Timur. *Skripsi*. Universitas Islam Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Rizka, S., Muchlisin, Z. A., Akyun, Q., Fadli, N., Dewiyati, I., Halim, A. 2016. Komunitas Makrozoobentos di Perairan Estuaria Rawa Gambut Tripa Provinsi Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 1 (1): 134-145.
- Rizky, S., Langoy, M. L., Katili, D. Y. 2015. Makrozoobentos sebagai Indikator Biologis dalam Menentukan Kualitas Air Sungai Suhuyon Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA UNSRAT*, 4 (2): 165-168.
- Rochmad, S., Soenhadji, S., Utomo, S. W. 2016. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Rosmawati. 2011. *Ekologi Perairan*. Jakarta: Hilliana Press.
- Roy, S., Gupta, A. 2010. *Molluscan Diversity in River Barak and Tributaries, Assam, India*. *J. Sie & Tech Biological and Enviromental Science*, 5 (1): 109-113.
- 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 Bayumas. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 13 (1): 40-49.
- Roziaty, E., Kusumadani, Aryani. 2017. *Biologi Lingkungan*. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Russo, A. E. 2020. Hubungan Struktur Komunitas dan Indeks Ekologi Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Air dengan Parameter Fisika Kimia di Sungai Candi, Sidoarjo. *Tugas Akhir*. Universitas Sunan Ampel Surabaya.
- Ruswahyuni. 2010. Populasi dan Keanekaragaman Hewan Makrobentos pada Perairan Tertutup dan Terbuka di Teluk Awur, Jepara. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 2 (1): 11-20.

- Safitri, A., Melani, W. R., Muzammil, W. 2021. Komunitas Makrozoobentos dan kaitannya dengan Kualitas Air Aliran Sungai Senggarang. Kota Tanjungpinang. *Aquatic Sciences Journal*, 8 (2): 103-108.
- Sagala, R. U. 2019. Analisis Kualitas Air Sungai Gajah Wong Ditinjau dari Konsentrasi Klorofil-a dan Indeks Pencemaran. *Skripsi*. Program Studi Pendidikan Biologi. Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Jurnal Oseana*, 30 (3): 21-26.
- Sandi, R. D., Hariyanto, B. 2019. Analisis Kualitas Air dan Distribusi Limbah Cair Industri Tahu di Sungai Murong Kecamatan Jogoroto Kabupaten Jombang. *Swara Bhumi*, V (9): 59-66.
- Santoso, A. D. 2018. Keragaan Nilai DO, BOD dan COD di Danau Bekas Tambang Batu Bara Studi Kasus pada Danau Sangatta North Pt. Kpc di Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19 (1): 89-96.
- Saputra, S., Ngii, E., Chaerul, M., Suseno, D. N. 2020. *Pengelolaan Wilayah Pesisir yang Terpadu untuk Ketahanan Nasional*. Jakarta: Yayasan Kita Menulis.
- Sastrawijaya, A. T. 2009. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sellang, H. 2020. *Biologi Perairan*. Klaten: Penerbit Lakeisha.
- Sembiring, A. E., Mananoma, T., Halim, F., Wuisan, E. M. 2014. Analisis Sedimentasi di Muara Sungai Panasen. *Jurnal Sipil Statik*, 2 (3): 148-154.
- Sembiring, H. 2008. *Keanekaragaman dan Kelimpahan Ikan serta Kaitannya dengan Faktor Fisika Kimia*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Septiarila, F. 2021. Analisis Keanekaragaman Makrozoobentos di Wisata Air Terjun Way Kalam Kabupaten Lampung Selatan. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- Setyowati, W., Naurina, V., Wulan, D., Wahyu, A., Merdekawati, A., Karni. 2010. *Analisis Data*. Pendidikan Pra Sekolah dan Sekolah Dasar, Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sharifinia, M., Namin, J. I., Makrani, A. B. 2012. Benthic Macroinvertebrate Distribution in Tajan River Using Canonical Correspondence Analysis. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 10: 181-194.
- Siagian, M. 2005. *Diktat Mata Kuliah Ekologi Perairan*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau.
- Sidik, R. Y., Dewiyanti, I., Octavina, C. 2016. Struktur Komunitas Makrozoobentos Dibeberapa Muara Sungai Kecamatan Susoh Kabupaten

- Aceh Barat Daya. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 1 (2): 287-296.
- Simanjuntak, S. L., Muskananfolo, M. R., Taufani, W. T. 2018. Analisis Tekstur Sedimen dan Bahan Organik terhadap Kelimpahan Makrozoobenthos di Muara Sungai Jajar, Demak. *Journal of Maquares*, 7 (4): 423-430.
- Smith, B., Storey, R., Valois, A. 2020. *Benthic Macroinvertebrates: Field Identification Guide*. Niwa Taihoro Nukurangi.
- Sobari, A. I., Watiniasih, N. L., Pebriani, D. A. A. 2020. Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 3 (1): 88-96.
- Soegianto, A. 2010. *Ekologi Perairan Tawar*. Surabaya: Pusat Penerbitan dan Percetakan AUP.
- Soegianto, A. 2010. *Ilmu Lingkungan, Sarana Menuju Masyarakat Berkelanjutan*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Solihudin., Sari, M. E., Kusumah, G. 2011. Prediksi Laju Sedimentasi di Perairan Pemangkat Sambas Kalimantan Barat Menggunakan Metode Permodelan. *Buletin Geologi Tata Lingkungan*, 21 (3): 117-126.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2019. *Air dan Air Limbah - Bagian 11: Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan pH meter*. SNI 6989.11.2019: Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2005. *Air dan Air Limbah - Bagian 23: Cara Uji Suhu dengan Thermometer*. SNI 06-6989.23: Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Operasional Prosedur (SOP). 2020. Pengukuran Debit dan Total Padatan Terlarut.
- Sudia, L. B., Indriyani, L., Erif, L. O, M., Hidayat, H. 2020. Kelimpahan Makrozoobenthos dan Kualitas Air Sungai yang Bermuara di Teluk Kendari. *Jurnal Ecosolum Volume*, 9 (1): 90-100.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Kombinasi (Mix Methods)*. Bandung: Alfabeta.
- Sulistiyarto, B. 2008. Keterkaitan Antara Kelimpahan Makrozoobentos dengan Parameter Fisika Kimia Air di Danau Hanjalantung Palangka Raya Kalimantan Tengah. *Skripsi*. Fakultas Perikanan, Universitas Kristen Palangka Raya, Kalimantan Tengah.
- Sulphayrin, Ola, L. O. L., Arami, A. 2018. Komposisi dan Jenis Makrozoobenthos (Infauna) berdasarkan Ketebalan Substrat pada Ekosistem Lamun di Perairan

- Nambo Sulawesi Tenggara. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*, 3 (4): 343-352.
- Syafiya, A., Hadisusanto, S. 2019. Komunitas Makrozoobentos di Kawasan Penambangan Pasir di Sungai Progo. *J. Manusia & Lingkungan*, 26 (2): 52-61.
- Syamsu, F. R., Nursetiawan, Harsanto, P. 2016. Assessment Morfologi Sungai Progo (Studi Kasus: Tengah-Hilir Sungai Progo Yogyakarta). *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Trihadiningrum, Y., Tjondronegoro, I. 1998. Makroinvertebrata sebagai Bioindikator Badan Air Tawar Indonesia. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan*, 18 (1): 1-7.
- Uma, S., Roger, B. 2016. *Research Methods for Business: A Skill Building Approach*. In *Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research* (7th ed).
- Utomo, S. W., Rizal, R., Sutriyono. 2012. *Ekologi*. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka.
- Villantes, Y. I. L., Nunenza, O. M. 2015. *Macroinvertebrates as Bioindicators of Water Quality in Labo and Clarin Rivers, Misamis Occidental, Philippines*. *International Journal of Biosciences*, 6 (9): 62-73.
- Vyas, V., Bhawsar, A. 2013. *Benthic Community Structure in Barna Stream Network of Narmada River Basin*. *International Journal of Enviromental Biology*, 03 (2): 57-63.
- Wahyuningsih, S., Novita, E., Ningtias, R. 2019. Laju Deoksigenasi dan Laju Reaerasi Sungai Badadung Segmen Desa Rowotamtu Kecamatan Rambipuji Kabupaten Jember. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 7 (1): 1-7.
- Ward, J. L. 1992. *Aquatic Insect Ecology: Biology and Habitat*. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Welch, E. B. 1980. *Ecollogical Effect of Waste*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Wijayanti, H. 2007. Kajian Kualitas Perairan di Pantai Kota Bandar Lampung berdasarkan Komunitas Hewan Makrobentos. *Tesis*. Program Magister Manajemen Sumber Daya Pantai Universitas Diponegoro Semarang.
- Wilhm, J. L. 1975. *Biological Indicator of Poluttion*. In: B. A. Whitton (Editor). *River Ecology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 375-402 pp.
- Windarto, Y. E. 2020. Analisis Penyakit Kardiovaskular menggunakan Metode Korelasi *Pearson, Spearman dan Kendal*. *Jurnal Saintekom*, 10 (2): 119-127.

- Wulandari, A. 2018. Analisis Beban Pencemar dan Kapasitas Asimilasi Perairan Pulau Pasaran di Provinsi Lampung. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Yoviandianto, I. A., Mahmudi, M., Darmawan, A. 2019. Pemetaan Distribusi Kualitas Air untuk Mendukung Pengelolaan Sumberdaya Perairan dengan Sistem Informasi Geografis, Kasus di Sungai Brantas, Kecamatan Bumiaji. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 3 (3): 372-380.
- Yudo, S. 2015. Perancangan Basis Data Sistem *Online Monitoring* Multi-Site Kualitas Sungai. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Lingkungan dalam Aksi Gerakan Nasional Indonesia Bersih*, BPPT.
- Yunitawati., Sunarto., Hasan, Z. 2012. Hubungan Antara Karakteristik Substrat dengan Struktur Komunitas Makrozobentos di Sungai Cantigi, Kabupaten Indramayu. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3 (3): 221-227.
- Zahidin, M. 2008. *Kajian Kualitas Air di Muara Sungai Pekalongan Ditinjau dari Indeks Keanekaragaman Makrobentos dan Indeks Saprobitas Plankton*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Zhang, Y., Li, Y., Song, J., Chen, X., Lu, Y., Wang, W. 2020. *Pearson Correlation Coefficient of Current Derivatives Based Pilot Protection Scheme for Long-Distance LCC-HVDC Transmission Lines*. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 116.
- Zulfa, M. 2022. Studi Keanekaragaman Gastropoda di Air Terjun Lorotan Semar Kecamatan kayen Kabupaten Pati. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Walisongo. Semarang.
- Zulkifli, H., Setiawan, D. 2009. Struktur Organisme Makrozoobentos di Perairan Sungai Musi Kawasan Pulokerto sebagai Instrumen Biomonitoring. *Seminar Nasional Biologi*.

LAMPIRAN

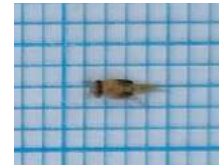
Lampiran 1. Komposisi Makrozoobentos di Sungai Progo



Tarebia granifera



Lestidae sp.



Rallidens sp.



Lymnaea rubiginosa



Hydropsyche sp.



*Atalophebiinae
mauiulus*



Fossaria sp.



Polycentropodidae sp.



Chironomus sp.



Sulcospira sp.



Anisoptera sp.



*Lumbriculus
variegatus*



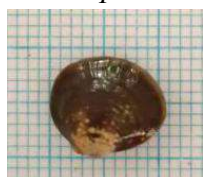
Pila ampullacea



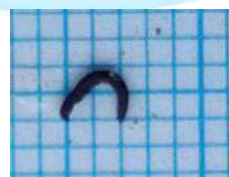
Corydalis cornutus



Lumbricus terrestris



Corbicula fluminea



Tipula sp.



Hirudinidae sp.



Deleatidium sp.



Coloburiscus sp.



Lampiran 2. Analisis Data Indeks Keanekaragaman, Keseragaman dan Dominansi Makrozoobentos

Stasiun 1

Biota	Jumlah	pi(ni/n)	ln	H'	Dominansi
<i>Tarebia granifera</i>	7	0,097222222	-2,33075597	-0,226601275	0,00945216
<i>Lymnaea rubiginosa</i>	15	0,208333333	-1,568615918	-0,326794983	0,043402778
<i>Fossaria</i> sp.	1	0,013888889	-4,276666119	-0,059398141	0,000192901
<i>Sulcospira</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Pila ampullacea</i>	-	-	-	-	-
<i>Corbicula fluminea</i>	2	0,027777778	-3,583518938	-0,099542193	0,000771605
<i>Deleatidium</i> sp.	37	0,513888889	-0,665748206	-0,342120606	0,26408179
<i>Lestidae</i> sp.	1	0,013888889	-4,276666119	-0,059398141	0,000192901
<i>Hydropsyche</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Polycentropodidae</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Anisoptera</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Corydalus cornutus</i>	-	-	-	-	-
<i>Tipula</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Coloburiscus</i> sp.	1	0,013888889	-4,276666119	-0,059398141	0,000192901
<i>Rallidens</i> sp.	1	0,013888889	-4,276666119	-0,059398141	0,000192901
<i>Atalophebiinae mauiulus</i>	-	-	-	-	-
<i>Chironomus</i> sp.	6	0,083333333	-2,48490665	-0,207075554	0,006944444
<i>Lumbriculus variegatus</i>	1	0,013888889	-4,276666119	-0,059398141	0,000192901
<i>Lumbricus terrestris</i>	-	-	-	-	-
<i>Hirudinidae</i> sp.	-	-	-	-	-
Total (n)	72		H'	1,50	0,33
			H maks	2,30	
			Indeks Keseragaman	0,65	

Stasiun 2

Biota	Jumlah	pi(ni/n)	ln	H'	Dominansi
<i>Tarebia granifera</i>	-	-	-	-	-
<i>Lymnaea rubiginosa</i>	1	0,0125	-4,382026635	-0,054775333	0,00015625
<i>Fossaria</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Sulcospira</i> sp.	2	0,025	-3,688879454	-0,092221986	0,000625
<i>Pila ampullacea</i>	-	-	-	-	-
<i>Corbicula fluminea</i>	-	-	-	-	-
<i>Deleatidium</i> sp.	34	0,425	-0,85566611	-0,363658097	0,180625
<i>Lestidae</i> sp.	10	0,125	-2,079441542	-0,259930193	0,015625
<i>Hydropsyche</i> sp.	7	0,0875	-2,436116486	-0,213160192	0,00765625
<i>Polycentropodi dae</i> sp.	1	0,0125	-4,382026635	-0,054775333	0,00015625
<i>Anisoptera</i> sp.	5	0,0625	-2,772588722	-0,173286795	0,00390625
<i>Corydalis cornutus</i>	1	0,0125	-4,382026635	-0,054775333	0,00015625
<i>Tipula</i> sp.	1	0,0125	-4,382026635	-0,054775333	0,00015625
<i>Coloburiscus</i> sp.	5	0,0625	-2,772588722	-0,173286795	0,00390625
<i>Rallidens</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Atalophebiinae maiulus</i>	-	-	-	-	-
<i>Chironomus</i> sp.	4	0,05	-2,995732274	-0,149786614	0,0025
<i>Lumbriculus variegatus</i>	-	-	-	-	-
<i>Lumbricus terrestris</i>	1	0,0125	-4,382026635	-0,054775333	0,00015625
<i>Hirudinidae</i> sp.	8	0,1	-2,302585093	-0,230258509	0,01
Total (n)	80		H'	1,93	0,23
			H maks	2,56	
			Indeks Keseragaman	0,75	

Stasiun 3

Biota	Jumlah	pi(ni/n)	ln	H'	Dominansi
<i>Tarebia granifera</i>	1	0,012820513	-4,356708827	-0,055855241	0,000164366
<i>Lymnaea rubiginosa</i>	-	-	-	-	-
<i>Fossaria</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Sulcospira</i> sp.	9	0,115384615	-2,159484249	-0,24917126	0,013313609
<i>Pila ampullacea</i>	1	0,012820513	-4,356708827	-0,055855241	0,000164366
<i>Corbicula fluminea</i>	-	-	-	-	-
<i>Deleatidium</i> sp.	49	0,628205128	-0,464888529	-0,292045358	0,394641683
<i>Lestidae</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Hydropsyche</i> sp.	8	0,102564103	-2,277267285	-0,233565875	0,010519395
<i>Polycentropodi</i> dae sp	-	-	-	-	-
<i>Anisoptera</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Corydalis cornutus</i>	-	-	-	-	-
<i>Tipula</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Coloburiscus</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Rallidens</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Atalophebiinae maiulus</i>	4	0,051282051	-2,970414466	-0,152328947	0,002629849
<i>Chironomus</i> sp.	1	0,012820513	-4,356708827	-0,055855241	0,000164366
<i>Lumbriculus variegatus</i>	-	-	-	-	-
<i>Lumbricus terrestris</i>	-	-	-	-	-
<i>Hirudinidae</i> sp.	5	0,064102564	-2,747270914	-0,17610711	0,004109139
Total (n)	78		H'	1,27	0,43
			H maks	2,08	
			Indeks Keseragaman	0,61	

Lampiran 3. Hasil Uji BOD dan COD



PEMERINTAH KOTA MAGELANG
DINAS KESEHATAN
UPT LABORATORIUM KESEHATAN
Jl. Jeruk No. 1 A, Telp. & Fax. (0293) 314587, Magelang

LAPORAN HASIL UJI KIMIA AIR

No. Rekaman : F/Labkes.KotMgl/71b/Rev2

No. Agenda : 449.5 / 491 / 224

No. Lab. : 222643 K
Jenis Sampel : Air Sungai
Asal Sampel : Sdri. Salsabila dan Sdr. Bernike
Titik Pengambilan : Sampel Air Stasiun 1
Parameter Sampel : COD, BOD5
Pengambil Sampel : Sdr. Zaini (Pelanggan)
Tanggal / Jam Pengambilan : 23 November 2022 / 7:00
Tanggal / Jam Pengujian : 23 November 2022 / 13:00 s/d 09 Desember 2022 / 8:45
Uraian : -

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Batas Syarat	Metode Uji
1	A. KIMIA				
1	COD	mg/L	6,95	40	SNI 6989.2-2019
2	BOD ₅	mg/L	3,06	6	SNI 6989.72-2009

Batas syarat mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

Catatan :

1. Hasil hanya berlaku untuk contoh yang diuji
2. Laporan Hasil Uji (LHU) ini tidak boleh digandakan tanpa izin Kepala Laboratorium Kesehatan Kota Magelang
3. Batas maksimal pengaduan laporan 3 (tiga) hari setelah tanggal LHU diterima

Magelang, 12 Desember 2022
Koordinator Kimia
Herawan Aziz Saleh, ST.
NIP. 19781230.200903.1.001



PEMERINTAH KOTA MAGELANG
DINAS KESEHATAN
UPT LABORATORIUM KESEHATAN
Jl. Jeruk No. 1 A, Telp. & Fax. (0293) 314587, Magelang

LAPORAN HASIL UJI KIMIA AIR

No. Rekaman : F/Labkes.KotMgl/71b/Rev2

No. Agenda : 449.5 / 401 / 224

No. Lab. : 222644 K
Jenis Sampel : Air Sungai
Asal Sampel : Sdri. Salsabila dan Sdr. Bernike
Titik Pengambilan : Sampel Air Stasiun 2
Parameter Sampel : COD, BOD5
Pengambil Sampel : Sdr. Zaini (Pelanggan)
Tanggal / Jam Pengambilan : 23 November 2022 / 7:30
Tanggal / Jam Pengujian : 23 November 2022 / 13:00 s/d 09 Desember 2022 / 8:45
Uraian : -

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Batas Syarat	Metode Uji
1	A. KIMIA COD	mg/L	3,25	40	SNI 6989.2-2019
2	BOD ₅	mg/L	<2	6	SNI 6989.72-2009

Batas syarat mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

Catatan :

1. Hasil hanya berlaku untuk contoh yang diuji
2. Laporan Hasil Uji (LHU) ini tidak boleh digandakan tanpa izin Kepala Laboratorium Kesehatan Kota Magelang
3. Batas maksimal pengaduan laporan 3 (tiga) hari setelah tanggal LHU diterima

Magelang, 22 Desember 2022
Koordinator Kimia
Herawan Aziz Saleh, ST.
NIP. 19781230.200903.1.001



PEMERINTAH KOTA MAGELANG
DINAS KESEHATAN
UPT LABORATORIUM KESEHATAN
Jl. Jeruk No. 1 A, Telp. & Fax. (0293) 314587, Magelang

LAPORAN HASIL UJI KIMIA AIR

No. Rekaman : F/Labkes.KotMgl/71b/Rev2

No. Agenda : 449.5 / 491 / 224

No. Lab. : 222645 K
Jenis Sampel : Air Sungai
Asal Sampel : Sdri. Salsabila dan Sdr. Bernike
Titik Pengambilan : Sampel Air Stasiun 3
Parameter Sampel : COD, BOD₅
Pengambil Sampel : Sdr. Zaini (Pelanggan)
Tanggal / Jam Pengambilan : 23 November 2022 / 8:00
Tanggal / Jam Pengujian : 23 November 2022 / 13:00 s/d 09 Desember 2022 / 8:45
Uraian : -

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Batas Syarat	Metode Uji
1	A. KIMIA COD	mg/L	2,49	40	SNI 6989.2-2019
2	BOD ₅	mg/L	<2	6	SNI 6989.72-2009

Batas syarat mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

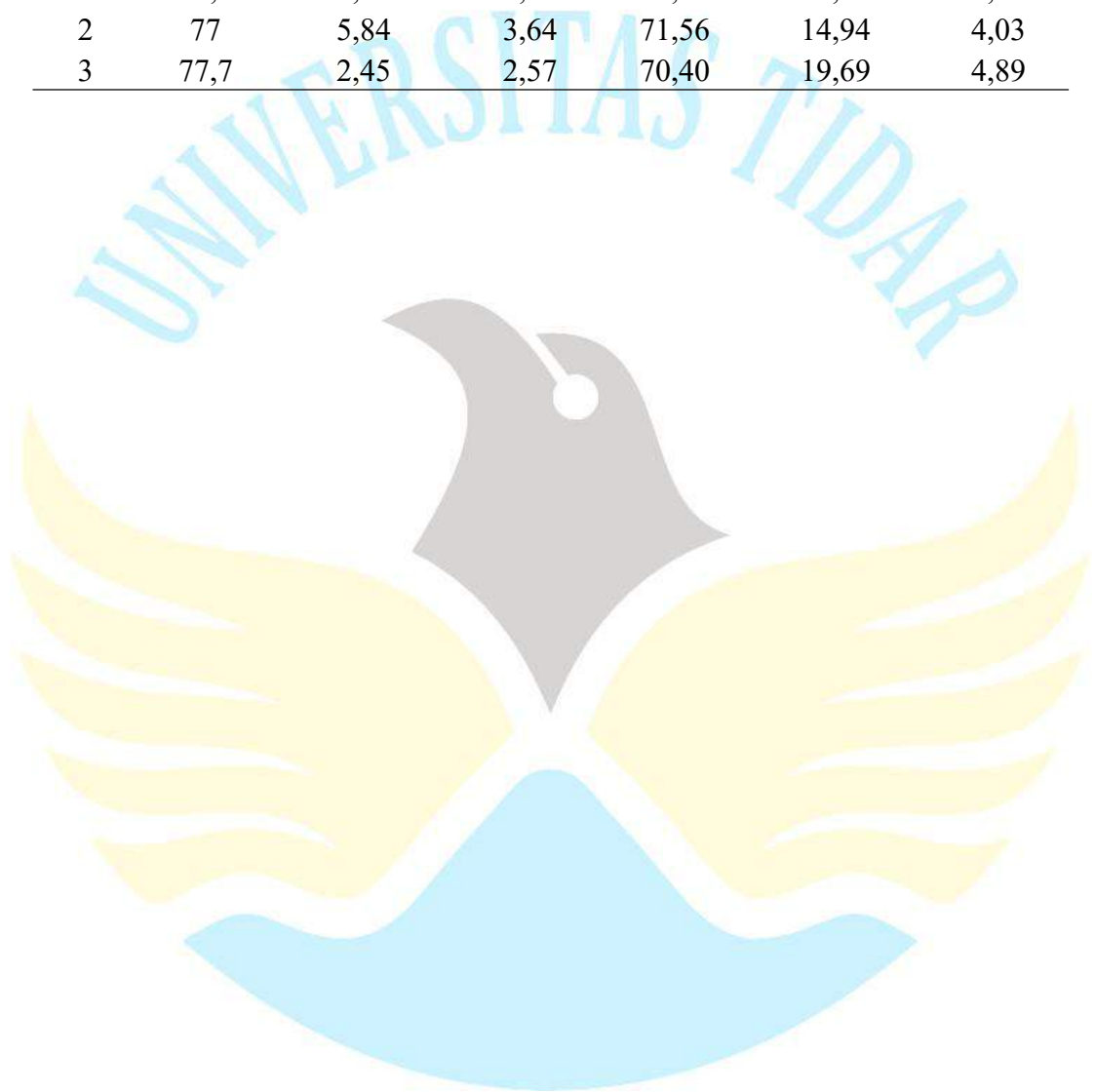
Catatan :

1. Hasil hanya berlaku untuk contoh yang diuji
2. Laporan Hasil Uji (LHU) ini tidak boleh digandakan tanpa izin Kepala Laboratorium Kesehatan Kota Magelang
3. Batas maksimal pengaduan laporan 3 (tiga) hari setelah tanggal LHU diterima

Magelang, 12 Desember 2022
Koordinator Kimia
Herawan Aziz Saleh, ST.
NIP. 19781230.200903.1.001

Lampiran 4. Analisis PresentaseUkuran Butir Sedimen

Stasiun	Berat Sedimen (gr)	Presentase berdasarkan Ukuran Diameter Sedimen (%)				
		Pasir Sangat Kasar	Pasir Kasar	Pasir Halus	Pasir Sangat Halus	Lanau
		1-2 mm	0,5-1 mm	0,125 - 0,25 mm	0,0625 - 0,125 mm	< 0,0625
1	76,8	1,56	2,08	72,40	19,79	4,17
2	77	5,84	3,64	71,56	14,94	4,03
3	77,7	2,45	2,57	70,40	19,69	4,89



Lampiran 5. Analisis Korelasi Keanekaragaman Makrozoobentos dan Suhu

a. Korelasi *T. granifera* dan Suhu

Correlations

		Suhu	Keanekaragaman
Suhu	Pearson Correlation	1	-.931
	Sig. (2-tailed)		.239
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.931	1
	Sig. (2-tailed)	.239	
	N	3	3

b. Korelasi *L. rubiginosa* dengan suhu

Correlations

		Suhu	Keanekaragaman
Suhu	Pearson Correlation	1	-.983
	Sig. (2-tailed)		.116
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.983	1
	Sig. (2-tailed)	.116	
	N	3	3

c. Korelasi *Fossaria* sp. dengan suhu

Correlations

		Suhu	Keanekaragaman
Suhu	Pearson Correlation	1	-.971
	Sig. (2-tailed)		.154
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.971	1
	Sig. (2-tailed)	.154	
	N	3	3

d. Korelasi *Sulcospira* sp. dengan suhu

Correlations

		Suhu	Keanekaragaman
Suhu	Pearson Correlation	1	.830
	Sig. (2-tailed)		.377
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.830	1
	Sig. (2-tailed)	.377	
	N	3	3

e. Korelasi *P. ampullacea* dengan suhu

Correlations

		Suhu	Keanekaragaman
Suhu	Pearson Correlation	1	.693
	Sig. (2-tailed)		.512
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.693	1
	Sig. (2-tailed)	.512	
	N	3	3

f. Korelasi *C. fluminea* dengan suhu

Correlations

		Suhu	Keanekaragaman
Suhu	Pearson Correlation	1	-.971
	Sig. (2-tailed)		.154
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.971	1
	Sig. (2-tailed)	.154	
	N	3	3

g. Korelasi *Deleatidium* sp. dengan suhu

Correlations

		Suhu	Keanekaragaman
Suhu	Pearson Correlation	1	.545
	Sig. (2-tailed)		.633
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.545	1
	Sig. (2-tailed)	.633	
	N	3	3

h. Korelasi *Lestidae* sp. dengan suhu

Correlations

		Suhu	Keanekaragaman
Suhu	Pearson Correlation	1	.189
	Sig. (2-tailed)		.879
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.189	1
	Sig. (2-tailed)	.879	
	N	3	3

i. Korelasi *Hydropsyche* sp. dengan suhu

Correlations

		Suhu	Keanekaragaman
Suhu	Pearson Correlation	1	.992
	Sig. (2-tailed)		.081
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.992	1
	Sig. (2-tailed)	.081	
	N	3	3

j. Korelasi *Polycentropodidae* sp. dengan suhu

Correlations

		Suhu	Keanekaragaman
Suhu	Pearson Correlation	1	.277
	Sig. (2-tailed)		.821
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.277	1
	Sig. (2-tailed)	.821	
	N	3	3

k. Korelasi *Anisoptera* sp. dengan suhu

Correlations

		Suhu	Keanekaragaman
Suhu	Pearson Correlation	1	.277
	Sig. (2-tailed)		.821
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.277	1
	Sig. (2-tailed)	.821	
	N	3	3

l. Korelasi *C. cornutus* dengan suhu

Correlations

		Suhu	Keanekaragaman
Suhu	Pearson Correlation	1	.277
	Sig. (2-tailed)		.821
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.277	1
	Sig. (2-tailed)	.821	
	N	3	3

m. Korelasi *Tipula* sp. dengan suhu

Correlations

		Suhu	Keanekaragaman
Suhu	Pearson Correlation	1	.277
	Sig. (2-tailed)		.821
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.277	1
	Sig. (2-tailed)	.821	
	N	3	3

n. Korelasi *Coloburiscus* sp. dengan suhu

Correlations

		Suhu	Keanekaragaman
Suhu	Pearson Correlation	1	.091
	Sig. (2-tailed)		.942
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.091	1
	Sig. (2-tailed)	.942	
	N	3	3

o. Korelasi *Rallidens* sp. dengan suhu

Correlations

		Suhu	Keanekaragaman
Suhu	Pearson Correlation	1	-.971
	Sig. (2-tailed)		.154
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.971	1
	Sig. (2-tailed)	.154	
	N	3	3

p. Korelasi *A. mauiulus* dengan suhu

Correlations

		Suhu	Keanekaragaman
Suhu	Pearson Correlation	1	.693
	Sig. (2-tailed)		.512
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.693	1
	Sig. (2-tailed)	.512	
	N	3	3

q. Korelasi *Chironomus* sp. dengan suhu

Correlations

		Suhu	Keanekaragaman
Suhu	Pearson Correlation	1	-.923
	Sig. (2-tailed)		.252
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.923	1
	Sig. (2-tailed)	.252	
	N	3	3

r. Korelasi *L. variegatus* dengan suhu

Correlations

		Suhu	Keanekaragaman
Suhu	Pearson Correlation	1	-.971
	Sig. (2-tailed)		.154
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.971	1
	Sig. (2-tailed)	.154	
	N	3	3

s. Korelasi *L. terrestris* dengan suhu

Correlations

		Suhu	Keanekaragaman
Suhu	Pearson Correlation	1	.277
	Sig. (2-tailed)		.821
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.277	1
	Sig. (2-tailed)	.821	
	N	3	3

t. Korelasi *Hirudinidae* sp. dengan suhu

Correlations

		Suhu	Keanekaragaman
Suhu	Pearson Correlation	1	.812
	Sig. (2-tailed)		.396
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.812	1
	Sig. (2-tailed)	.396	
	N	3	3

Lampiran 6. Analisis Korelasi Keanekaragaman Makrozoobentos dan Kecerahan

a. Korelasi *T. granifera* dengan kecerahan

Correlations

		Kecerahan	Keanekaragaman
Kecerahan	Pearson Correlation	1	-.429
	Sig. (2-tailed)		.718
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.429	1
	Sig. (2-tailed)	.718	
	N	3	3

b. Korelasi *L. rubiginosa* dengan kecerahan

Correlations

		Kecerahan	Keanekaragaman
Kecerahan	Pearson Correlation	1	-.248
	Sig. (2-tailed)		.840
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.248	1
	Sig. (2-tailed)	.840	
	N	3	3

c. Korelasi *Fossaria* sp. dengan kecerahan

Correlations

		Kecerahan	Keanekaragaman
Kecerahan	Pearson Correlation	1	-.305
	Sig. (2-tailed)		.802
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.305	1
	Sig. (2-tailed)	.802	
	N	3	3

d. Korelasi *Sulcospira* sp. dengan kecerahan

Correlations

		Kecerahan	Keanekaragaman
Kecerahan	Pearson Correlation	1	-.500
	Sig. (2-tailed)		.667
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.500	1
	Sig. (2-tailed)	.667	
	N	3	3

e. Korelasi *P. ampullacea* dengan kecerahan

Correlations

		Kecerahan	Keanekaragaman
Kecerahan	Pearson Correlation	1	-.672
	Sig. (2-tailed)		.531
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.672	1
	Sig. (2-tailed)	.531	
	N	3	3

f. Korelasi *C. fluminea* dengan kecerahan

Correlations

		Kecerahan	Keanekaragaman
Kecerahan	Pearson Correlation	1	-.305
	Sig. (2-tailed)		.802
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.305	1
	Sig. (2-tailed)	.802	
	N	3	3

g. Korelasi *Deleatidium* sp. dengan kecerahan

Correlations

		Kecerahan	Keanekaragaman
Kecerahan	Pearson Correlation	1	-.800
	Sig. (2-tailed)		.410
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.800	1
	Sig. (2-tailed)	.410	
	N	3	3

h. Korelasi *Lestidae* sp. dengan kecerahan

Correlations

		Kecerahan	Keanekaragaman
Kecerahan	Pearson Correlation	1	.993
	Sig. (2-tailed)		.078
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.993	1
	Sig. (2-tailed)	.078	
	N	3	3

i. Korelasi *Hydropsyche* sp. dengan kecerahan

Correlations

		Kecerahan	Keanekaragaman
Kecerahan	Pearson Correlation	1	.194
	Sig. (2-tailed)		.876
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.194	1
	Sig. (2-tailed)	.876	
	N	3	3

j. Korelasi *Polycentropodidae* sp. dengan kecerahan

Correlations

		Kecerahan	Keanekaragaman
Kecerahan	Pearson Correlation	1	.977
	Sig. (2-tailed)		.136
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.977	1
	Sig. (2-tailed)	.136	
	N	3	3

k. Korelasi *Anisoptera* sp. dengan kecerahan

Correlations

		Kecerahan	Keanekaragaman
Kecerahan	Pearson Correlation	1	.977
	Sig. (2-tailed)		.136
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.977	1
	Sig. (2-tailed)	.136	
	N	3	3

l. Korelasi *C. cornutus* dengan kecerahan

Correlations

		Kecerahan	Keanekaragaman
Kecerahan	Pearson Correlation	1	.977
	Sig. (2-tailed)		.136
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.977	1
	Sig. (2-tailed)	.136	
	N	3	3

m. Korelasi *Tipula* sp. dengan kecerahan

Correlations

		Kecerahan	Keanekaragaman
Kecerahan	Pearson Correlation	1	.977
	Sig. (2-tailed)		.136
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.977	1
	Sig. (2-tailed)	.136	
	N	3	3

n. Korelasi *Coloburiscus* sp. dengan kecerahan

Correlations

		Kecerahan	Keanekaragaman
Kecerahan	Pearson Correlation	1	1.000*
	Sig. (2-tailed)		.015
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	1.000*	1
	Sig. (2-tailed)	.015	
	N	3	3

o. Korelasi *Rallidens* sp. dengan kecerahan

Correlations

		Kecerahan	Keanekaragaman
Kecerahan	Pearson Correlation	1	-.305
	Sig. (2-tailed)		.802
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.305	1
	Sig. (2-tailed)	.802	
	N	3	3

p. Korelasi *A. mauiulus* dengan kecerahan

Correlations

		Kecerahan	Keanekaragaman
Kecerahan	Pearson Correlation	1	-.672
	Sig. (2-tailed)		.531
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.672	1
	Sig. (2-tailed)	.531	
	N	3	3

q. Korelasi *Chironomus* sp. dengan kecerahan

Correlations

		Kecerahan	Keanekaragaman
Kecerahan	Pearson Correlation	1	.322
	Sig. (2-tailed)		.791
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.322	1
	Sig. (2-tailed)	.791	
	N	3	3

r. Korelasi *L. variegatus* dengan kecerahan

Correlations

		Kecerahan	Keanekaragaman
Kecerahan	Pearson Correlation	1	-.305
	Sig. (2-tailed)		.802
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.305	1
	Sig. (2-tailed)	.802	
	N	3	3

s. Korelasi *L. terrestris* dengan kecerahan

Correlations

		Kecerahan	Keanekaragaman
Kecerahan	Pearson Correlation	1	.977
	Sig. (2-tailed)		.136
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.977	1
	Sig. (2-tailed)	.136	
	N	3	3

t. Korelasi *Hirudinidae* sp. dengan kecerahan

Correlations

		Kecerahan	Keanekaragaman
Kecerahan	Pearson Correlation	1	.637
	Sig. (2-tailed)		.560
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.637	1
	Sig. (2-tailed)	.560	
	N	3	3

Lampiran 7. Analisis Korelasi Keanekaragaman Makrozoobentos dan Kedalaman

a. Korelasi *T. granifera* dengan kedalaman

Correlations

		Kedalaman	Keanekaragaman
Kedalaman	Pearson Correlation	1	.623
	Sig. (2-tailed)		.572
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.623	1
	Sig. (2-tailed)	.572	
	N	3	3

b. Korelasi *L. rubiginosa* dengan kedalaman

Correlations

		Kedalaman	Keanekaragaman
Kedalaman	Pearson Correlation	1	.761
	Sig. (2-tailed)		.450
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.761	1
	Sig. (2-tailed)	.450	
	N	3	3

c. Korelasi *Fossaria* sp. dengan kedalaman

Correlations

		Kedalaman	Keanekaragaman
Kedalaman	Pearson Correlation	1	.721
	Sig. (2-tailed)		.488
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.721	1
	Sig. (2-tailed)	.488	
	N	3	3

d. Korelasi *Sulcospira* sp. dengan kedalaman

Correlations

		Kedalaman	Keanekaragaman
Kedalaman	Pearson Correlation	1	-.998*
	Sig. (2-tailed)		.043
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.998*	1
	Sig. (2-tailed)	.043	
	N	3	3

e. Korelasi *P. ampullacea* dengan kedalaman

Correlations

		Kedalaman	Keanekaragaman
Kedalaman	Pearson Correlation	1	-.961
	Sig. (2-tailed)		.179
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.961	1
	Sig. (2-tailed)	.179	
	N	3	3

f. Korelasi *C. fluminea* dengan kedalaman

Correlations

		Kedalaman	Keanekaragaman
Kedalaman	Pearson Correlation	1	.721
	Sig. (2-tailed)		.488
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.721	1
	Sig. (2-tailed)	.488	
	N	3	3

g. Korelasi *Deleatidium* sp. dengan kedalaman

Correlations

		Kedalaman	Keanekaragaman
Kedalaman	Pearson Correlation	1	-.891
	Sig. (2-tailed)		.300
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.891	1
	Sig. (2-tailed)	.300	
	N	3	3

h. Korelasi *Lestidae* sp. dengan kedalaman

Correlations

		Kedalaman	Keanekaragaman
Kedalaman	Pearson Correlation	1	.327
	Sig. (2-tailed)		.788
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.327	1
	Sig. (2-tailed)	.788	
	N	3	3

i. Korelasi *Hydropsyche* sp. dengan kedalaman

Correlations

		Kedalaman	Keanekaragaman
Kedalaman	Pearson Correlation	1	-.795
	Sig. (2-tailed)		.415
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.795	1
	Sig. (2-tailed)	.415	
	N	3	3

j. Korelasi *Polycentropodidae* sp. dengan kedalaman

Correlations

		Kedalaman	Keanekaragaman
Kedalaman	Pearson Correlation	1	.240
	Sig. (2-tailed)		.846
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.240	1
	Sig. (2-tailed)	.846	
	N	3	3

k. Korelasi *Anisoptera* sp. dengan kedalaman

Correlations

		Kedalaman	Keanekaragaman
Kedalaman	Pearson Correlation	1	.240
	Sig. (2-tailed)		.846
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.240	1
	Sig. (2-tailed)	.846	
	N	3	3

l. Korelasi *C. cornutus* dengan kedalaman

Correlations

		Kedalaman	Keanekaragaman
Kedalaman	Pearson Correlation	1	.240
	Sig. (2-tailed)		.846
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.240	1
	Sig. (2-tailed)	.846	
	N	3	3

m. Korelasi *Tipula* sp. dengan kedalaman

Correlations

		Kedalaman	Keanekaragaman
Kedalaman	Pearson Correlation	1	.240
	Sig. (2-tailed)		.846
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.240	1
	Sig. (2-tailed)	.846	
	N	3	3

n. Korelasi *Coloburiscus* sp. dengan kedalaman

Correlations

		Kedalaman	Keanekaragaman
Kedalaman	Pearson Correlation	1	.419
	Sig. (2-tailed)		.725
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.419	1
	Sig. (2-tailed)	.725	
	N	3	3

o. Korelasi *Rallidens* sp. dengan kedalaman

Correlations

		Kedalaman	Keanekaragaman
Kedalaman	Pearson Correlation	1	.721
	Sig. (2-tailed)		.488
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.721	1
	Sig. (2-tailed)	.488	
	N	3	3

p. Korelasi *A. mauiulus* dengan kedalaman

Correlations

		Kedalaman	Keanekaragaman
Kedalaman	Pearson Correlation	1	-.961
	Sig. (2-tailed)		.179
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.961	1
	Sig. (2-tailed)	.179	
	N	3	3

q. Korelasi *Chironomus* sp. dengan kedalaman

Correlations

		Kedalaman	Keanekaragaman
Kedalaman	Pearson Correlation	1	.992
	Sig. (2-tailed)		.081
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.992	1
	Sig. (2-tailed)	.081	
	N	3	3

r. Korelasi *L. variegatus* dengan kedalaman

Correlations

		Kedalaman	Keanekaragaman
Kedalaman	Pearson Correlation	1	.721
	Sig. (2-tailed)		.488
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.721	1
	Sig. (2-tailed)	.488	
	N	3	3

s. Korelasi *L. terrestris* dengan kedalaman

Correlations

		Kedalaman	Keanekaragaman
Kedalaman	Pearson Correlation	1	.240
	Sig. (2-tailed)		.846
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.240	1
	Sig. (2-tailed)	.846	
	N	3	3

t. Korelasi *Hirudinidae* sp. dengan kedalaman

Correlations

		Kedalaman	Keanekaragaman
Kedalaman	Pearson Correlation	1	-.412
	Sig. (2-tailed)		.730
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.412	1
	Sig. (2-tailed)	.730	
	N	3	3

Lampiran 8. Analisis Korelasi Keanekaragaman Makrozoobentos dan Kecepatan Arus

a. Korelasi *T. granifera* dengan kecepatan arus

Correlations

		Kecepatan Arus	Keanekaragaman
Kecepatan Arus	Pearson Correlation	1	-.549
	Sig. (2-tailed)		.630
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.549	1
	Sig. (2-tailed)	.630	
	N	3	3

b. Korelasi *L. rubiginosa* dengan kecepatan arus

Correlations

		Kecepatan Arus	Keanekaragaman
Kecepatan Arus	Pearson Correlation	1	-.699
	Sig. (2-tailed)		.508
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.699	1
	Sig. (2-tailed)	.508	
	N	3	3

c. Korelasi *Fossaria* sp. dengan kecepatan arus

Correlations

		Kecepatan Arus	Keanekaragaman
Kecepatan Arus	Pearson Correlation	1	-.655
	Sig. (2-tailed)		.546
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.655	1
	Sig. (2-tailed)	.546	
	N	3	3

d. Korelasi *Sulcospira* sp. dengan kecepatan arus

Correlations

		Kecepatan Arus	Keanekaragaman
Kecepatan Arus	Pearson Correlation	1	1.000*
	Sig. (2-tailed)		.015
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	1.000*	1
	Sig. (2-tailed)	.015	
	N	3	3

e. Korelasi *P. ampullacea* dengan kecepatan arus

Correlations

		Kecepatan Arus	Keanekaragaman
Kecepatan Arus	Pearson Correlation	1	.982
	Sig. (2-tailed)		.121
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.982	1
	Sig. (2-tailed)	.121	
	N	3	3

f. Korelasi *C. fluminea* dengan kecepatan arus

Correlations

		Kecepatan Arus	Keanekaragaman
Kecepatan Arus	Pearson Correlation	1	-.655
	Sig. (2-tailed)		.546
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.655	1
	Sig. (2-tailed)	.546	
	N	3	3

g. Korelasi *Deleatidium* sp. dengan kecepatan arus

Correlations

		Kecepatan Arus	Keanekaragaman
Kecepatan Arus	Pearson Correlation	1	.929
	Sig. (2-tailed)		.242
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.929	1
	Sig. (2-tailed)	.242	
	N	3	3

h. Korelasi *Lestidae* sp. dengan kecepatan arus

Correlations

		Kecepatan Arus	Keanekaragaman
Kecepatan Arus	Pearson Correlation	1	-.412
	Sig. (2-tailed)		.730
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.412	1
	Sig. (2-tailed)	.730	
	N	3	3

- i. Korelasi *Hydropsyche* sp. dengan kecepatan arus

Correlations

		Kecepatan Arus	Keanekaragaman
Kecepatan Arus	Pearson Correlation	1	.737
	Sig. (2-tailed)		.472
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.737	1
	Sig. (2-tailed)	.472	
	N	3	3

- j. Korelasi *Polycentropodidae* sp. dengan kecepatan arus

Correlations

		Kecepatan Arus	Keanekaragaman
Kecepatan Arus	Pearson Correlation	1	-.327
	Sig. (2-tailed)		.788
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.327	1
	Sig. (2-tailed)	.788	
	N	3	3

- k. Korelasi *Anisoptera* sp. dengan kecepatan arus

Correlations

		Kecepatan Arus	Keanekaragaman
Kecepatan Arus	Pearson Correlation	1	-.327
	Sig. (2-tailed)		.788
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.327	1
	Sig. (2-tailed)	.788	
	N	3	3

- l. Korelasi *C. cornutus* dengan kecepatan arus

Correlations

		Kecepatan Arus	Keanekaragaman
Kecepatan Arus	Pearson Correlation	1	-.327
	Sig. (2-tailed)		.788
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.327	1
	Sig. (2-tailed)	.788	
	N	3	3

m. Korelasi *Tipula* sp. dengan kecepatan arus

Correlations

		Kecepatan Arus	Keanekaragaman
Kecepatan Arus	Pearson Correlation	1	-.327
	Sig. (2-tailed)		.788
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.327	1
	Sig. (2-tailed)	.788	
	N	3	3

n. Korelasi *Coloburiscus* sp. dengan kecepatan arus

Correlations

		Kecepatan Arus	Keanekaragaman
Kecepatan Arus	Pearson Correlation	1	-.500
	Sig. (2-tailed)		.667
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.500	1
	Sig. (2-tailed)	.667	
	N	3	3

o. Korelasi *Rallidens* sp. dengan kecepatan arus

Correlations

		Kecepatan Arus	Keanekaragaman
Kecepatan Arus	Pearson Correlation	1	-.655
	Sig. (2-tailed)		.546
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.655	1
	Sig. (2-tailed)	.546	
	N	3	3

p. Korelasi *A. mauiulus* dengan kecepatan arus

Correlations

		Kecepatan Arus	Keanekaragaman
Kecepatan Arus	Pearson Correlation	1	.982
	Sig. (2-tailed)		.121
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.982	1
	Sig. (2-tailed)	.121	
	N	3	3

q. Korelasi *Chironomus* sp. dengan kecepatan arus

Correlations

		Kecepatan Arus	Keanekaragaman
Kecepatan Arus	Pearson Correlation	1	-.976
	Sig. (2-tailed)		.139
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.976	1
	Sig. (2-tailed)	.139	
	N	3	3

r. Korelasi *L. variegatus* dengan kecepatan arus

Correlations

		Kecepatan Arus	Keanekaragaman
Kecepatan Arus	Pearson Correlation	1	-.655
	Sig. (2-tailed)		.546
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.655	1
	Sig. (2-tailed)	.546	
	N	3	3

s. Korelasi *L. terrestris* dengan kecepatan arus

Correlations

		Kecepatan Arus	Keanekaragaman
Kecepatan Arus	Pearson Correlation	1	-.327
	Sig. (2-tailed)		.788
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.327	1
	Sig. (2-tailed)	.788	
	N	3	3

t. Korelasi *Hirudinidae* sp. dengan kecepatan arus

Correlations

		Kecepatan Arus	Keanekaragaman
Kecepatan Arus	Pearson Correlation	1	.327
	Sig. (2-tailed)		.788
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.327	1
	Sig. (2-tailed)	.788	
	N	3	3

Lampiran 9. Analisis Korelasi Keanekaragaman Makrozoobentos dan pH

a. Korelasi *T. granifera* dengan pH

Correlations

		pH	Keanekaragaman
pH	Pearson Correlation	1	.132
	Sig. (2-tailed)		.916
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.132	1
	Sig. (2-tailed)	.916	
	N	3	3

b. Korelasi *L. rubiginosa* dengan pH

Correlations

		pH	Keanekaragaman
pH	Pearson Correlation	1	-.060
	Sig. (2-tailed)		.962
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.060	1
	Sig. (2-tailed)	.962	
	N	3	3

c. Korelasi *Fossaria* sp. dengan pH

Correlations

		pH	Keanekaragaman
pH	Pearson Correlation	1	.000
	Sig. (2-tailed)		1.000
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.000	1
	Sig. (2-tailed)	1.000	
	N	3	3

d. Korelasi *Sulcospira* sp. dengan pH

Correlations

		pH	Keanekaragaman
pH	Pearson Correlation	1	.741
	Sig. (2-tailed)		.469
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.741	1
	Sig. (2-tailed)	.469	
	N	3	3

e. Korelasi *P. ampullacea* dengan pH

Correlations

		pH	Keanekaragaman
pH	Pearson Correlation	1	.866
	Sig. (2-tailed)		.333
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.866	1
	Sig. (2-tailed)	.333	
	N	3	3

f. Korelasi *C. fluminea* dengan pH

Correlations

		pH	Keanekaragaman
pH	Pearson Correlation	1	.000
	Sig. (2-tailed)		1.000
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.000	1
	Sig. (2-tailed)	1.000	
	N	3	3

g. Korelasi *Deleatidium* sp. dengan pH

Correlations

		pH	Keanekaragaman
pH	Pearson Correlation	1	.945
	Sig. (2-tailed)		.212
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.945	1
	Sig. (2-tailed)	.212	
	N	3	3

h. Korelasi *Lestidae* sp. dengan pH

Correlations

		pH	Keanekaragaman
pH	Pearson Correlation	1	-.908
	Sig. (2-tailed)		.275
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.908	1
	Sig. (2-tailed)	.275	
	N	3	3

i. Korelasi *Hydropsyche* sp. dengan pH

Correlations

		pH	Keanekaragaman
pH	Pearson Correlation	1	.115
	Sig. (2-tailed)		.927
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.115	1
	Sig. (2-tailed)	.927	
	N	3	3

j. Korelasi *Polycentropodidae* sp. dengan pH

Correlations

		pH	Keanekaragaman
pH	Pearson Correlation	1	-.866
	Sig. (2-tailed)		.333
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.866	1
	Sig. (2-tailed)	.333	
	N	3	3

k. Korelasi *Anisoptera* sp. dengan pH

Correlations

		pH	Keanekaragaman
pH	Pearson Correlation	1	-.866
	Sig. (2-tailed)		.333
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.866	1
	Sig. (2-tailed)	.333	
	N	3	3

l. Korelasi *C. cornutus* dengan pH

Correlations

		pH	Keanekaragaman
pH	Pearson Correlation	1	-.866
	Sig. (2-tailed)		.333
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.866	1
	Sig. (2-tailed)	.333	
	N	3	3

m. Korelasi *Tipula* sp. dengan pH

Correlations

		pH	Keanekaragaman
pH	Pearson Correlation	1	-.866
	Sig. (2-tailed)		.333
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.866	1
	Sig. (2-tailed)	.333	
	N	3	3

n. Korelasi *Coloburiscus* sp. dengan pH

Correlations

		pH	Keanekaragaman
pH	Pearson Correlation	1	-.945
	Sig. (2-tailed)		.212
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.945	1
	Sig. (2-tailed)	.212	
	N	3	3

o. Korelasi *Rallidens* sp. dengan pH

Correlations

		pH	Keanekaragaman
pH	Pearson Correlation	1	.000
	Sig. (2-tailed)		1.000
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.000	1
	Sig. (2-tailed)	1.000	
	N	3	3

p. Korelasi *A. mauiulus* dengan pH

Correlations

		pH	Keanekaragaman
pH	Pearson Correlation	1	.866
	Sig. (2-tailed)		.333
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.866	1
	Sig. (2-tailed)	.333	
	N	3	3

q. Korelasi *Chironomus* sp. dengan pH

Correlations

		pH	Keanekaragaman
pH	Pearson Correlation	1	-.596
	Sig. (2-tailed)		.593
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.596	1
	Sig. (2-tailed)	.593	
	N	3	3

r. Korelasi *L. variegatus* dengan pH

Correlations

		pH	Keanekaragaman
pH	Pearson Correlation	1	.000
	Sig. (2-tailed)		1.000
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.000	1
	Sig. (2-tailed)	1.000	
	N	3	3

s. Korelasi *L. terrestris* dengan pH

Correlations

		pH	Keanekaragaman
pH	Pearson Correlation	1	-.866
	Sig. (2-tailed)		.333
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.866	1
	Sig. (2-tailed)	.333	
	N	3	3

t. Korelasi *Hirudinidae* sp. dengan pH

Correlations

		pH	Keanekaragaman
pH	Pearson Correlation	1	-.371
	Sig. (2-tailed)		.758
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.371	1
	Sig. (2-tailed)	.758	
	N	3	3

Lampiran 10. Analisis Korelasi Keanekaragaman Makrozoobentos dan DO

a. Korelasi *T. granifera* dengan DO

Correlations

		DO	Keanekaragaman
DO	Pearson Correlation	1	-.328
	Sig. (2-tailed)		.787
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.328	1
	Sig. (2-tailed)	.787	
	N	3	3

b. Korelasi *L. rubiginosa* dengan DO

Correlations

		DO	Keanekaragaman
DO	Pearson Correlation	1	-.502
	Sig. (2-tailed)		.665
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.502	1
	Sig. (2-tailed)	.665	
	N	3	3

c. Korelasi *Fossaria* sp. dengan DO

Correlations

		DO	Keanekaragaman
DO	Pearson Correlation	1	-.450
	Sig. (2-tailed)		.703
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.450	1
	Sig. (2-tailed)	.703	
	N	3	3

d. Korelasi *Sulcospira* sp. dengan DO

Correlations

		DO	Keanekaragaman
DO	Pearson Correlation	1	.964
	Sig. (2-tailed)		.172
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.964	1
	Sig. (2-tailed)	.172	
	N	3	3

e. Korelasi *P. ampullacea* dengan DO

Correlations

		DO	Keanekaragaman
DO	Pearson Correlation	1	.998*
	Sig. (2-tailed)		.036
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.998*	1
	Sig. (2-tailed)	.036	
	N	3	3

f. Korelasi *C. fluminea* dengan DO

Correlations

		DO	Keanekaragaman
DO	Pearson Correlation	1	-.450
	Sig. (2-tailed)		.703
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.450	1
	Sig. (2-tailed)	.703	
	N	3	3

g. Korelasi *Deleatidium* sp. dengan DO

Correlations

		DO	Keanekaragaman
DO	Pearson Correlation	1	.991
	Sig. (2-tailed)		.085
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.991	1
	Sig. (2-tailed)	.085	
	N	3	3

h. Korelasi *Lestidae* sp. dengan DO

Correlations

		DO	Keanekaragaman
DO	Pearson Correlation	1	-.622
	Sig. (2-tailed)		.572
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.622	1
	Sig. (2-tailed)	.572	
	N	3	3

i. Korelasi *Hydropsyche* sp. dengan DO

Correlations

		DO	Keanekaragaman
DO	Pearson Correlation	1	.549
	Sig. (2-tailed)		.630
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.549	1
	Sig. (2-tailed)	.630	
	N	3	3

j. Korelasi *Polycentropodidae* sp. dengan DO

Correlations

		DO	Keanekaragaman
DO	Pearson Correlation	1	-.549
	Sig. (2-tailed)		.630
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.549	1
	Sig. (2-tailed)	.630	
	N	3	3

k. Korelasi *Anisoptera* sp. dengan DO

Correlations

		DO	Keanekaragaman
DO	Pearson Correlation	1	-.549
	Sig. (2-tailed)		.630
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.549	1
	Sig. (2-tailed)	.630	
	N	3	3

l. Korelasi *C. cornutus* dengan DO

Correlations

		DO	Keanekaragaman
DO	Pearson Correlation	1	-.549
	Sig. (2-tailed)		.630
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.549	1
	Sig. (2-tailed)	.630	
	N	3	3

m. Korelasi *Tipula* sp. dengan DO

Correlations

		DO	Keanekaragaman
DO	Pearson Correlation	1	-.549
	Sig. (2-tailed)		.630
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.549	1
	Sig. (2-tailed)	.630	
	N	3	3

n. Korelasi *Coloburiscus* sp. dengan DO

Correlations

		DO	Keanekaragaman
DO	Pearson Correlation	1	-.697
	Sig. (2-tailed)		.509
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.697	1
	Sig. (2-tailed)	.509	
	N	3	3

o. Korelasi *Rallidens* sp. dengan DO

Correlations

		DO	Keanekaragaman
DO	Pearson Correlation	1	-.450
	Sig. (2-tailed)		.703
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.450	1
	Sig. (2-tailed)	.703	
	N	3	3

p. Korelasi *A. maiiulus* dengan DO

Correlations

		DO	Keanekaragaman
DO	Pearson Correlation	1	.998*
	Sig. (2-tailed)		.036
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.998*	1
	Sig. (2-tailed)	.036	
	N	3	3

q. Korelasi *Chironomus* sp. dengan DO

Correlations

		DO	Keanekaragaman
DO	Pearson Correlation	1	-.894
	Sig. (2-tailed)		.296
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.894	1
	Sig. (2-tailed)	.296	
	N	3	3

r. Korelasi *L. variegatus* dengan DO

Correlations

		DO	Keanekaragaman
DO	Pearson Correlation	1	-.450
	Sig. (2-tailed)		.703
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.450	1
	Sig. (2-tailed)	.703	
	N	3	3

s. Korelasi *L. terrestris* dengan DO

Correlations

		DO	Keanekaragaman
DO	Pearson Correlation	1	-.549
	Sig. (2-tailed)		.630
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.549	1
	Sig. (2-tailed)	.630	
	N	3	3

t. Korelasi *Hirudinidae* sp. dengan DO

Correlations

		DO	Keanekaragaman
DO	Pearson Correlation	1	.086
	Sig. (2-tailed)		.945
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.086	1
	Sig. (2-tailed)	.945	
	N	3	3

Lampiran 11. Analisis Korelasi Keanekaragaman Makrozoobentos dan COD

a. Korelasi *T. granifera* dengan COD

Correlations

		COD	Keanekaragaman
COD	Pearson Correlation	1	.958
	Sig. (2-tailed)		.186
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.958	1
	Sig. (2-tailed)	.186	
	N	3	3

b. Korelasi *L. rubiginosa* dengan COD

Correlations

		COD	Keanekaragaman
COD	Pearson Correlation	1	.995
	Sig. (2-tailed)		.064
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.995	1
	Sig. (2-tailed)	.064	
	N	3	3

c. Korelasi *Fossaria* sp. dengan COD

Correlations

		COD	Keanekaragaman
COD	Pearson Correlation	1	.987
	Sig. (2-tailed)		.102
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.987	1
	Sig. (2-tailed)	.102	
	N	3	3

d. Korelasi *Sulcospira* sp. dengan COD

Correlations

		COD	Keanekaragaman
COD	Pearson Correlation	1	-.781
	Sig. (2-tailed)		.429
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.781	1
	Sig. (2-tailed)	.429	
	N	3	3

e. Korelasi *P. ampullacea* dengan COD

Correlations

		COD	Keanekaragaman
COD	Pearson Correlation	1	-.632
	Sig. (2-tailed)		.565
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.632	1
	Sig. (2-tailed)	.565	
	N	3	3

f. Korelasi *C. fluminea* dengan COD

Correlations

		COD	Keanekaragaman
COD	Pearson Correlation	1	.987
	Sig. (2-tailed)		.102
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.987	1
	Sig. (2-tailed)	.102	
	N	3	3

g. Korelasi *Deleatidium* sp. dengan COD

Correlations

		COD	Keanekaragaman
COD	Pearson Correlation	1	-.474
	Sig. (2-tailed)		.686
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.474	1
	Sig. (2-tailed)	.686	
	N	3	3

h. Korelasi *Lestidae* sp. dengan COD

Correlations

		COD	Keanekaragaman
COD	Pearson Correlation	1	-.269
	Sig. (2-tailed)		.826
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.269	1
	Sig. (2-tailed)	.826	
	N	3	3

i. Korelasi *Hydropsyche* sp. dengan COD

Correlations

		COD	Keanekaragaman
COD	Pearson Correlation	1	-.999*
	Sig. (2-tailed)		.029
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.999*	1
	Sig. (2-tailed)	.029	
	N	3	3

j. Korelasi *Polycentropodidae* sp. dengan COD

Correlations

		COD	Keanekaragaman
COD	Pearson Correlation	1	-.356
	Sig. (2-tailed)		.768
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.356	1
	Sig. (2-tailed)	.768	
	N	3	3

k. Korelasi *Anisoptera* sp. dengan COD

Correlations

		COD	Keanekaragaman
COD	Pearson Correlation	1	-.356
	Sig. (2-tailed)		.768
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.356	1
	Sig. (2-tailed)	.768	
	N	3	3

l. Korelasi *C. cornutus* dengan COD

Correlations

		COD	Keanekaragaman
COD	Pearson Correlation	1	-.356
	Sig. (2-tailed)		.768
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.356	1
	Sig. (2-tailed)	.768	
	N	3	3

m. Korelasi *Tipula* sp. dengan COD

Correlations

		COD	Keanekaragaman
COD	Pearson Correlation	1	-.356
	Sig. (2-tailed)		.768
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.356	1
	Sig. (2-tailed)	.768	
	N	3	3

n. Korelasi *Coloburiscus* sp. dengan COD

Correlations

		COD	Keanekaragaman
COD	Pearson Correlation	1	-.173
	Sig. (2-tailed)		.890
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.173	1
	Sig. (2-tailed)	.890	
	N	3	3

o. Korelasi *Rallidens* sp. dengan COD

Correlations

		COD	Keanekaragaman
COD	Pearson Correlation	1	.987
	Sig. (2-tailed)		.102
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.987	1
	Sig. (2-tailed)	.102	
	N	3	3

p. Korelasi *A. maiiulus* dengan COD

Correlations

		COD	Keanekaragaman
COD	Pearson Correlation	1	-.632
	Sig. (2-tailed)		.565
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.632	1
	Sig. (2-tailed)	.565	
	N	3	3

q. Korelasi *Chironomus* sp. dengan COD

Correlations

		COD	Keanekaragaman
COD	Pearson Correlation	1	.888
	Sig. (2-tailed)		.305
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.888	1
	Sig. (2-tailed)	.305	
	N	3	3

r. Korelasi *L. variegatus* dengan COD

Correlations

		COD	Keanekaragaman
COD	Pearson Correlation	1	.987
	Sig. (2-tailed)		.102
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.987	1
	Sig. (2-tailed)	.102	
	N	3	3

s. Korelasi *L. terrestris* dengan COD

Correlations

		COD	Keanekaragaman
COD	Pearson Correlation	1	-.356
	Sig. (2-tailed)		.768
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.356	1
	Sig. (2-tailed)	.768	
	N	3	3

t. Korelasi *Hirudinidae* sp. dengan COD

Correlations

		COD	Keanekaragaman
COD	Pearson Correlation	1	-.858
	Sig. (2-tailed)		.344
	N	3	3
Keanekaragaman	Pearson Correlation	-.858	1
	Sig. (2-tailed)	.344	
	N	3	3

Lampiran 12. Dokumentasi Penelitian



Pengukuran suhu



Pengukuran kecerahan



Pengukuran kedalaman



Substrat



Pengukuran kecepatan arus



Pengukuran pH



Pengukuran DO



Pengambilan sampel air



Membenamkan pipa paralon



Penyaringan substrat



Pengambilan sampel makrozoobentos



Pengawetan sampel makrozoobentos



Identifikasi makrozoobentos



Pengayakan sampel substrat