

**KELIMPAHAN DAN KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI
PERAIRAN HULU SUNGAI WANGI KABUPATEN PASURUAN**

SKRIPSI

**Oleh:
ROHMATUS SHOUMIYAH
NIM. 200602110040**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

**KELIMPAHAN DAN KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI
PERAIRAN HULU SUNGAI WANGI KABUPATEN PASURUAN**

SKRIPSI

**diajukan kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh :
ROHMATUS SHOUMIYAH
NIM: 200602110040**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

**KELIMPAHAN DAN KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI
PERAIRAN HULU SUNGAI WANGI KABUPATEN PASURUAN**

SKRIPSI

Oleh :
ROHMATUS SHOUMIYAH
NIM. 200602110040

telah diperiksa dan disetujui untuk diuji

Tanggal:

Pembimbing I



Bayu Agung Prahardika, M.Si
NIP. 199008072019031011

Pembimbing II



Berry Fakhry Hanifa, M.Sc
NIP. 198712172020121001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi



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


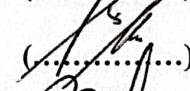

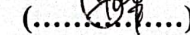
**KELIMPAHAN DAN KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI
PERAIRAN HULU SUNGAI WANGI KABUPATEN PASURUAN**

SKRIPSI

**Oleh :
ROHMATUS SHOUMIYAH
NIM. 200602110040**

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

**Ketua Penguji : Dr. Dwi Suheriyanto, M.P
NIP. 197403252003121001**
**Anggota Penguji 1 : Muhammad Asmuni Hasyim M.Si
NIPPPK. 198705222023211016**
**Anggota Penguji 2 : Bayu Agung Prahardika, M.Si
NIP. 199008072019031011**
**Anggota Penguji 3 : Berry Fakhry Hanifa, M.Sc
NIP. 198712172020121001**


(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

**Mengesahkan,
Ketua Program Studi Biologi**

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

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rohmatus Shoumiyah

NIM : 200602110040

Program : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Kelimpahan dan Keanekaragaman Makrozoobentos Di Hulu Sungai Wangi Kabupaten Pasuruan.

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

Malang, 05 Mei 2024

Yang membuat pernyataan,



Rohmatus Shoumiyah

NIM. 200602110040

MOTTO

**Mulai dengan Penuh Keyakinan, Menjalankan dengan Penuh Keikhlasan,
Menyelesaikan dengan Penuh Kebahagiaan**

Kelimpahan dan Keanekaragaman Makrozoobentos di Perairan Hulu Sungai Wangi Kabupaten Pasuruan

Rohmatus Shoumiyah, Bayu Agung Prahardika, Berry Fakhry Hanifa

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

ABSTRAK

Makrozoobentos merupakan organisme yang hidup melata, menempel, memendam dan meliang baik di dasar perairan maupun di permukaan dasar perairan. Makrozoobentos merupakan salah satu organisme perairan yang dapat digunakan indikator biologi yang dapat dijadikan penilaian atau acuan kualitas lingkungan di berbagai ekosistem perairan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos di perairan hulu Sungai Wangi Kabupaten Pasuruan. Penelitian ini termasuk deskripsi kuantitatif dengan metode eksplorasi. Teknik pengambilan sampel menggunakan *Purposive Sampling*. Analisis data yang digunakan adalah kelimpahan, indeks keanekaragaman, dan analisis korelasi PAST 4.09. Hasil penelitian yang didapatkan 10 genus makrozoobentos. Kelimpahan makrozoobentos dengan genus tertinggi diantara tiga stasiun yaitu genus *Potamopyrgus*. Indeks keanekaragaman untuk seluruh stasiun sedang. Parameter DO, TSS, Nitrat, Fosfat sesuai dengan baku mutu kelas II. Nilai pH pada semua stasiun memenuhi baku mutu air sungai. Suhu di semua stasiun masuk dalam deviasi 3 baku mutu air sungai. Kecepatan arus yang paling tinggi terdapat pada stasiun I dan III. Suhu yang memiliki korelasi negatif dengan Genus *Hirudo*. Genus *Potamonautes* memiliki korelasi negatif dan sangat kuat pada pH. TSS memiliki nilai positif dan sangat kuat dengan genus *Stenoxenus*. Genus *Hydropsyche* memiliki nilai positif sangat kuat dengan DO. Genus *Lymnaea* memiliki nilai negatif dan sangat kuat dengan Nitrat, Genus *Chironomus* memiliki nilai positif dengan fosfat.

Kata kunci: keanekaragaman, kelimpahan, korelasi, makrozoobentos, Sungai Wangi

Abundance and Diversity of Macrozoobenthos in the Upstream Waters of Wangi River,
Pasuruan Regency

Rohmatus Shoumiyah, Bayu Agung Prahardika, Berry Fakhry Hanifa

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

ABSTRACT

Macrozoobenthos is an organism that lives slithering, sticking, burying and meliang both at the bottom of the water and on the surface of the bottom of the water. Macrozoobenthos is one of the aquatic organisms that can be used as biological indicators that can be used as an assessment or reference to environmental quality in various aquatic ecosystems. The purpose of this study was to determine the abundance and diversity of macrozoobenthos in the upstream waters of the Wangi River, Pasuruan Regency. This research includes quantitative description with exploration method. Sampling technique using purposive sampling. Data analysis used is the abundance, diversity index, and correlation analysis of PAST 4.09. The results obtained 10 genus macrozoobenthos. The abundance of macrozoobenthos with the highest genus among the three stations is the genus Potamopyrgus. Diversity index for all stations is moderate. Parameters DO, TSS, Nitrate, Phosphate are in accordance with class II quality standards. The pH value at all stations meets the river water quality standards. Temperature at all stations is included in the deviation of 3 river water quality standards. The highest current velocity is found at stations I and III. temperature which has a negative correlation with the Hirudo genus. The genus Potamonautes has a negative and very strong correlation with pH. TSS has a positive and very strong value with the genus Stelnoxelnuls. The genus Hydropsychel has a very strong positive value with DO. Genus Lymnaea has a negative and very strong value with Nitrate, Genus Chironomus has a positive value with phosphate.

Key words: abundance, correlation, diversity, macrozoobenthos, wangi river

وفرة وتنوع الكائنات الحيوانية الكبيرة في مياه منبع نهر وانجي، محافظة باسوروان

رحماتوس شومية، بابو اجونج براهارديكا، بيرري فخري حنيفة
برنامج دراسة الأحياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية، مالانج

ملخص البحث

الكائنات الحيوانية الكبيرة هي كائنات حية تعيش زاحفة وملتصقة ومدفونة ومليانغ في قاع الماء وعلى سطح قاع الماء. الكائنات الحيوانية الكبيرة هي واحدة من الكائنات المائية التي يمكن استخدامها كمؤشرات بيولوجية يمكن استخدامها كتقييم أو مرجع لجودة البيئة في مختلف النظم الإيكولوجية المائية. كان الغرض من هذه الدراسة هو تحديد وفرة وتنوع الكائنات الحيوانية الكبيرة في مياه منبع نهر وانجي، محافظة باسوروان. يتضمن هذا البحث الوصف الكمي مع طريقة الاستكشاف. تقنية أخذ العينات باستخدام أسلوب أخذ العينات الانتقائي. تحليل البيانات المستخدمة هو النتائج التي تم الحصول عليها هي 10 أجناس من الكائنات PAST 4.09 الوفرة، ومؤشر التنوع، وتحليل الارتباط الحيوانية الكبيرة. وفرة الطحالب الحيوانية الكبيرة ذات الجنس الأعلى بين المحطات الثلاث هو جنس بوتاموبيرجوس. ، النترات، الفوسفات وفقاً لمعايير الجودة من الفئة الثانية. TSS، DO مؤشر التنوع لجميع المحطات معتدل. المعلمات تتوافق قيمة الأس الهيدروجيني في جميع المحطات مع معايير جودة مياه النهر. تقع درجة الحرارة في جميع المحطات ضمن انحراف 3 معايير جودة مياه النهر. وتوجد أعلى سرعة تيار في المحطتين الأولى والثالثة. أما جنس فله قيمة موجبة وقوية جداً مع جنس TSS البوتامونوتس فله ارتباط سلبي وقوي جداً مع الأس الهيدروجيني. أما قيمة سالبة Lymnaea وكان لجنس DO قيمة إيجابية قوية جداً مع Hydropsycheل ستيلنوكسيلنولز. كان لجنس قيمة موجبة مع الفوسفات Chironomus وقوية جداً مع النترات، وكان لجنس

الكلمات المفتاحية: التنوع، الوفرة، الارتباط، الكائنات الحيوانية الكبيرة، نهر وانجي

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Bismillahirrohmaanirrohiim, segala puji bagi Allah Tuhan semesta alam karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir proposal skripsi ini yang berjudul “Kelimpahan Dan Keanekaragaman Makrozoobentos di Perairan Hulu Sungai Wangi Kabupaten Pasuruan”. Tidak lupa pula shalawat dan salam disampaikan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW. yang telah menegakkan diinul Islam yang terpatri hingga akhirul zaman. Aamiin.

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

1. Prof. Dr, H. Muhammad Zainuddin, M.A selaku Rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Sri Hariani, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P. Selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Bayu Agung Prahardika, M.Si. dan Berry Fakhry Hanifa, M.Sc. selaku pembimbing I dan II, yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan keikhlasan dalam meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Dr. Kiptiyah, M.Si. Selaku Dosen Wali, yang telah membimbing dan memberikan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
6. Seluruh dosen dan laboran di Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang setia menemani penulis dalam melakukan penelitian di laboratorium tersebut.
7. Kedua orang tua tercinta Bapak M. Sodiq dan Ibu Tiyamah yang tiada henti memberikan dukungan serta selalu mendoakan dan memberikan wejangan yang baik, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.

8. Kakak penulis, Lailatus Shouma dan M. Sulton Hakim serta keluarga yang lainnya yang selalu mendoakan, membantu, dan memberi dukungan kepada penulis.
9. Segenap sahabat Humaira Jannah, yang selalu memberikan semangat satu sama lain untuk mencapai titik yang sama.
10. Segenap keluarga besar Ligase yang selalu memberi dukungan dan semangat untuk penulis.
11. Segenap teman-teman Biologi angkatan 2020 UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah berjuang bersama dengan penulis.

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 05 Mei 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
HALAMAN PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
البحث ملخص	x
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan	8
1.4 Manfaat	8
1.5 Batasan Masalah.....	9

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekosistem Sungai	10
2.2 Bagian Sungai	11
2.3 Sungai Wangi	12
2.4. Makrozoobentos.....	12
2.4.1 Klasifikasi Makrozoobentos.....	17
2.4.2 Peranan Makrozoobentos	25
2.5 Indeks Kelimpahan.....	25
2.6 Indeks Keanekaragaman	26
2.7 Faktor-faktor Abiotik Perairan	28

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis penelitian	32
3.2 Waktu dan tempat	32
3.3 Alat dan bahan.....	32
3.3.1 Alat.....	32

3.3.2 Bahan	32
3.4 Prosedur penelitian	33
3.4.1 Studi penelitian	33
3.4.2 Pengambilan sampel.....	34
3.4.3 Identifikasi makrozoobentos	36
3.4.4 Pengukuran faktor fisika-kimia air	36
3.5 Analisis data.....	37
3.5.1 Indeks kelimpahan	37
3.5.2 Indeks keanekaragaman	37
3.5.3 Analisis korelasi	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil identifikasi spesimen makrozoobentos	39
4.2 Kelimpahan dan indeks keanekaragaman makrozoobentos.....	54
4.3 Parameter fisika-kimia air	62
4.4 Nilai korelasi kelimpahan makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia air sungai	69
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	74
5.2 Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN.....	84

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Pencemaran Air Ditinjau dari DO.....	32
3.1 Deskripsi Kondisi Stasiun Penelitian.....	37
3.2 Titik Koordinat Lokasi Penelitian.....	37
3.3 Data Makrozoobentos Sungai Wangi.....	40
3.4 Nilai koefisien korelasi	43
4.1 Jumlah Genus Makrozoobentos	62
4.2 Nilai Kelimpahan Total.....	63
4.3 Nilai Kelimpahan Relatif	63
4.4 Nilai parameter fisika- kimia air Hulu Sungai Wangi	70
4.5 Nilai korelasi antara kelimpahan makrozoobentos dengan parameter fisika- kimia air	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Kelompok utama makrozoobentos.....	1
2.2. Morfologi coleoptera larva.....	23
2.3. Morfologi odonata larva.....	23
2.4. Morfologi trichoptera.....	24
2.5 Morfologi plecoptera.....	25
2.6. Morfologi ephemeroptera.....	26
3.1 Peta Stasiun Pengamatan	38
3.2 Foto lokasi penelitian	38
3.3 Jarak Antar Stasiun	39
3.4 Jarak Pengulangan Setiap Sub Stasiun.....	40
4.1 Genus <i>Melanopsis</i>	44
4.2 Genus <i>Melanoides</i>	46
4.3 Genus <i>Lymnaea</i>	48
4.4 Genus <i>Potamonautes</i>	49
4.5 Genus <i>Hirudo</i>	51
4.6 Genus <i>Hydropsyche</i>	52
4.7 Genus <i>Chironomus</i>	57
4.8 Genus <i>Stenoxenus</i>	59
4.9 Genus <i>Potamopyrgus</i>	60
4.10 Genus <i>Oncomelania</i>	62
4.11 Nilai Keanekaragaman Makrozoobentos	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Perhitungan Menggunakan Microsoft Excel.....	83
Perhitungan Faktor Fisika Kimia (DO, TSS, pH, Nitrat, Fosfat, Suhu, Kecepatan Arus) Dengan Menggunakan Uji BNJ.....	86
Perhitungan uji T <i>diversity</i>	90
Hasil Uji Lab Air.....	91
Alat dan Bahan.....	98
Dokumntasi	101

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air bersih merupakan sumber daya yang sangat penting bagi kehidupan. Air bersih berperan untuk memenuhi kebutuhan manusia seperti minum, pengairan, rumah tangga dan aktivitas industri. Dengan organisme hidup di air, ekosistem perairan akan terdiri dari komponen biotik dan abiotik. Allah SWT menciptakan air mempunyai banyak kegunaan. Air daratan adalah sumber air bersih paling umum yang digunakan manusia. Sumber air bersih yang paling umum adalah air permukaan yang kerap digunakan oleh masyarakat. Air daratan yang mengalir terdiri dari sungai, selokan, dan parit, sedangkan air daratan yang tidak mengalir terdiri dari danau, rawa, bendungan, dan sumber. Karena banyaknya aktivitas masyarakat yang menggunakan air daratan, sumber air menjadi buruk dan terkontaminasi (Herlambang, 2006).

Kerusakan air tidak hanya merugikan bagi manusia saja tetapi juga dapat merusak ekosistem perairan dan mengganggu kehidupan organisme di dalamnya baik segi struktur maupun fungsi. Kerusakan habitat dan penurunan keanekaragaman organisme akan disebabkan oleh penurunan kualitas air (Laksa, 2022). Sebagaimana Allah SWT berfirman dalam surat QS: Ar-Rum 30:41, yang berbunyi:

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

Artinya: “Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan perbuatan tangan manusia. (Melalui hal itu) Allah membuat mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”.

Ayat diatas menjelaskan bahwa kerusakan yang ada di bumi ini di akibatkan oleh perbuatan manusia yang dikendalikan oleh hawa nafsunya, sehingga allah menghendaki agar mereka merasakan apa yang telah diperbuat agar mereka sadar dan kembali kepada jalan yang benar. Kata (الْفَسَاد) menegaskan bahwa kerusakan di bumi adalah akibat mempertuhankan hawa nafsu dan telah nampaklah kerusakan di darat atau laut, baik kota maupun desa, disebabkan karena perbuatan tangan manusia yang dikendalikan oleh hawa nafsu dan jauh dari tuntunan fitrah. Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari akibat perbuatan buruk mereka agar mereka kembali ke jalan yang benar dengan menjaga kesesuaian perilakunya dengan fitrahnya menurut (Kementerian Agama RI, 2016).

Kata (الْفَسَاد) menurut Shihab, (2002), yaitu hilangnya sesuatu dari keseimbangan, baik sedikit maupun banyak, atau kata lain *ash-shalah* yang artinya manfaat atau berguna. Hal tersebut merupakan kerusakan yang terjadi di bumi adalah hasil dari campur tangan manusia, terkadang dilakukan tanpa disadari dapat merusak lingkungan dan mengganggu keseimbangan ekosistem. Selain itu juga sebuah teguran bagi manusia secara langsung atau tidak langsung, kerusakan yang terjadi berupa bencana, akibat buangan hasil aktivitas manusia berdampak bagi lingkungan yang lebih rentan mengalami kerusakan dibanding dengan wilayah daratan, semakin banyak kerusakan lingkungan semakin besar juga dampak buruk terhadap manusia, Allah SWT menciptakan semua makhluk saling kait berkait dalam keterkaitan keserasihan dan keseimbangan dari yang

terkecil hingga terbesar dan semua tunduk kepada dzat yang Allah Yang Maha Besar.

Sungai adalah salah satu ekosistem yang paling penting bagi manusia karena menyediakan air untuk pertanian, industri, dan rumah tangga menurut (Siahaan *et al.*, 2011). Karena habitatnya yang beragam, sungai yang tercemar dapat memperbaiki diri sendiri. Proses filtrasi, oksidasi, dan aktivitas organisme memperbaiki sungai. Sungai membantu menjaga keseimbangan dan kualitas ekosistem dengan mengurangi polutan (Djuwansah *et al.*, 2009). Perubahan dalam kondisi fisik, kimia, dan biologi akan diikuti oleh penurunan kualitas air sungai. Habitat akan rusak dan keanekaragaman hayati perairan akan berkurang sebagai akibat dari perubahan ini, salah satunya adalah bentos.

Makrozoobentos yaitu salah satu indikator biologi yang dapat digunakan untuk menilai kualitas lingkungan di berbagai ekosistem perairan (Prihatin *et al.*, 2021; Safitri *et al.*, 2021; Rosdiana *et al.*, 2019; Apriliadi *et al.*, 2020). Keberadaan makrozoobentos bergantung pada substrat. Karena makrozoobentos sensitif terhadap perubahan kualitas air, setiap jenis makrozoobentos memiliki kemampuan untuk menyesuaikan diri dengan berbagai jenis substrat dan komponen organiknya (Izzah & Roziaty, 2016). Bentos yang mendalami dasar perairan dan tinggal di dalam atau di dalam sedimen dasar perairan. Bentos ini mudah ditemukan dan sensitif terhadap perubahan lingkungan. Adapun parameter yang dapat digunakan untuk menilai bentos sebagai pengukur kualitas perairan adalah (Kelimpahan, indeks keanekaragaman). Keanekaragaman dan kelimpahan dalam makrozoobentos adalah untuk mendukung konservasi dan pengelolaan ekosistem perairan yang seimbang dan berkelanjutan (Fikri, 2019).

Kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos di ekosistem sungai dipengaruhi oleh beberapa faktor abiotik perairan, diantaranya kecepatan arus, derajat keasaman (pH), suhu, kadar oksigen, nitrat, fosfat, TSS. Kehidupan makrozoobentos sangat bergantung pada kecepatan arus sungai. Menurut Safitri *et al.*, (2021) makrozoobentos dan kecepatan arus sangat terkait, Kecepatan arus yang lambat akan membuat lumpur atau lempung mendominasi sedimen, yang bakal membentuk substrat dasar yang bakal menjadi habitat makrozoobentos. Pengukuran pH perlu dilakukan karena makrozoobentos dapat bertahan pada rentang pH tidak kurang 5 dan tidak lebih 9 organisme mati dalam perairan sangat basa atau sangat asam (Hamun *et al.*, 2018). Suhu perairan yang cocok untuk kehidupan organisme bentos 27- 37 °C. Pengukuran kadar oksigen diperlukan untuk mengetahui kemampuan dalam menguraikan senyawa organik.

Makrozoobentos adalah organisme yang hidup melata, menempel, memendam dan meliang baik di dasar perairan maupun di permukaan dasar perairan (Arief, 2003). Makrozoobentos, invertebrata yang hanya dapat dilihat melalui mata telanjang, hidup di dalam dan sekitar bebatuan di dasar perairan. Makrozoobentos juga membantu mempercepat proses dekomposisi bahan organik. Makrozoobentos sebagai indikator biologi kualitas perairan bukan sesuatu yang baru. Beberapa karakteristik hidup hewan bentos, termasuk hewan dengan habitat menetap, menarik untuk digunakan sebagai indikator biologi. Oleh karena itu, komposisi dan kelimpahannya akan dipengaruhi oleh perubahan kualitas air tempat hidupnya. Beberapa organisme makrozoobentos biasanya digunakan sebagai pengukur kandungan bahan organik, dan mereka dapat

memberi gambaran yang lebih akurat dari pada pengujian fisika-kimia (Guntur, 1993) dalam (Asra, 2009).

Penggunaan analisis fisika dan kimia dalam penentuan kualitas air kurang efektif karena nilai - nilai yang dihasilkan dapat menyimpang akibat perubahan sangat dipengaruhi keadaan sesaat, mengetahui sungai wangi adalah perairan lotik dengan sumber nutrisi yang dinamis. Dengan menggunakan organisme yang berada di tempat yang tetap dan terpapar bahan berbahaya, analisis biologi dapat digunakan untuk melacak kualitas perairan dengan lebih baik. Selain itu juga makrozoobentos adalah salah satu metode yang paling efektif untuk mengukur kualitas ekologis perairan. Masukan buangan ke dalam sungai mengubah kondisi fisika, kimia, dan biologi perairan. Bahan berbahaya yang masuk dapat menyebabkan perubahan dalam lingkungan dan biota perairan. (Athifah *et al.*, 2019).

Sejumlah penelitian telah banyak menggunakan makrozoobentos sebagai indikator penilaian kualitas perairan tawar. Penelitian terkait keanekaragaman makrozoobentos di sungai porong oleh (Pratama, 2022) dengan hasil yang didapatkan terdiri dari lima kelas yaitu kelas *Bivalvia* 59,74%, kelas *Gastropoda* 31,95%, kelas *Polychaeta* 4,79%, kelas *Clifelata* 2,56%, dan kelas *Malacotraca* 0,96%, Karena kondisi lingkungan yang tidak tetap akan mempengaruhi kehidupan dan keanekaragaman makrozoobentos di sungai porong, penelitian lebih lanjut harus dilakukan mengenai makrozoobentos tersebut. Penelitian Marmita *et al.* (2013) di sungai Ranoyapo Sulawesi Utara selain faktor kimia fisika juga dapat digunakan faktor biologi dengan menggunakan keanekaragaman makrozoobentos sebagai indikator kualitas air. Penelitian tersebut menyimpulkan

bahwa sungai Ranoyapo Sulawesi Utara telah tercemar ringan dan sebagian yang lain tercemar sedang. Penelitian lain juga dilakukan pada sungai Brantas Malang (Hamid, 2012) bahwa keanekaragaman makrozoobentos sebagai indikator Kualitas Air Sungai Brantas Malang menyebutkan bahwa makrozoobentos dapat dijadikan tolak ukur kualitas perairan dan dapat menentukan pencemaran. Oleh karena itu, agar mencapai suatu pengelolaan yang maksimal, penting untuk memahami respon organisme untuk menghadapi perubahan lingkungan yang terjadi.

Sungai Wangi yaitu sungai yang mengalir di bagian barat wilayah Kabupaten Pasuruan. Sungai Wangi yang berhulu di Pegunungan Arjuno–Welirang, memiliki panjang 7 km, mengalir mulai dari Dusun Payak, Desa Candiwates, Kecamatan Prigen hingga menyatu dengan Sungai Bangil (Kedunglarangan), Kecamatan Bangil, Kabupaten Pasuruan, kemudian bermuara di selat Madura (BBWS, 2023). Aliran sungai wangi melewati kawasan industri, pemukiman penduduk serta lahan pertanian. Oleh sebab itu sungai wangi merupakan salah satu sungai yang berpotensi terpengaruh oleh limbah dari industri, pemukiman serta lahan pertanian (Adam *et al.*, 2022). Sungai yang dulunya jernih dan dibuat untuk aktivitas manusia seperti mandi, mencuci tapi kini tidak bisa digunakan karena tercampur oleh limbah dan sampah dari masyarakat selain itu juga airnya berbau karena manusia dan industri cenderung membuang limbah di aliran sungai (Adam, 2015).

Sungai Wangi pasca terungkapnya limbah pabrik yang berpotensi besar dalam kualitas air. Hal tersebut mengakibatkan kerusakan lingkungan akibat limbah pabrik di sekitar kawasan Sungai Wangi turut mempengaruhi perubahan kualitas lingkungan (BLH Kabupaten Pasuruan, 2015). Selain pembuangan

limbah yang tidak terkontrol dari sisa aktivitas industri dan masyarakat, kurangnya pemahaman dan kesadaran tentang bahaya kerusakan lingkungan dapat berdampak negatif pada ekosistem air. Akibatnya, kondisi ekosistem air sebagai tempat hidup berbagai organisme akuatik akan mengalami perubahan yang signifikan. Hal tersebut tidak hanya akan mengurangi kualitas air tetapi juga akan berpotensi mempengaruhi kehidupan organisme yang tinggal di dalam air, termasuk makrozoobentos. Oleh karena itu, dengan menggunakan makrozoobentos sebagai indikator kualitas air, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi kualitas perairan Sungai Wangi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Apa saja genus makrozoobentos yang ditemukan di perairan Sungai Wangi Kabupaten Pasuruan ?
2. Berapa nilai kelimpahan dan indeks keanekaragaman makrozoobentos di perairan Sungai Wangi Kabupaten Pasuruan?
3. Bagaimana kualitas perairan Sungai Wangi Kabupaten Pasuruan berdasarkan faktor abiotik fisika- kimia?
4. Bagaimana korelasi antara parameter fisika-kimia air dengan keanekaragaman makrozoobentos di perairan Sungai Wangi Kabupaten Pasuruan?

1.3 Tujuan

Tujuan pada penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui apa saja genus makrozoobentos yang ditemukan di perairan Sungai Wangi Kabupaten Pasuruan.
2. Untuk mengetahui berapa nilai kelimpahan dan indeks keanekaragaman makrozoobentos di perairan Sungai Wangi Kabupaten Pasuruan.
3. Untuk mengetahui bagaimana kualitas perairan Sungai Wangi Kabupaten Pasuruan berdasarkan faktor abiotik fisika-kimia.
4. Untuk mengetahui bagaimana korelasi antara parameter fisika-kimia air dengan kelimpahan makrozoobentos di perairan Sungai Wangi Kabupaten Pasuruan.

1.4 Manfaat

Manfaat pada penelitian ini adalah:

1. Diharapkan menjadi salah satu data pendukung tolak ukur untuk penentuan baku mutu faktor makrozoobentos.
2. Sebagai pengelolaan sumber daya perairan tentang kesehatan ekosistem perairan.
3. Untuk memberikan informasi kepada masyarakat akan pentingnya menjaga kualitas Sungai Wangi atau lingkungan.
4. Memberikan informasi bahwa kualitas air buruk saat tingkat keanekaragaman makrozoobentos rendah.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Sampel yang digunakan yaitu makrozoobentos yang terperangkap pada jaring Surber dengan plot, dengan ukuran yang telah ditentukan.
2. Pengambilan sampel dilakukan di bulan Januari.
3. Analisis kualitas air menggunakan parameter fisika (Temperatur, pH, Kecepatan arus), parameter kimia (DO, TSS, Nitrat, dan Fosfat).
4. Identifikasi makrozoobentos sampai tingkat genus.
5. Analisis data menggunakan perhitungan kelimpahan, indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekosistem Sungai

Ekosistem perairan yang terdapat di daratan terbagi atas dua kelompok yaitu perairan lentik (tenang) misalnya danau, rawa, waduk dan perairan lotik (perairan berarus deras) misalnya sungai, kali, kanal dan air terjun. Ada dua zona utama di habitat lotik: zona air deras dan zona kedung atau zona tenang. Di perairan tenang lentik biasanya ada tiga zona utama: zona litoral, zona limnetik, dan zona profundal. Komponen biotik suatu ekosistem perairan terdiri dari produsen, konsumen, dan dekomposer. Komponen abiotik terdiri dari senyawa anorganik (C, N, CO₂, H₂O, dll.), senyawa organik (protein, karbohidrat, lemak, dll.), dan faktor iklim (curah hujan, suhu, kelembaban, dll.) (Suin, 2002).

Sungai merupakan salah satu jenis ekosistem lotik (perairan yang mengalir) yang berperan sebagai habitat bagi organisme makro maupun mikro baik yang berpindah maupun menetap (Syarifuddin, 2022). Sungai juga memiliki peran penting sebagai sumber daya alam yang memiliki berbagai fungsi bagi kehidupan manusia. Beberapa dari fungsi-fungsi ini meliputi penyediaan air minum, sarana transportasi, sumber irigasi, lokasi perikanan, dan lainnya. Namun, aktivitas manusia seringkali menyebabkan pencemaran air di sungai, yang dapat mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan secara keseluruhan. Sungai memiliki zona-zona utama yang dapat dibagi menjadi empat, yaitu zona litoral, zona limnetik, zona profundal, dan zona sublitoral (Soemarwoto, 2003).

Sungai pada umumnya dapat digolongkan menjadi beberapa bagian yang bermula dari sumber mata air yang kemudian mengalir ke anak sungai dan anak sungai membentuk bergabung menjadi aliran sungai utama serta membentuk

muara. Klasifikasi sungai berdasarkan daerah aliran sungai dan lebarnya sebagai berikut Kern (1994) dalam (Nurhadi *et al.*, 2015) :

- a. Kali kecil dari suatu mata air (luas DAS 0-2 km² dan lebar sungai 0-1 m)
- b. Kali kecil (luas DAS (2-50 km² dan lebar sungai 1-5 m).
- c. Sungai kecil (luas DAS 30-300 km² dan lebar sungai 3-10 m).
- d. Sungai besar (>300 km² dan lebar sungai >10 m).

2.2 Bagian Sungai

Sungai memiliki bentuk yang berbeda-beda antara satu dengan yang lainnya. Secara umum sungai dibagi menjadi tiga bagian yaitu hulu, tengah dan hilir. Dengan menentukan sungai itu bagian hulu, bagian tengah, dan bagian hilir dengan melihat karakteristik dan ciri-cirinya menurut (Andini, 2017) sebagai berikut:

1. Sungai Bagian Hulu

Sungai bagian hulu merupakan awal sebuah sungai yang terletak di pegunungan, lembah dengan sungai berbentuk huruf V yang memiliki ciri-ciri aliran sungai deras dan sungainya dalam. Sebagai proses erosi terjadi.

2. Sungai Bagian Tengah

Sungai bagian tengah adalah sungai lanjutan dari sungai bagian hulu dengan lembah berbentuk huruf U yang landai dan tidak lagi curam. Kondisi tersebut membuat air tidak begitu deras dan erosi tidak terlalu sering terjadi. Pada bagian ini, proses transportasi adalah yang paling dominan karena bahan yang dibawa dari proses erosi di bagian hulu.

3. Sungai Bagian Hilir

Bagian terakhir dari sungai adalah bagian hilir. Selanjutnya, sungai menuju perbatasan dengan laut atau muara. Lembah yang berbentuk huruf U yang lebar dan berliku-liku adalah tanda daerah hilir. Karena proses transportasi dari bagian tengah, sungai bagian hilir sering mengalami proses sedimentasi.

2.3 Sungai Wangi

Sungai Wangi adalah sungai yang mengalir di bagian barat wilayah Kabupaten Pasuruan. Sungai Wangi yang berhulu di pegunungan Arjuno-Welirang, mengalir mulai dari Dusun Payak, Desa Candiwates, Kecamatan Prigen hingga menyatu dengan Sungai Bangil (Kedunglarangan) dan bermuara di Selat Madura. Salah satu sumber pendapatan penduduk yang tinggal di sekitar Sungai Wangi adalah pertanian. Selain itu, di sekitar Sungai Wangi terdapat pabrik yang memproduksi tekstil, air minum kemasan bersoda, pengecatan, dan pengolahan jenis tuna Indonesia yang berbeda (Adam *et al.*, 2022). Bentuk daerah aliran sungai, Sungai Wangi berupa dendritik, seperti percabangan pohon dengan percabangan tidak teratur dengan arah dan sudut yang beragam. Dasar aliran sungai (DAS) Sungai Wangi terdapat banyak industri yang memiliki potensi untuk menghasilkan limbah cair, disamping itu juga aktivitas manusia yang dapat meningkatkan kerusakan air sungai, karna manusia dan industri cenderung membuang limbahnya di sungai (Kania *et al.*, 2018).

2.4. Makrozoobentos

Bentos merupakan organisme yang menempati dasar perairan dan hidup di dalam atau melekat pada sedimen dasar perairan. Bentos dapat dikelompokkan berdasarkan sifat hidupnya menjadi fitobentos (organisme bentos yang memiliki

sifat seperti tumbuhan) dan zoobentos (organisme bentos yang memiliki sifat seperti hewan). Selain itu, bentos juga dapat dibedakan berdasarkan cara hidupnya menjadi infauna (bentos yang hidup di dalam substrat dasar perairan) dan epifauna (bentos yang hidup di atas substrat dasar perairan). Berdasarkan ukuran tubuhnya, bentos dapat dikelompokkan menjadi makrozoobentos (ukuran lebih dari 2 mm), meiobentos (ukuran antara 0,2- 2 mm), dan makrobentos (ukuran kurang dari 0,2 mm) contohnya (Lusianingsih, 2011).

Makrozoobentos adalah bagian dari makroinvertebrata yang hidup di dasar perairan. Makrozoobentos dapat dijadikan sebagai bioindikator kualitas suatu perairan karena habitat hidupnya yang cenderung relatif menetap. Keanekaragaman makrozoobentos dipengaruhi oleh perubahan kualitas air atau ketersediaan serasah dan substrat hidupnya, karena keanekaragaman bergantung pada toleransi terhadap kondisi lingkungan (Hadipura, 2013). Fitobentos adalah bentos organisme nabati, dan zoobentos adalah bentos organisme hewani (Odum, 1998). Makrozoobentos adalah organisme melata yang hidup di dalam dan sekitar bebatuan di dasar perairan. Dengan cara menempel, memendam, dan meliang baik di dalam maupun di permukaan dasar perairan. Makrozoobentos juga termasuk invertebrata yang tidak terlihat oleh mata terlanjang (Arif, 2009). Allah telah berfirman dalam Q.S An-Nur 24: 45 yang berbunyi:

وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِّن مَّاءٍ فَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى بَطْنِهِ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى رِجْلَيْنِ

وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى أَرْبَعٍ يَخْلُقُ اللَّهُ مَا يَشَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ

Artinya :”Allah menciptakan semua jenis hewan dari air. Sebagian berjalan dengan perutnya, sebagian berjalan dengan dua kaki, dan sebagian (yang lain)

berjalan dengan empat kaki. Allah menciptakan apa yang Dia kehendaki. Sesungguhnya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu”.

Ayat di atas menjelaskan bahwa bukti-bukti kekuasaan Allah yang telah dikemukakan sebelumnya, Allah juga menciptakan semua jenis hewan dari air yang memancar sebagaimana dia menciptakan tumbuhan dari air yang tercurah, maka sebagian dari hewan itu ada yang berjalan di atas perutnya dengan merayap, seperti ular, ulat, dan hewan melata lainnya, dan sebagian berjalan dengan dua kaki seperti manusia dan unggas, sedang sebagian yang lain berjalan dengan empat kaki seperti sapi, kambing, dan lainnya. Allah Yang Mahakuasa menciptakan apa yang dia kehendaki dari makhluk yang disebutkan dan yang tidak disebutkan pada ayat ini, seperti hewan yang berjalan dengan lebih dari empat kaki seperti kalajengking dan laba-laba. Sungguh, Allah Mahakuasa atas segala sesuatu tiada sesuatu pun yang sulit bagi-Nya. Begitu Pula dengan makrozoobentos yang memiliki alat gerak berupa perut pada filum mollusca dan filum annelida. Sesungguhnya Allah SWT memiliki kekuasaan yang maha besar dalam penciptaan segala makhluk hidup yang berjalan di muka bumi (Kementerian Agama RI, 2016).

Makrozoobentos didefinisikan sebagai hewan invertebrata, hidup di dalam atau pada sedimen atau substrat yang berukuran besar, makrozoobentos biasanya berupa siput, kerang-kerangan, tiram, kepiting dan termasuk larva serangga berukuran besar maupun kecil menurut Fikri & Anif, (2014). Makrozoobentos yang berukuran kecil dan mungkin sering kali diremehkan dan dianggap tidak penting. Allah berfirman dalam Q.S Al- Baqarah: 26 yang berbunyi:

﴿ إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيَىٰ أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَّا بَعُوضَةً فَمَا فَوْقَهَا ۚ فَأَمَّا الَّذِينَ آمَنُوا فَيَعْلَمُونَ

أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ ۗ وَأَمَّا الَّذِينَ كَفَرُوا فَيَقُولُونَ مَاذَا أَرَادَ اللَّهُ بِهَذَا مَثَلًا ۗ يُضِلُّ بِهِ

كَثِيرًا وَيَهْدِي بِهِ كَثِيرًا ۗ وَمَا يُضِلُّ بِهِ إِلَّا الْفَاسِقِينَ ۗ

Artinya:”*Sesungguhnya Allah tidak segan membuat perumpamaan seekor nyamuk atau yang lebih kecil dari pada itu. Adapun orang-orang yang beriman mengetahui bahwa itu kebenaran dari Tuhannya. Akan tetapi, orang-orang kafir berkata, “Apa maksud Allah dengan perumpamaan ini?” Dengan (perumpamaan) itu banyak orang yang disesatkan-Nya. Dengan itu pula banyak orang yang diberiNya petunjuk. Namun, tidak ada yang Disesatkan dengan (perumpamaan) itu, selain orang-orang fasik, Makhluk yang kecil yang dikira lemah, seperti nyamuk, semut, lebah, laba-laba, atau lainnya, sebenarnya banyak menyimpan hikmah untuk menjadi pelajaran bagi manusia. Seseorang menjadi sesat karena keingkarannya dan tidak mau memahami petunjuk-petunjuk Allah Swt. Dalam ayat ini dijelaskan bahwa mereka ingkar dan tidak mau memahami mengapa Allah Swt. menjadikan nyamuk sebagai perumpamaan. Akibatnya, mereka menjadi sesat. Orang fasik adalah orang yang melanggar ketentuan-ketentuan agama, baik dengan ucapan maupun perbuatan”.*

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah SWT sering membuat perumpamaan untuk menjelaskan kebenaran hakikat yang luhur, dengan bermacam makhluk hidup, baik kecil maupun besar. Orang-orang kafir mencibir ketika Allah mengambil perumpamaan berupa makhluk kecil yang dipandang remeh seperti lalat dan laba-laba. Ayat tersebut dijelaskan sesungguhnya Allah tidak merasa segan atau malu untuk membuat perumpamaan bagi sebuah kebenaran dengan seekor nyamuk atau kutu yang sangat kecil atau yang lebih kecil dari itu. Adapun orang-orang yang beriman, ketika mendengar perumpamaan itu mereka tahu maksud perumpamaan itu dan tahu bahwa perumpamaan itu adalah kebenaran dari Tuhan yang tidak diragukan lagi. Tetapi sebaliknya, mereka yang kafir menyikapi itu dengan sikap ingkar dan berkata, “Apa maksud Allah dengan

perumpamaan yang remeh ini?" Allah menjawab bahwa perumpamaan itu dibuat untuk menguji siapa di antara mereka yang mukmin dan yang kafir. Begitu pula dengan makrozoobentos yang memiliki peran penting dalam indikator kualitas air. Tetapi sering juga diabaikan dan diremehkan organisme tersebut karena ukurannya yang kecil tetapi ada juga makrozoobentos yang besar, padahal organisme tersebut sangat penting untuk menentukan indikator kualitas air di lingkungan (Kementerian Agama RI, 2016).

Makrozoobentos adalah hewan dasar yang hidup di substrat dasar perairan. Mereka bisa merayap, menggali lubang, atau melekatkan diri pada substrat yang hidup di dasar air dalam kelompok menurut (Pratiwi *et al.*, 2007) dalam (Ratih *et al.*, 2015). Perannya sebagai organisme utama dalam jaringan makanan membuat makrozoobentos menjadi salah satu kelompok terpenting dalam ekosistem perairan. Karena makrozoobentos menyediakan "bahan makanan" untuk organisme lain di jaringan makanan ekosistem perairan. Sebagian besar hewan-hewan ini biasanya digunakan sebagai pengukur biologi untuk mengetahui seberapa buruk kualitas air (Oktarina & Syamsudin, 2017). Jadi bisa dilihat dari kelompok bentos yang hidup menetap dan daya adaptasi bervariasi lingkungan, membuat bentos sering kali digunakan penelitian kualitas air. Perubahan kualitas air dan substrat hidupnya sangat mempengaruhi kepadatan dan keanekaragaman makrozoobentos.

Toleransi dan sensitivitas makrozoobentos terhadap perubahan lingkungan sangat menentukan kepadatan dan keanekaragaman makrozoobentos (Wilhm, 1975 dalam Septiani *et al.*, 2013). Makrozoobentos membantu mempercepat proses dekomposisi bahan organik. Bukan sesuatu yang baru untuk menggunakan

bentos, terutama makrozoobentos, sebagai indikator biologi kualitas perairan. Beberapa karakteristik hidup hewan bentos ini menawarkan alasan untuk digunakan sebagai indikator biologi, seperti habitatnya yang relatif menetap. Oleh karena itu, komposisi dan kelimpahannya akan dipengaruhi oleh perubahan kualitas air tempat hidupnya. Struktur atau kelimpahan makrozoobentos bergantung pada seberapa tahan atau sensitifnya terhadap perubahan lingkungannya. Beberapa organisme makrozoobentos biasanya digunakan sebagai indikator kandungan bahan organik karena mereka lebih akurat daripada pengujian fisika dan kimia (Guntur, 1993) dalam (Asra, 2009).

2.4.1 Klasifikasi Makrozoobentos

Makrozoobentos berdasarkan beban cemaran yang berkaitan dengan kualitas perairan menurut Husamah & Abdul Kadir (2019) dibagi menjadi 6 yaitu sebagai berikut:

1. Tidak tercemar, indikator makrozoobentos yang ditemukan dalam suatu perairan adalah Lepidosmatidae, Planaria, Trichoptera (Sericosmatidae, Glossosomatidae).
2. Tercemar ringan, indikator makrozoobentos yang ditemukan dalam suatu perairan adalah Coleoptera (Elminthidae); Plecoptera (Perlidae, Peleodidae); Ephemeroptera (Leptophlebiidae, Pseudocloeon, Ecdyonuridae, Caebidae); Odonata (Gomphidae, Plarycnematidae, Agriidae, Aeshnidae); Trichoptera (Hydropsychidae, Psychomyidae).
3. Tercemar sedang, indikator makrozoobentos yang ditemukan dalam suatu perairan adalah Odonata (Libellulidae, Cordulidae); Mollusca (Pulmonata, Bivalvia); Crustacea (Gammaridae).

4. Tercemar, indikator makrozoobentos yang ditemukan dalam suatu perairan adalah Hirudinea (Glossiphonidae, Hirudidae); Hemiptera.
5. Tercemar agak berat, indikator makrozoobentos yang ditemukan dalam suatu perairan adalah Syrphidae, Oligochaeta (ubificidae); Diptera (Chironomus thummi-plumosus).
6. Sangat tercemar, tidak ditemukan makrozoobentos dalam suatu perairan.

Makrozoobentos berdasarkan taksonomi dibagi menjadi beberapa kelompok utama yaitu, menurut Sinaga, (2009) makrozoobentos berdasarkan tempat hidupnya dibagi menjadi 2 kelompok organisme epifauna habitatnya berada di substrat atau permukaan dasar perairan, infauna habitatnya di dalam atau diantara partikel substrat. Sedangkan menurut Hutabarat, (1985) dalam Payung, (2017) zoobentos berdasarkan ukurannya dibagi menjadi 3 kelompok makrofauna, bentos berukuran lebih kecil dari 0,1 mm yang digolongkan dengan protozoa dan bakteri. meiofauna, bentos dengan ukuran 0,1-1,0 mm. yang digolongkan dalam beberapa kelas protozoa berukuran besar dan kelas krustasea yang berukuran kecil seperti cacing, larva, invertebrata dan makrofauna sedangkan bentos, dengan ukuran lebih besar dari 1,0 mm. yang masuk dalam hewan mollusca, echinodermata, crustacea, dan beberapa filum annelida. Berdasarkan cara makan dikelompokkan menjadi 5 (Kumar & Vyas, 2014) yaitu:

- a. *Shredders*, dengan memamah kotoran, jaringan tanaman hidup atau serpihan kayu. Dengan sumber makanan yang dominan dari materi organik kasar (CPOM) – jaringan tumbuhan yang terurai berukuran <1,0 mm.

- b. *Filtering collectors*, dengan cara menyaring partikel terlarut dari badan air. Dengan sumber makanan yang mendominasi materi organik halus (FPOM) – partikel terdekomposisi, alga, bakteri, feses berukuran 0,001-1,0 mm.
- c. *Gathering collector*, dengan mencerna endapan sedimen atau mengumpulkan partikel yang terlepas dari endapan, sumber makan yang mendominasi (FPOM) –partikel terdekomposisi, alga, bakteri, feses yang berukuran 0,05-1,0 mm.
- d. *Scraper/ Grazer*, dengan cara menggerus permukaan batu, kayu, atau batang tumbuhan air, sumber makanan yang mendominasi Perifiton termasuk alga non-filamen, mikro flora, fauna, dan feses yang berukuran 0,01-1,0 mm.
- e. Predator, dengan cara menangkap, menelan dan menghisap cairan tubuh, sumber makanan yang mendominasi hewan hidup yang berukuran < 0,5 mm.



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

2.4.1.1 Oligochaeta

Oligochaeta (dalam bahasa Yunani, oligo = sedikit, chaetae = rambut kaku) merupakan annelida berambut sedikit (Stephenson, 1923) dalam (Nilawati dkk.

2014). Oligochaeta adalah kelompok cacing yang memiliki beberapa karakteristik khusus yaitu memiliki sedikit setae yaitu rambut pendek yang tersebar di tubuh yang bersegmen. Oligochaeta tidak mempunyai parapodia, yang digunakan untuk pergerakan atau pernapasan. Tubuh oligochaeta berbentuk silindris memanjang dan ototnya dapat berkontraksi dengan baik secara memanjang maupun melingkar. Karakter berikutnya yaitu prostomium kecil, tanpa batil isap dan tanpa mata serta bentuk kepala kerucut kecil tanpa tentakel (Nurjanah, 2019). Habitat oligochaeta yang mana tersedia makanan dengan substrat dasar lumpur dan lumpur berpasir. Kondisi fisik kimia perairan seperti suhu, pH, maupun oksigen terlarut mempengaruhi kehidupan kelompok organisme ini (Yulhadis & Nursyirwani, 2018). Sifat toleran terhadap kualitas air yang buruk merupakan karakter dari oligochaeta (Hadiroseyani *et al.*, 2015).

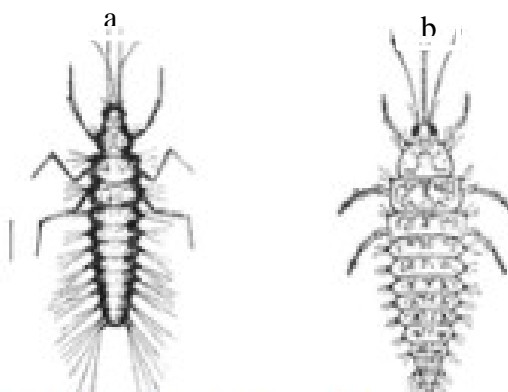
2.4.1.2 Hirudinea

Hirudinea merupakan kelas hirudinea dalam filum annelida merupakan kelompok cacing yang tidak memiliki setae (rambut) dan parapodia. Tubuh mereka memiliki bentuk yang pipih dengan ujung depan dan belakang yang sedikit meruncing. Alat penghisap yang digunakan untuk bergerak dan menempel terletak di segmen awal dan akhir tubuh. Pergerakan hirudinea didasarkan pada kombinasi antara alat penghisap dan kontraksi serta relaksasi otot. Ukuran tubuh hirudinea bervariasi, berkisar antara 1 hingga 30 mm (Sianipar, 2021). Habitat yang sesuai bagi hirudinea adalah kolam air tawar berlumpur dan aliran dengan vegetasi air yang tumbuh subur (Rufusova *et al.*, 2017).

2.4.1.3 Insecta

a) Coleoptera

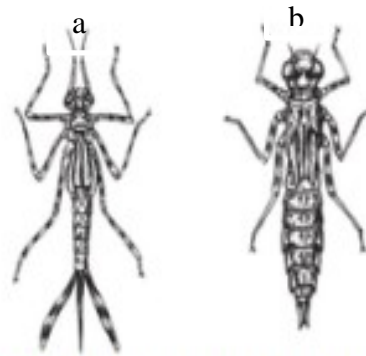
Ordo coleoptera adalah anggota ordo terbesar yaitu sekitar 12.500 di seluruh dunia. Larva yang berasal dari famili elmidae, yang merupakan salah satu famili di dalam coleoptera, dengan mempunyai habitat di lingkungan perairan yang mengalir dan substrat berbatu. Baik berupa larva maupun bentuk dewasa dari famili elmidae yang hidup dibawah permukaan air dengan membutuhkan kondisi air dengan kandungan oksigen terlarut yang baik (Rufusova *et al.*, 2017). Dapat dilihat morfologi coleoptera pada Gambar 2.2.



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

b) Odonata

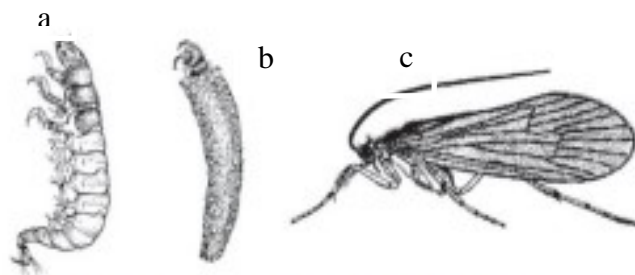
Proses yang dialami oleh golongan serangga odonata adalah Hemimetabola. Hemimetabola memiliki lebar sayap 70 mm. ketika larva menangkap mangsa dengan cepat modifikasi labium seperti topeng atau masker. Topeng yang dapat dipanjangkan berfungsi untuk menangkap mangsa, dengan melipat kebawah kepala dan dada. Morfologi Odonata dapat dilihat pada Gambar 2.3 (Rufusova *et al.*, 2017).



Gambar 2.3 Morfologi odonata larva (Rufusova *et al.*, 2017) (a) nimfa, (b) larva

c) Trichoptera

Trichoptera berasal dari bahasa Yunani yaitu *tricos* = rambut dan *ptera* = sayap. Trichoptera mengalami metamorfosis sempurna sehingga memiliki fase pupa dalam perkembangannya. Spesies dewasa yang mirip kupu-kupu tetapi sayap dari kelompok ini tertutup rambut. Kelompok EPT yang mencakup 15.000 spesies dan dibagi menjadi 18 famili adalah ordo Trichoptera. Kelompok fase larva memiliki mulut menyerupai ulat untuk mengunyah. Habitatnya yang tersebar baik pada air yang mengalir maupun air yang menggenang. Namun, kebanyakan terdapat pada perairan yang mengalir Gambar 2.4 (Rufusova *et al.*, 2017).



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

d) Plecoptera

Kepanjangan dari EPT adalah ephemeroptera, plecoptera, dan trichoptera yang digunakan untuk mengukur kualitas air sungai adalah makroinvertebrata benthik. (Firdhausi, 2019). Lebih dari 2000 spesies serangga air termasuk dalam ordo Plecoptera. Karakternya adalah tubuhnya yang lunak, dengan empat sayap yang seragam dan ukuran mulai dari 4 hingga 50 mm. Rentang sayap maksimum imago biasanya sekitar 110 mm, tetapi beberapa genus memiliki tipe sayap yang tidak bersayap (Oktarima, 2015). Nimfa plecoptera yang hidup di dasar perairan dengan bebatuan sebagai substratnya menjadikan kelompok ini juga dikenal dengan nama *stonefly* atau lalat batu. Indikator perairan yang bersih dapat dilihat dengan keberadaan plecoptera Gambar 2.5 (Rufusova *et al.*, 2017).

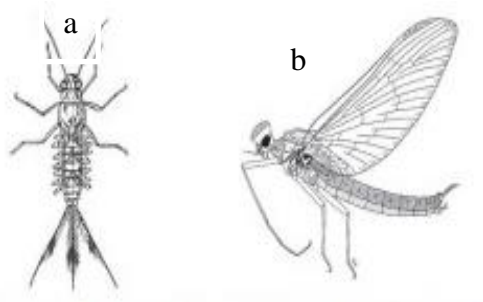


Gambar 2.5 Morfologi plecoptera (Rufusova *et al.*, 2017) (a) dewasa, (b) nimfa

e) Ephemeroptera

Salah satu kelompok serangga yang memiliki sejarah panjang adalah ephemeroptera, yang juga dikenal sebagai lalat capung. Terdapat sekitar 3.200 spesies lalat capung di seluruh dunia, yang dibagi menjadi 16 famili dan 120 spesies. Tahap larva dari kelompok ini biasanya hidup di habitat perairan yang

mengalir. Larva lalat capung menjadi sumber makanan bagi organisme air yang lebih tinggi, seperti ikan. Mereka juga berperan sebagai bioindikator dalam menilai kualitas air di ekosistem perairan tawar. Keberadaan ordo ephemeroptera, trichoptera, dan plecoptera dapat memberikan indikasi bahwa kualitas air di bagian hulu ekosistem perairan tersebut baik Gambar 2.7 (Candra *et al.*, 2014).



Gambar 2.6 Morfologi ephemeroptera (Rufusova *et al.*, 2017) (a) larva (b) dewasa

2.4.1.4 Crustacea

Crustacea adalah kelompok invertebrata yang mencakup sekitar 67.000 spesies dan dapat ditemukan di seluruh dunia. Ukuran tubuh crustacea bervariasi, mulai dari sekitar 0,1 mm hingga mencapai 3,8 meter. Sebagian besar anggota crustacea adalah hewan yang hidup di lingkungan air, baik itu di laut, air tawar, maupun di darat seperti kepiting darat. Salah satu ciri khas dari crustacea adalah keberadaan dua pasang antena dan lebih dari empat pasang anggota badan yang bercabang (*biramous*). Hal ini membedakan mereka dari kelompok arthropoda lainnya. Crustacea juga memiliki eksoskeleton yang melapisi tubuh mereka, dan mereka akan mengganti eksoskeleton ini saat mereka tumbuh, sehingga memungkinkan mereka untuk tumbuh secara periodik (Rufusova *et al.*, 2017).

Habitat crustacean adalah di sungai, laut, payau, atau wilayah mangrove. Mereka membutuhkan kondisi lingkungan yang sesuai dan dapat ditoleransi oleh tubuh mereka, seperti suhu, pH air, dan kadar salinitas air. Selain itu, crustacean sangat sensitif terhadap oksigen (Duya & Noveria, 2019).

2.4.1.5 Gastropoda

Gastropoda adalah kelompok vertebrata dalam phylum mollusca yang memegang peran penting dalam ekosistem. Keanekaragaman spesies tinggi dalam gastropoda menjadikan sebagai sumber daya ekosistem yang signifikan di perairan (Supusepa, 2018). Kelompok gastropoda sering digunakan sebagai bioindikator karena memiliki ciri yang khusus, seperti tingkat ketetapannya, keterbatasannya, pergerakan, kemampuan melekat pada substrat dan sensitivitas terhadap perubahan lingkungan (Umanailo *et al.*, 2021).

Gastropoda adalah salah satu kelas filum mollusca yang banyak hidup di zona intertidal pantai. Sebagian besar gastropoda memiliki cangkang. Sebagian orang tinggal di habitat terestrial, sementara yang lain tinggal di laut atau air tawar. Keberadaan gastropoda terkait erat dengan kualitas perairan, seperti yang ditunjukkan oleh faktor-faktor lingkungan seperti ketersediaan makanan, predator, dan persaingan (Lestari *et al.*, 2021).

2.4.2 Peranan Makrozoobentos

Makrozoobentos adalah organisme yang sebagian atau seluruh siklus hidupnya terjadi di dasar perairan, termasuk yang bergerak dengan merayap, menggali lubang, atau berada dalam posisi diam. Makrozoobentos berperan penting dalam mempercepat proses dekomposisi bahan organik. Organisme-organisme bentos, terutama yang memakan tumbuhan air dan materi organik yang

sudah mati, dapat menghancurkan makrofit akuatik yang hidup maupun yang mati dan serasa yang masuk dalam perairan, menjadi fragmen yang lebih kecil. Sehingga mempermudah mikroorganisme untuk menguraikan menjadi nutrient bagi produsen perairan (Odum, 1993).

Bentos mempunyai peran penting dalam rantai makanan, suatu rantai makanan dapat disusun dalam piramida makanan adalah komposisi rantai makanan yang makin keatas jumlahnya semakin kecil. Hewan dasar mempunyai kedudukan sebagai konsumen di dalam rantai makanan, yaitu zooplankton atau bahkan memakan bentik lainnya. Bentos dapat pula berperan sebagai produsen, baik primer maupun sekunder. Bentos khususnya larva serangga merupakan makanan alami bagi ikan pemakan hewan (Pennak, 1989) dalam (Maula, 2018).

2.5 Indeks Kelimpahan

Kelimpahan makrozoobentos adalah indikator penting dalam penilaian kualitas ekosistem perairan. Semakin banyak dan beragam makrozoobentos yang ditemukan maka semakin sehat ekosistem perairan tersebut. Selain itu, sifat fisika, kimia, dan biologi perairan mempengaruhi kelimpahan. Sifat fisik perairan termasuk kedalaman, kecepatan arus, warna, kekeruhan atau kecerahan, dan suhu air. Sifat kimia perairan termasuk kandungan gas terlarut, bahan organik, pH, dan kandungan hara. Faktor biologi yang penting adalah komposisi jenis hewan dalam perairan, di antaranya adalah produsen, yang merupakan sumber makanan bagi makrozoobentos dan hewan predator, yang lain (Setyobudiandi, 1997) dalam (Pelealu *et al.*, 2018).

Pemantauan kelimpahan juga dapat memberikan informasi penting terhadap kesehatan ekosistem perairan. Berdasarkan hasil penelitian Fadly *et al.* (2018)

Interaksi antar spesies dan pola siklus hidup masing-masing spesies dalam komunitas adalah faktor lain yang mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos. Substrat dengan kandungan bahan organik yang tinggi dapat meningkatkan populasi makrozoobentos karena bahan organik yang ada di substrat perairan berfungsi sebagai makanan untuk pertumbuhan mereka.

2.6 Indeks Keanekaragaman

Penentuan tingkat keanekaragaman dapat diamati dari jumlah jenis yang ditemukan dan sejauh mana individu-individu dalam setiap jenis tersebut tersebar merata. Semakin banyak jenis yang ada, maka tingkat keanekaragaman akan semakin tinggi. Nilai keanekaragaman semakin besar saat jumlah individu yang didapatkan berasal dari spesies yang berbeda, sedangkan nilai keanekaragaman akan rendah jika jumlah individu berasal dari satu spesies saja (Herawati *et al.*, 2020).

Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos dapat digunakan untuk menentukan tingkat keanekaragaman suatu spesies; nilai yang tinggi menunjukkan bahwa individu berasal dari spesies yang berbeda. Ini adalah salah satu cara untuk mengetahui status pencemaran sungai. Sesuai dengan Penelitian Marmita *et al.* (2013) di sungai Ranoyapo Sulawesi Utara indikator kualitas air, keanekaragaman makrozoobentos menunjukkan bahwa sungai Ranoyapo di Sulawesi Utara tercemar ringan, dengan beberapa sungai tercemar sedang. Faktor kimia fisika dan biologi juga dapat digunakan.

2.7 Faktor-faktor Abiotik Perairan

Beberapa faktor abiotik meliputi faktor yang mempengaruhi kehidupan makrozoobentos yang terdapat dalam air antara lain yaitu Derajat keasaman (pH), Suhu, Kecepatan Arus, DO, TSS, Nitrat (NO_3), Fosfat (PO_4) (Mudatsir, 2007).

1. Derajat Keasaman

Ketersediaan air yang memenuhi syarat atau normal untuk kehidupan makrozoobentos mempunyai pH sekitar 5,7-8,4. Air yang bersifat basa atau asam tergantung dengan besar kecilnya pH. Jika pH dibawah batas normal, maka air tersebut bersifat asam, dan apabila pH diatas batas normal maka air tersebut bersifat basa. Air yang berasal dari limbah atau buangan industri akan mempengaruhi pH air dan akan membuat mengganggu biota akuatik (SABIQ & Budisejati, 2017).

Pengukuran pH adalah suatu yang penting, karena banyak kimia dan biokimia yang penting pada tingkat pH. Nilai pH menunjukkan derajat keasaman ataupun kebasahan pada suatu perairan. Nilai yang normal bagi kehidupan organisme akuatik umumnya terdapat 7 hingga 7,5 dengan pH minimum 4 dan maksimum 8. Perairan dengan kondisi yang sangat basa maupun asam akan membahayakan kelangsungan hidup organisme yang ada di air. Karena akan menyebabkan terjadinya metabolisme dan respirasi (Kurniati *et al.*, 2020).

2. Suhu

Suhu normal akan menurun seiring dengan kedalaman yang semakin tinggi. Kelarutan oksigen dalam air sangat dipengaruhi oleh suhu, jika suhu naik maka kelarutan oksigen didalam air menurun. Kenaikan $10\text{ }^\circ\text{C}$, 2 hingga 3 kali lipat kenaikan laju metabolisme, yang berarti peningkatan kebutuhan oksigen, terjadi dalam waktu yang sama. Makrozoobentos mengalami kesulitan untuk melakukan

respirasi karena dua keadaan yang tidak sinkron. Jika kondisi ini berlanjut, keanekaragaman makrozoobentos air akan lebih hangat menurut (Satino, 2010).

3. Kecepatan arus

Pergeseran massa air secara horizontal yang dapat disebabkan oleh tiupan angin disebut arus (Permadi *et al.* 2015). Faktor-faktor yang membatasi bagaimana makrozoobentos menyebar adalah kecepatan arus, yang akan mempengaruhi jenis dan ukuran substrat dasar perairan yang menjadi habitat bagi bentos. Kecepatan arus perairan memiliki peran penting dalam menentukan batasan sebagai keberadaan organisme di lingkungan. Kecepatan arus perairan dalam sungai berkisar 0,09-1,40 m/detik dan cenderung melambat seiring dengan arah aliran menuju hilir. Faktor yang mempengaruhi kecepatan arus seperti gaya gravitasi, lebar dan kedalaman perairan, serta material yang terbawah air (Siahaan *et al.*, 2011).

Debit air akan mengalami peningkatan pada saat musim hujan. Maka berdampak pada kecepatan aliran sungai. Selain itu, variasi dalam substrat dasar perairan dan kontur sungai juga mempengaruhi tingkat kecepatan aliran air. Ketika sebagian besar substrat terdiri dari pasir, maka cenderung terjadi kecepatan arus lebih cepat. Hal ini disebabkan oleh kemampuan partikel-partikel besar seperti batu-batu kecil atau pasir untuk mengendap di dasar perairan, sedangkan untuk partikel-partikel halus lebih mudah untuk terbawah oleh arus air yang kuat (Ridwan *et al.*, 2016).

4. DO (Dissolved Oxygen)

Perairan apabila memiliki DO minimal, organisme akuatik dapat hidup dalam ekosistem air. Ini karena oksigen terlarut dalam air sangat penting untuk kehidupan mikroorganisme akuatik, terutama untuk proses respirasi bagi sebagian besar organisme air. 5 ppm (part per million) atau 5 mg oksigen per liter air sudah cukup untuk menopang kehidupan di dalamnya dalam kondisi normal. Tingkat oksigen terlarut juga dapat menunjukkan tingkat pencemaran (Tabel 2.1) dalam suatu ekosistem perairan (Muhammad, 2019).

Tabel 2.1 Pencemaran Air Ditinjau dari DO (Lee *et al.*, 1991).

Derajat Pencemaran	DO (ppm)
Tidak	>6,5
Ringan	4,5-6,5
Sedang	2,0-4,4
Berat	<2,0

5. TSS (*Total Suspended Solids*)

Total Suspended Solids adalah zat tersuspensi yang dapat mengidentifikasi padatan yang menyebabkan kekeruhan, tidak terlarut, dan tidak mengendap air atau erosi yang terbawa oleh air. TSS adalah komponen utama penurunan kualitas perairan yang menyebabkan perubahan fisika, kimia, dan biologi (Lestari & Syamsunar, 2021). *Total Suspended Solids* atau padatan tersuspensi memiliki diameter >1 μm yang tertahan pada saringan diameter pori 0,45 μm . Komponen TSS terdiri dari lumpur, pasir halus, dan jasad renik akibat erosi tanah yang mengakibatkan kekeruhan dan penurunan intensitas cahaya perairan. Dengan banyaknya TSS dalam air, suplai oksigen terlarut akan berkurang. Badan air yang

menjadi anaerob dapat mati karena ketersediaan oksigen menurun. Organisme akuatik dapat mengalami kerusakan akibat TSS yang tinggi secara tidak langsung. (Rinawati, 2016).

6. Nitrat (NO_3)

Nitrat berasal dari amonium, yang masuk ke dalam badan sungai, terutama melalui limbah domestik. Nilai nitrit dapat digunakan untuk menentukan tingkat kesuburan perairan. Kadar nitrat dalam air oligotrofik adalah 0-1 mg/l, air mesotrofik adalah 1-5 mg/l, dan air eutrofik adalah 5-50 mg/l (Musthofa, 2015). Dalam perairan alami, kadar nitrat-nitrogen hampir tidak pernah lebih dari 0,1 mg/l. Jika ada lebih dari 0,1 mg/l, air dapat tercemar oleh kotoran manusia, hewan, limbah industri, atau pembusukan organisme. Akibatnya, terlalu banyak nitrat menyebabkan amoniak dan toksisitas air meningkat, yang menjadi faktor penghambat bagi kelangsungan hidup biota air, termasuk makrozoobentos. (Satino, 2010).

7. Fosfat (PO_4)

Konsentrasi senyawa fosfat dalam perairan lebih tinggi dari pada konsentrasi senyawa fosfat yang lebih rendah, itu akan berdampak pada ekosistem didalamnya. Jika kadar fosfat di bawah 0,01 mg/L, pertumbuhan ganggang dan tumbuhan air terhambat. Akibatnya, sumber energi konsumen primer berkurang (Kusumaningtyas & Purnama, 2017). Kadar fosfat yang tinggi akan mempengaruhi blooming alga, yang mengakibatkan penurunan oksigen terlarut dan membahayakan organisme perairan lainnya. Menurut PP No 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup kelas II, kadar fosfat maksimum dalam air danau adalah 0,03 mg/L.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis penelitian

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif. Pengambilan sampel menggunakan metode eksplorasi, yaitu dengan pengamatan atau pengambilan secara langsung pada lokasi penelitian di perairan Sungai Wangi. Jenis deskriptif kuantitatif digunakan karena data yang disajikan meliputi jumlah kelimpahan, kelimpahan makrozoobentos, kualitas perairan fisika-kimia, dan nilai korelasi kelimpahan makrozoobentos Sungai Wangi Kabupaten Pasuruan.

3.2 Waktu dan tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2023 - Mei 2024. Pengambilan sampel dilakukan di perairan Sungai Wangi. Identifikasi makrozoobentos dilakukan di Laboratorium Optik Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Identifikasi sifat fisika air dilakukan langsung di lokasi penelitian. Identifikasi sifat kimia air dilakukan oleh PT. Jasa Tirta Malang meliputi (DO) dan UPT Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan Bangil meliputi (TSS, pH, Nitrat, Fosfat) .

3.3 Alat dan bahan

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah jaring surber ukuran mata jaring 1 mm, botol vial, pH meter, Nampan plastik, kuas, *thermometer*, meteran, tali rafia, sterfoam, kertas label, alat tulis, aplikasi Avenza maps, handphone, buku identifikasi, dan mikroskop.

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sampel makrozoobentos, formalin 4%, alkohol 70% dan sampel air.

3.4 Prosedur penelitian

3.4.1 Studi penelitian

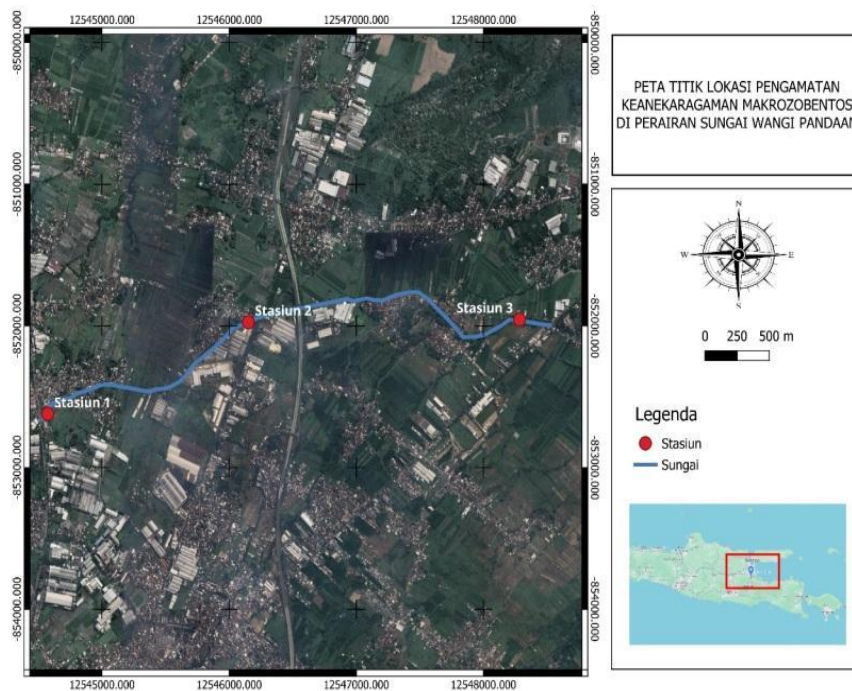
Studi pendahuluan ini ditentukan titik stasiun dengan menggunakan metode *Purposive Random Sampling*. Menurut Daulay *et al.*, 2015 *Purposive Random Sampling* merupakan metode pengambilan sampel yang mempertimbangkan hal-hal yang akan dipertimbangkan peneliti. Kondisi lingkungan sekitar stasiun, kegiatan masyarakat dan lokasi perairan pertimbangan yang digunakan untuk menentukan lokasi penelitian. Deskripsi kondisi stasiun dapat dilihat pada tabel 3.1 dan titik koordinat tabel 3.2. Dengan gambar peta Gambar 3.1 dan foto lokasi yang disajikan pada Gambar 3.2 sebagai berikut:

Tabel 3.1 Deskripsi Kondisi Stasiun Penelitian

Stasiun	Deskripsi
I	Lokasi area pemukiman dan pembuangan limbah domestik, Dasar batuan berukuran sedang-besar
II	Lokasi area industri, dekat dengan jalan raya dan pemukiman rapat. Dasar berkerikil dan berpasir
III	Lokasi area pertanian dan pembuangan sampah. Dasar berbatu dan pasir, batuan ukuran kecil-besar licin berlendir.

Tabel 3.2 Titik Koordinat Lokasi Penelitian

Stasiun	Titik Koordinat
I	7°38'11.1"S 112°41'23.4"E
II	7°37'49.7"S 112°42'15.9"E
III	7°37'49.7"S 112°43'22.8"E



Gambar 3.1 Peta Stasiun Pengamatan (QGIS, 2023)

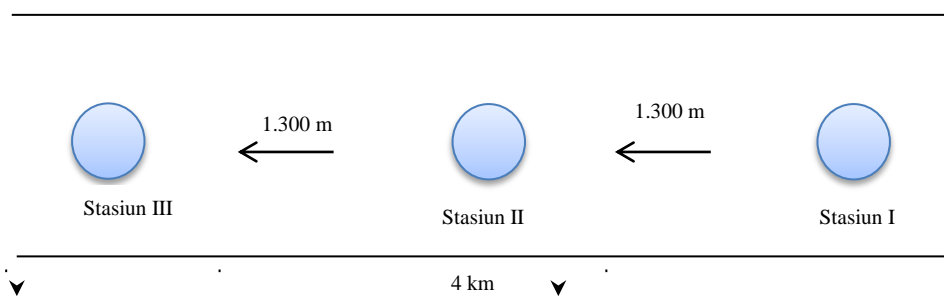


Gambar 3.2 Foto lokasi penelitian (Dokumen pribadi, 2023). (A) Stasiun I, (B) Stasiun II, (C) Stasiun III

3.4.2 Pengambilan sampel

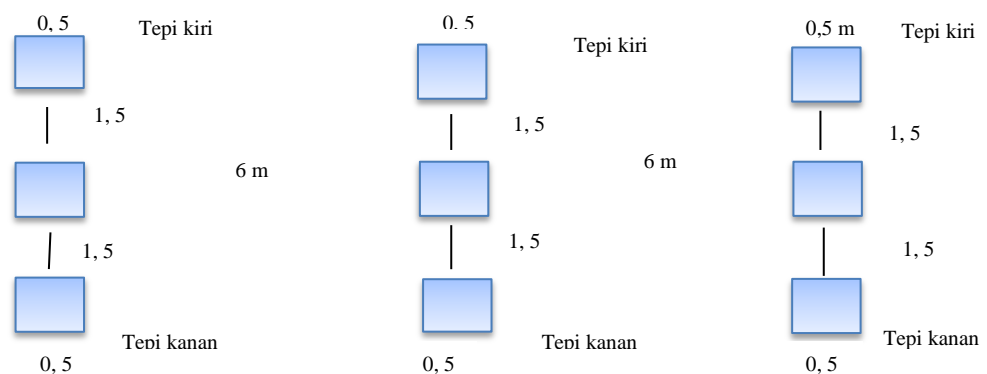
Pengambilan sampel dilakukan dengan menentukan stasiun (*Purposive random sampling*) di 3 stasiun yang berbeda secara karakteristik seperti yang telah disebutkan pada tabel 3.1. Pengambilan sampel dilakukan di 3 stasiun dengan jarak ± 4 km Sungai Wangi. Pengambilan sampel dilakukan di 3 stasiun dengan jarak antar stasiun 1,300 m Gambar 3.3 dengan 3 kali pengulangan. Masing-masing stasiun dibuat 3 kali pengulangan dengan jarak 6 m Gambar 3.4.

Setiap stasiun diambil 3 kali ulangan pada per plot yang mewakili tepi kanan, kiri 0,5 m sedangkan tengah 1,5 m jarak setiap titik. Sampel diambil menggunakan jaring surber pada posisi yang berlawanan arus air selama 5 menit. Sampel makrozoobentos diambil dan diletakkan pada nampan plastik selanjutnya dicari menggunakan kuas dan sikat gigi. Diambil pula makrozoobentos yang ada pada nampan plastik dan juga yang melekat pada jaring surber kemudian disimpan didalam botol vial yang berisi alkohol 70% dan formalin. Setiap botol vial diberi label yang berbeda setiap stasiun. Kemudian diambil sampel air pada setiap stasiun. Dimasukkan sampel pada wadah yang telah disediakan. Dibawa sampel untuk diidentifikasi di Laboratorium.



Gambar 3.3 Jarak Antar Stasiun

Keterangan: 1.300m: jarak antar stasiun, 4km: panjang sungai



Keterangan: (*) 6 m: jarak antar sub stasiun, 0,5: tepi kanan kiri, 1,5: tengah

Gambar 3.4 Jarak Pengulangan Setiap Sub Stasiun

3.4.3 Identifikasi makrozoobentos

Sampel makrozoobentos yang telah terkumpul kemudian diamati, difoto menggunakan mikroskop stereo dan diidentifikasi dengan menggunakan buku identifikasi Oscoz *et al.*, (2011), Rufusova *et al.*, (2017) dan beberapa literatur resmi dari internet. Selanjutnya makrozoobentos dihitung masing-masing stasiun dan dipisahkan setiap spesies. Jumlah spesimen yang ditemukan disajikan pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Data Makrozoobentos Sungai Wangi

No	Ordo	Famili	Genus	Stasiun I			Stasiun II			Stasiun III			Jumlah
				UI	U2	U3	UI	U2	U3	UI	U2	U3	
1.													
2.													
3.													
4.													
5.													

3.4.4 Pengukuran faktor fisika-kimia air

Pengukuran faktor fisika air dilakukan secara langsung di lokasi. Parameter yang diteliti meliputi suhu diukur dengan menggunakan alat *termometer* raksa secara langsung di lokasi, kecepatan arus dihitung berdasarkan pada metode Desinawati *et al.*, (2018) yaitu menggunakan benda yang dalam hal ini adalah sterofoam kemudian dihanyutkan menggunakan tali dengan panjang tertentu. Panjang tali sepanjang 1 meter dibagi dengan waktu yang diperoleh menggunakan stopwatch adalah cara untuk menentukan kecepatan arus. Pengukuran pH, TSS, Nitrat, Fosfat dilakukan oleh UPT Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan Bangil. Sedangkan parameter DO dianalisis oleh PT. Jasa Tirta Malang.

3.5 Analisis data

Beberapa indeks yang dihitung setelah genus Makrozoobentos ditemukan diantaranya sebagai berikut:

3.5.1 Indeks kelimpahan

Rumus kelimpahan menurut (Kasry *et al.*, 2012) sebagai berikut:

a. Kelimpahan (K)

$$K = \frac{\text{Jumlah Individu Suatu Genus}}{\text{Luas Unit Sampel (30 x 30 cm)}} \times 10000$$

Standar klasifikasi tingkat kelimpahan menurut (Kasry *et al.*, 2012) sebagai berikut:

Tidak ada = 0

Tidak melimpah = 0-200

Melimpah sedang = 200-500

Melimpah = 500-1000

Sangat melimpah = >1000

b. Kelimpahan relatif

$$KR = \frac{n_i}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Kelimpahan relatif %

N_i = Jumlah individu tiap spesies

N = Jumlah individu seluruh spesies

3.5.2 Indeks keanekaragaman

Rumus Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener menurut (Fachrul, 2007) adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

H' = Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener

P_i = n_i/N

n_i = Jumlah individu masing-masing jenis

N = Jumlah total individu dari seluruh jenis

Kategori nilai Indeks Shannon-Wiener memiliki kisaran nilai tertentu adalah (Fachrul, 2007):

Jika $H' \leq 1$: Keanekaragaman rendah (komunitas biota tidak stabil atau kualitas air tercemar berat).

Jika $1 \leq H' \leq 3$: Keanekaragaman sedang (stabilitas komunitas biota sedang atau kualitas air tercemar sedang).

Jika $H' \geq 3$: Keanekaragaman tinggi (stabilitas komunitas biota dalam kondisi stabil atau kualitas air bersih).

3.5.3 Analisis korelasi

Analisis Korelasi Pearson dengan metode komputerisasi menggunakan aplikasi PAST 4.09 adalah yang digunakan untuk mengetahui korelasi kelimpahan genus makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia air sungai. Menurut Sugiyono (2012) nilai koefisien korelasi disajikan pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Nilai koefisien korelasi

Interval koefisien korelasi	Tingkat Hubungan
0,00-0,20	Sangat rendah
0,20-0,40	Rendah
0,40-0,60	Sedang
0,60-0,80	Kuat
0,80-1,00	Sangat Kuat

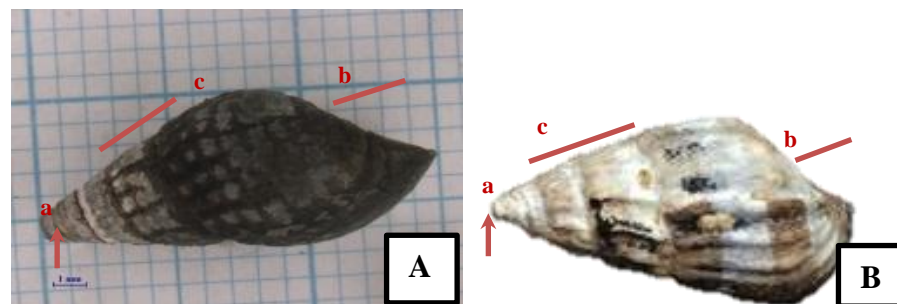
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil identifikasi spesimen makrozoobentos

Penelitian yang telah dilakukan di Hulu Sungai Wangi Kabupaten Pasuruan mendapatkan 934 ekor spesimen yang selanjutnya diidentifikasi. Identifikasi dilakukan hingga tingkat genus, berdasarkan morfologi setiap spesimen yang telah didapatkan sebagai berikut:

1. Spesimen 1

Adapun gambar spesimen 1 dapat dilihat pada gambar dibawah ini sebagai berikut:



Gambar 4.1 Genus *Melanopsis* A. Hasil Penelitian B. Gambar Literatur (Neubauer, 2013). a. apex, b. operkulum c. cangkang

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa spesimen 1 ini merupakan anggota dari Genus *Melanopsis* dapat dilihat pada (Gambar 4.1) memiliki ciri-ciri yaitu: terdapat motif bercak pada bagian cangkang. Cangkang berbentuk bulat telur. Memiliki struktur melingkar pada cangkang. Panjang 12 mm dan lebar 5 mm. spesies pada Genus *Melanopsis* memiliki cangkang yang berbentuk bulat telur dan terdiri dari tujuh hingga sembilan lingkaran. Setiap spesies memiliki pola garis berbeda yang melapisi cangkang dari Genus *Melanopsis* ini (Neubauer *et al.*,

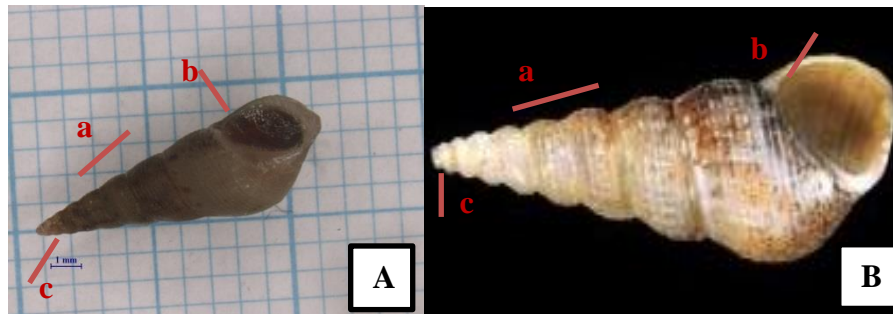
2013). Berdasarkan ciri-ciri tersebut memiliki kemiripan dengan Genus *Melanopsis*, hal ini dapat dilihat pada klasifikasi spesimen 1 berdasarkan GBIF (2024) yaitu:

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Gastropoda
Ordo : Mesogastropoda
Famili : Melanopsidae
Genus : *Melanopsis*

Anggota famili Melanopsidae memiliki cangkang yang padat dan berbagai ukuran, dengan beberapa cangkang hingga ukuran yang cukup besar. Mereka juga memiliki emergensi basal pada cangkang dan operkulum yang pendek. Cangkangnya halus dan memiliki variasi yang tinggi dalam bentuk. Famili ini dapat ditemukan di berbagai jenis air, baik mengalir maupun menggenang, tetapi habitat famili tersebut cenderung berada pada perairan dangkal. Famili tersebut sensitif terhadap suhu rendah dan biasanya memakan alga (Oscoz *et al.*, 2011). Berdasarkan hasil pengamatan spesimen 1 ditemukan di semua stasiun dengan masing-masing yang ditemukan sebanyak 69 pada stasiun I, stasiun II ditemukan sebanyak 203 merupakan penemuan terbanyak pada spesimen 1 diantara stasiun yang lain, lalu ditemukan sebanyak 28 pada stasiun III ini merupakan penemuan spesimen 1 paling sedikit diantara stasiun yang lain.

2. Spesimen 2

Adapun gambar spesimen 2 dapat dilihat pada gambar dibawah ini sebagai berikut:



Gambar 4.2 Genus *Melanoides* A. Hasil Penelitian B. Gambar Literatur (Marwoto, 2011). a. cangkang terpilin spiral, b. operkulum, c. cangkang

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa spesimen 2 ini merupakan anggota Genus *Melanoides* dapat dilihat pada (Gambar 4.2). Menurut Gerber (2002) memiliki ciri-ciri yaitu tubuhnya memiliki cangkang tunggal terpilin berbentuk spiral, panjang 2-4 cm dan lebar 9 mm tubuhnya simetri bilateral, lunak dan tidak bersegmen. Warnanya kecoklatan muda dan kuning terang. Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka spesimen 2 memiliki kemiripan dengan famili thiaridae, Genus *Melanoides* (Bouchard, 2004). Hal ini dapat dilihat pada klasifikasi spesimen 2 berdasarkan GBIF (2024) yaitu:

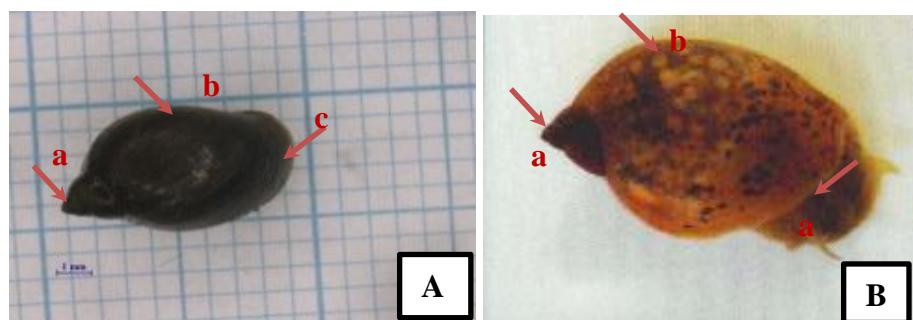
Kingdom : Animalia
 Filum : Mollusca
 Kelas : Gastropoda
 Ordo : Mesogastropoda
 Famili : Thiaridae
 Genus : *Melanoides*

Cangkang memiliki perpanjangan yang menyempit. Mempunyai operkulum dengan pertumbuhan garis spiral yang berbentuk seperti telur. Apertura berbentuk hampir seperti telur dan kolumelanya tebal (Bouchard, 2004). Berdasarkan hasil pengamatan spesimen 2 ditemukan di semua stasiun dengan masing-masing yang

ditemukan sebanyak 24 stasiun I, stasiun II ditemukan sebanyak 68, stasiun III ditemukan 5. Stasiun II merupakan penemuan spesimen 2 yang paling banyak di antara stasiun yang lain sedangkan untuk stasiun III merupakan penemuan yang sedikit diantara stasiun yang lain.

3. Spesimen 3

Adapun gambar spesimen 3 dapat dilihat pada gambar dibawah ini sebagai berikut:



Gambar 4.3 Genus *Lymnaea* A. Hasil Penelitian B. Gambar Literatur (Gerber, 2002). a. Cangkang berukuran kecil dan tipis, b. Cangkang terpilin berbentuk spiral, c. operkulum

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa spesimen 3 memiliki ciri-ciri dapat dilihat di (Gambar 4.3) yaitu cangkang terpilin berbentuk spiral, bukaan cangkang berukuran kecil dan tipis dan biasanya memiliki lekukan dalam yang mendalam pada bagian bawah cangkang (Choirudin *et al.*,2014). Berdasarkan ciri-ciri tersebut memiliki kemiripan dengan Genus *Lymnaea*. Hal ini dapat dilihat pada klasifikasi spesimen 3 berdasarkan GBIF (2024) yaitu:

Kingdom : Animalia
 Filum : Mollusca
 Kelas : Gastropoda
 Ordo : Hygrophila

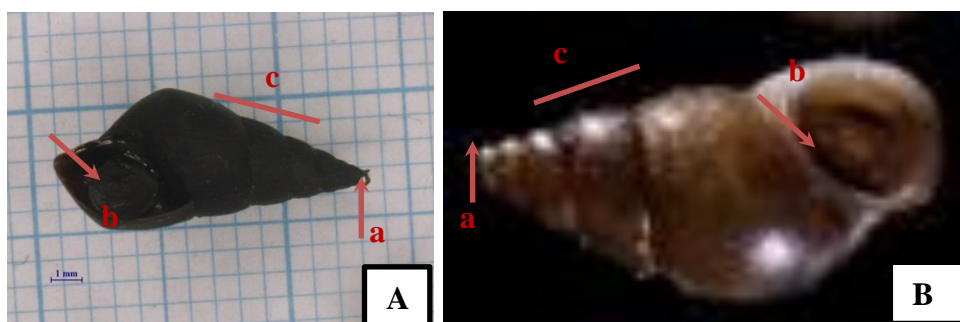
Famili : Lymnaeidae

Genus : *Lymnaea*

Famili Lymnaeidae sering ditemukan pada perairan tawar yang tergenang atau berarus lambat termasuk danau, kolam, sungai, rawa dan saluran air lainnya. Spesies ini memiliki cangkang bulat telur dengan sulur kecil dan runcing. Cangkang spesies ini berwarna jerami, kehijauan, hingga coklat kekuningan (Dung *et al.*, 2013). Biasanya ditemukan pada permukaan kokoh, seperti batuan, puing-puing kayu dan tanaman air serta substrat yang lembut. Makanan utama Lymnaeidae adalah tumbuhan air, alga dan detritus beberapa juga dapat memakan mikroorganisme seperti plankton (Choirudin *et al.*, 2014). Berdasarkan hasil pengamatan spesimen 3 diatas semua stasiun dengan masing-masing yang ditemukan sebanyak 10 merupakan penemuan terbanyak spesimen 3 diantara stasiun yang lain pada stasiun I, pada stasiun II ditemukan 8, kemudian ditemukan sebanyak 1 pada stasiun III ini merupakan penemuan spesimen 3 paling sedikit diantara stasiun yang lain.

4. Spesimen 4

Adapun gambar spesimen 4 dapat dilihat pada gambar dibawah ini sebagai berikut:



Gambar 4.4 Genus *Potamopyrgus* A. Hasil Penelitian B. Gambar Literatur (Collado, 2014) a. apex, b. operkulum, c. cangkang

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa spesimen 4 memiliki ciri-ciri yaitu: memiliki cangkang berbentuk bulat telur hingga kerucut, dengan panjang sekitar 8 mm dan lebar 4 mm. Warna cangkang coklat kehitaman, dan operkulumnya berwarna coklat kekuningan di bagian dalam sedangkan di bagian luar berwarna kehitaman. Cangkangnya memiliki struktur yang halus Gambar 4.4. Menurut Collado, (2014) Genus *Potamopyrgus* merupakan jenis siput kecil yang memiliki berbagai ukuran dan bentuk, mulai dari bulat telur hingga kerucut. Memiliki cangkang yang halus dan ukurannya bervariasi serta operkulumnya berwarna coklat. Bedanya, operkulum pada Genus *Potamopyrgus* tidak memiliki garis konsentris (Rufusova *et al.*, 2017). Berdasarkan ciri-ciri diatas memiliki kemiripan dengan Genus *Potamopyrgus*. Hal ini dapat dilihat pada klasifikasi spesimen 4 berdasarkan GBIF (2024) yaitu:

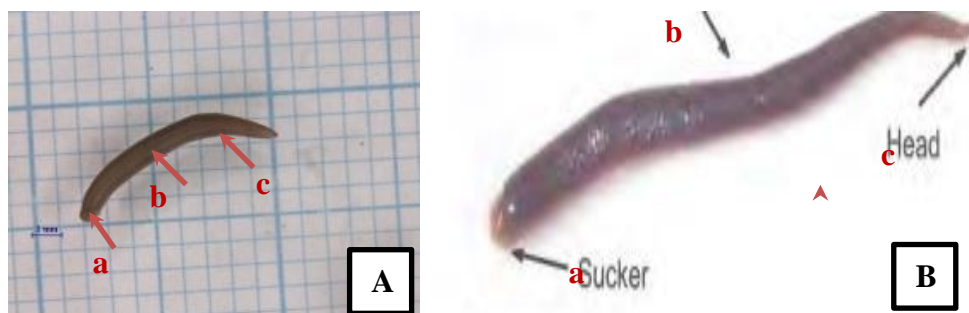
Kingdom : Animalia
Filum : Mollusca
Kelas : Gastropoda
Ordo : Littorinimorpha
Famili : Hydrobiidae
Genus : *Potamopyrgus*

Karakteristik utama famili Hydrobiidae adalah ukuran tubuh yang kecil, yang membuatnya mudah dikenali. Cangkangnya memiliki ciri penting yang bisa diamati untuk mempelajari konvergensi morfologi cangkang serta variabilitas ekstrim terhadap lingkungan tempat hidupnya. Famili ini cenderung berada pada sungai dan sumber mata air, sehingga termasuk dalam kelompok crenophiles. Beberapa spesies juga ditemukan dilingkungan hipogeal (suhu tidak bervariasi)

dan bukan di sungai. Diantara mereka berkembang biak secara partenogenetik ovovipar, sementara yang lain memiliki jenis kelamin terpisah (Oscoz *et al.*, 2011). Genus *Potamopyrgus* juga berperan sebagai penentu kondisi perairan payau (Buktus *et al.*, 2020). Berdasarkan hasil pengamatan spesimen 2 ini ditemukan di semua stasiun dengan masing-masing yang ditemukan sebanyak 89 pada stasiun I, pada stasiun II ditemukan 224 merupakan penemuan terbanyak spesimen 10 di antara stasiun yang lain, kemudian ditemukan sebanyak 10 pada stasiun III ini merupakan penemuan spesimen 4 paling sedikit diantara stasiun yang lain.

5. Spesimen 5

Adapun gambar spesimen 5 dapat dilihat pada gambar dibawah ini sebagai berikut:



Gambar 4.5 Genus *Hirudo* A. Hasil Penelitian B. Gambar Literatur (James *et al.*, 2010). a. Bintik mata, b. anterior, c. poterior

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa spesimen 5 memiliki ciri seperti (Gambar 4.5) yaitu: spesimen 5 memiliki dua penghisap di setiap ujungnya sehingga dapat disebut Genus *Hirudo*. Tubuh mereka jauh lebih padat, karena ringga pada tubuh sekunder (coelom) padat dengan jaring ikat. Tidak ada kaki atau tentakel. Bergerak dengan cara merayap dan berputar, habitatnya berada pada bawah batu, tumbuh-tumbuhan atau puing-puing, dengan daerah sungai yang

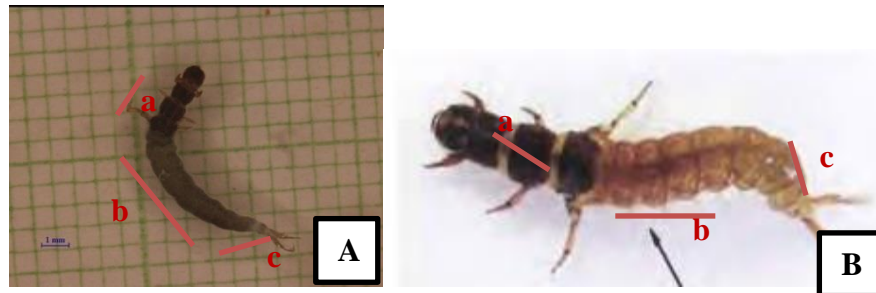
tenang (Oscoz *et al.*, 2011). Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka spesimen 5 mirip dengan Genus *Hirudo*. Hal ini dapat dilihat pada klasifikasi spesimen 5 berdasarkan GBIF (2024) yaitu:

Kingdom : Animalia
Filum : Annelida
Kelas : Clitellata
Ordo : Hirudinata
Famili : Hirudinidae
Genus : *Hirudo*

Lintah dapat berperan sebagai pemangsa atau parasit (Rufusova *et al.*, 2017). Spesies ini memiliki tubuh yang agak pipih dengan panjang minimal 10 mm dan lebar hingga 1 mm. Menurut penelitian oleh Oscoz *et al.*, (2011), lintah dari famili Hirudinidae umumnya memiliki 10 mata di bagian kepala yang tersusun dalam lima pasang untuk mendeteksi gerakan dalam dua dimensi. Mulutnya terletak di pusat cekung dari alat isapnya dan dilengkapi dengan faring pendek yang berotot serta tiga rahang. Setiap rahang memiliki satu baris gigi halus yang tajam. Genus ini biasanya ditemukan di perairan tawar seperti danau, kolam, sungai, dan rawa di daerah subtropis. Distribusinya cenderung tidak teratur dan tidak merata. Berdasarkan hasil pengamatan spesimen 5 ditemukan 3 stasiun I, stasiun II ditemukan sebanyak 1, stasiun III 0.

6. Spesimen 6

Adapun gambar spesimen 6 dapat dilihat pada gambar dibawah ini sebagai berikut:



Gambar 4.6 Genus *Hydropsyche* A. Hasil Penelitian B. Gambar Literatur (Oscoz *et al.*, 2011). a. Toraks, b. abdomen, c. setae

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa spesimen 6 memiliki ciri yaitu : warna tubuh yang coklat kehitaman, dengan panjang sekitar 7 mm dan lebar 3 mm. Abdomennya memiliki bentuk silindris dan terdiri dari tiga segmen pada bagian toraks. Di bagian anal, spesimen ini memiliki dua setae. Menurut Oscoz *et al.*, (2011) genus *Hydropsyche* memiliki tubuh yang dilapisi oleh spikula berwarna gelap, dengan bentuk abdomen yang silindris, dan juga terdapat segmen yang tersklerotisasi pada bagian toraks, dan setae yang kaku terdapat di bagian anal. Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka spesimen 6 memiliki kemiripan dengan Genus *Hydropsyche*. Hal ini dapat dilihat pada klasifikasi spesimen 6 berdasarkan GBIF (2024) yaitu:

Kingdom : Animalia
 Filum : Arthropoda
 Kelas : Insecta
 Ordo : Trichoptera
 Famili : Hydropsychidae
 Genus : *Hydropsyche*

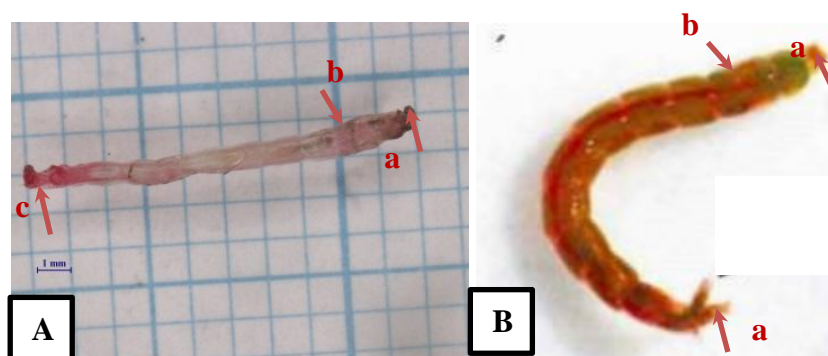
Genus *Hydropsyche* adalah Genus terbesar dalam sub-famili Hydropsychidae dan juga dalam famili Hydropsychidae (Garima, 2021). Famili Hydropsychidae

terdiri dari kelompok caddisflies yang tidak memiliki selubung yang menangkap makanan mereka dengan menggunakan jaring. Kebanyakan ditemukan di perairan yang mengalir dan mungkin tercemar secara organik, di mana kondisi tersebut menyediakan makanan dengan jumlah yang cukup banyak bagi mereka (Rufusova *et al.*, 2017).

Hydropsychidae menggunakan kaki dan cakar pada segmen terakhir tubuhnya untuk bergerak merangkak. Saat perutnya dijentikkan, mereka dapat mengambang dalam posisi ventral. Warna tubuhnya bervariasi, hijau, coklat dan pucat. Selain tinggal di batu, mereka juga sering ditemukan di lokasi dengan butiran pasir di sungai yang deras sebagai tempat perlindungan (Gerber, 2002). Genus *Hydropsyche* juga memiliki peran sebagai indikator pencemaran di habitat sungai yang mengalir, karena memiliki toleransi yang luas terhadap kondisi lingkungan (Rosenberg & Resh, 1993 dalam Garima, 2021). Berdasarkan hasil pengamatan spesimen 6 ini ditemukan sebanyak 32 pada stasiun I, stasiun II ditemukan sebanyak 51, selanjutnya stasiun III tidak ditemukan sama sekali.

7. Spesimen 7

Adapun gambar spesimen 7 dapat dilihat pada gambar dibawah ini sebagai berikut:



Gambar 4.7 Genus Chironomus A. Hasil Penelitian B. Gambar Literatur (Gerber, 2002). a. Anterior, b. citelum, c. posterior

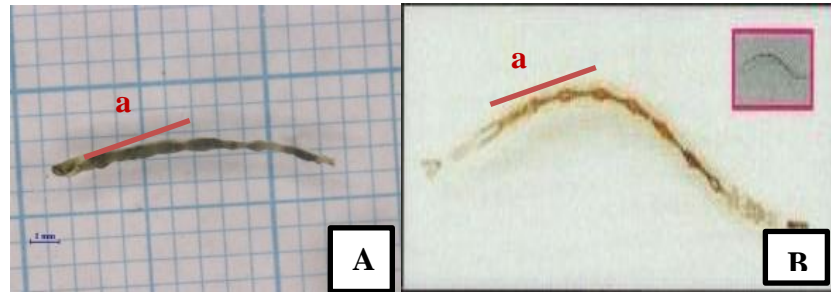
Hasil pengamatan menunjukkan bahwa spesimen 7 memiliki ciri-ciri dapat dilihat pada (Gambar 4.7) yaitu: memiliki panjang berkisar 0,5-1 cm, memiliki segmen pada tubuhnya, tubuh berwarna merah muda dan transparan. Larva spesies ini sebagian besar dapat ditemukan di wilayah perairan, di bawah kayu atau tanah yang lembab (Gerber, 2002). Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka spesimen 7 memiliki kemiripan dengan Genus *Chironomus*. Hal ini dapat dilihat pada klasifikasi spesimen7 berdasarkan GBIF (2024) yaitu:

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insecta
Ordo : Diptera
Famili : Chironomidae
Genus : *Chironomus*

Secara struktur morfologinya tubuh panjang bersegmen dengan warna yang bening. Pada anterior terdapat mulut, antara segmen 10 – 11 terdapat clitellium, dan anal pada posterior. Somit terlihat lebih merah pekat dari pada tubuh bagian luas. Segmen pertama terdapat mulut disebut prostomium. Bentuk prostomium segitiga dan segmen terakhir terdapat anus runcing Menurut (Liza & Mollah, 2016). Berdasarkan hasil pengamatan spesimen 7 ditemukan di semua stasiun dengan masing-masing yang ditemukan sebanyak 3 stasiun I, stasiun I merupakan penemuan yang sedikit diantara stasiun yang lain, stasiun II ditemukan sebanyak 11, stasiun III ditemukan 46, merupakan penemuan yang banyak diantara stasiun yang lain.

8. Spesimen 8

Adapun gambar spesimen 8 dapat dilihat pada gambar dibawah ini sebagai berikut:



Gambar 4.8 Genus *Stenoxenus* A. Hasil Penelitian B. Gambar Literatur (Gerber, 2002). a. Segmen

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa spesimen 8 memiliki ciri-ciri dapat dilihat pada (Gambar 4.8) yaitu: Secara struktur memiliki tubuh sangat tipis, memiliki segmen, semua segmen memiliki diameter yang sama, tidak mempunyai proleg. habitatnya berada di pasir, lumpur atau tepi sungai, tubuh berwarna coklat keputihan (Gerber, 2002). Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka spesimen 8 memiliki kemiripan dengan Genus *Stenoxenus*. Hal ini dapat dilihat pada klasifikasi spesimen 8 berdasarkan GBIF (2024) yaitu:

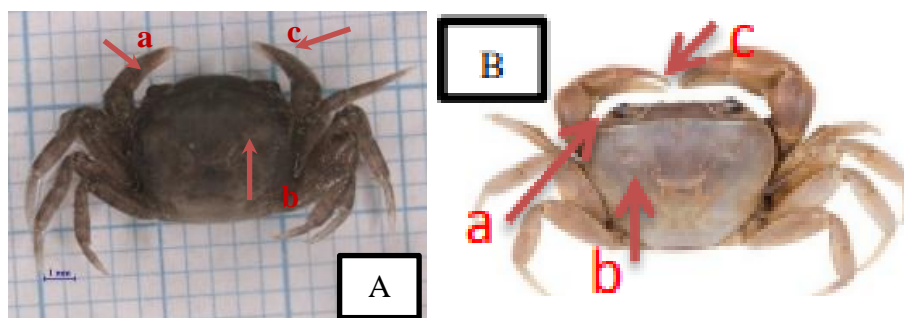
Kingdom : Animalia
 Filum : Arthropoda
 Kelas : Insecta
 Ordo : Diptera
 Famili : Ceratopogonidae
 Genus : *Stenoxenus*

Ceratopogonidae memiliki tubuh filiform, memanjang dan silindris, tanpa adanya proleg. segmen tubuh jelas lebih panjang dari pada kapsul kepala yang lebar dan memanjang. subfamily Forcipomyinae mempunyai hipognasi kepala

dengan tubuh silindris berbentuk cacing yang memiliki dua proleg anterior dan dua posterior. serupa dengan Chironomidae, tetapi subfamily Forcipomyinae, mereka mempunyai beberapa tonjolan seperti tulang belakang (Oscoz *et al.*, 2011). Berdasarkan hasil pengamatan spesimen 8 ditemukan sebanyak 2 pada stasiun I, stasiun II tidak ditemukan, stasiun III ditemukan sebanyak 5, merupakan penemuan yang banyak diantara stasiun yang lain.

9. Spesimen 9

Adapun gambar spesimen 9 dapat dilihat pada gambar dibawah ini sebagai berikut:



Gambar 4.9 Genus Potamonautes A. Hasil Penelitian B. Gambar Literatur (Marwoto, 2011). a. mata, b.karpas, c. capit

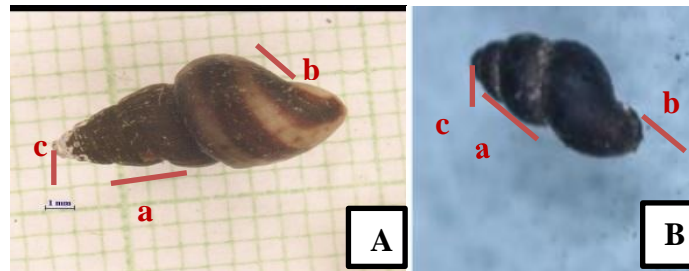
Hasil pengamatan menunjukkan bahwa spesimen 9 memiliki ciri-ciri yaitu berwarna coklat tua, dengan panjang sekitar 10 mm dan lebar sekitar 20 mm. karapas dan sepasang mata spesimen ini relatif kecil, dan juga memiliki sepasang capit. Menurut Daniels *et al.*, (2019) Genus *Potamonautes* ini memiliki tubuh berwarna coklat, sepasang mata kecil, 4 pasang kaki bersendi, tubuh yang lebar, dan kaki termodifikasi menjadi capit. Genus ini cenderung bergerak menyamping dan mendiami habitat di bawah batu. Berdasarkan ciri-ciri tersebut spesies 9 memiliki kemiripan dengan Genus *Potamonautes*. Hal ini dapat dilihat pada klasifikasi spesimen 9 berdasarkan GBIF (2024) yaitu:

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Malacostraca
Ordo : Decapoda
Famili : Potamonautidae
Genus : *Potamonautes*

Famili Potamanthidae memiliki warna coklat pada bagian punggung, dan pada jari-jarinya berwarna krem. Pada bagian bawah toraks famili ini memiliki warna coklat terang. Karapas dan abdomen dari famili ini juga berwarna coklat tua. Salah satu perilaku yang umum terlihat pada famili ini adalah pembawa sampah daun ke dalam lubang-lubang pohon di air. Hal tersebut untuk mengurangi pembusukan daun, sehingga dapat menjaga keseimbangan Ph air dengan meningkatkan kadar kalsium (Cumberlidge *et al.*, 2015). Berdasarkan hasil pengamatan spesimen 9 ditemukan di semua stasiun dengan masing-masing yang ditemukan sebanyak 2 pada stasiun I, pada stasiun II ditemukan 6 merupakan penemuan terbanyak spesimen 10 di antara stasiun yang lain, kemudian ditemukan sebanyak 1 pada stasiun III ini merupakan penemuan spesimen 8 paling sedikit diantara stasiun yang lain.

10. Spesimen 10

Adapun gambar spesimen 10 dapat dilihat pada gambar dibawah ini sebagai berikut:



Gambar 4.10 Genus *Oncomelania*. A. Hasil Penelitian B. Literatur (Hafasah, 2013). a. cangkang berukuran kecil, b. operkulum, c. apex

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa spesimen 10 memiliki ciri-ciri yaitu: mempunyai ukuran yang cukup kecil dengan panjang 3-5 mm dengan cangkang berbentuk kerucut dan berwarna coklat kehitam-hitaman. Kebanyakan ditemukan pada akar-akar atau melekat pada ranting pohon. Berdasarkan ciri-ciri tersebut spesimen 10 memiliki kemiripan dengan Genus *Oncomelania*. Hal ini dapat dilihat pada klasifikasi spesimen 10 berdasarkan GBIF (2024) yaitu sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
 Filum : Mollusca
 Kelas : Gastropoda
 Ordo : Littorinimorpha
 Famili : Pomatiopsidae
 Genus : *Oncomelania*

Oncomelania mempunyai cangkang yang berbentuk kerucut, permukaan licin berwarna coklat kehitaman, dengan ambilicus yang terbuka. Bibir luar meleku dan bibir dalam menonjol di bawah basis cangkang. Operkulum mengandung zat tanduk dan agak keras. *Oncomelania* dapat hidup di aliran yang tidak terlalu deras (Hafasah, 2013). Berdasarkan hasil pengamatan spesimen 10 ditemukan di semua stasiun dengan masing-masing yang ditemukan sebanyak 7 pada stasiun I, pada

stasiun II ditemukan 21 merupakan penemuan terbanyak spesimen 11 diantara stasiun yang lain, kemudian ditemukan sebanyak 2 pada stasiun III ini merupakan penemuan spesimen 10 paling sedikit diantara stasiun yang lain.

Total spesimen makrozoobentos yang telah didapatkan yaitu 932 spesimen yang terdiri dari 10 genus. Pada stasiun satu didapatkan 241 spesimen dari 10 genus. Pada stasiun dua didapatkan 593 spesimen dari 9 genus. Pada stasiun tiga didapatkan 98 spesimen dari 8 genus. Rincian total makrozoobentos dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1. Jumlah genus makrozoobentos

No.	Ordo	Famili	Genus	Stasiun			Jumlah (ind)
				I	II	III	
1.	Mesogastropoda	Melanopsidae	<i>Melanopsis</i>	69	203	28	300
2.	Mesogastropoda	Thiaridae	<i>Melanoides</i>	24	68	5	97
3.	Hygrophila	Lymnaeidae	<i>Lymnaea</i>	10	8	1	19
4.	Decapoda	Potamonautidae	<i>Potamonautes</i>	2	6	1	9
5.	Hirudinida	Hirudinida	<i>Hirudo</i>	3	1	0	4
6.	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	32	51	0	83
7.	Diptera	Ceratopogonidae	<i>Chironomus</i>	3	11	46	60
8.	Diptera	Ceratopogonidae	<i>Stenoxenus</i>	2	0	5	7
9.	Littorinimorpha	Hydrobiidae	<i>Potamopyrgus</i>	89	224	10	323
10.	Littorinimorpha	Pomatiopsidae	<i>Oncomelania</i>	7	21	2	30
Jumlah				241	593	98	932

Keterangan: Stasiun I: Dekat area pemukiman, Stasiun II: dekat area dengan industri, Stasiun III: dekat area pertanian.

4.2 Kelimpahan dan indeks keanekaragaman makrozoobentos

4.2.1 Kelimpahan Makrozoobentos

Hasil penelitian yang telah dilakukan berupa spesimen makrozoobentos yang telah diidentifikasi kemudian dilakukan olah data dengan menggunakan

Kelimpahan total disajikan pada Tabel 4.2 dan hasil kelimpahan relatif disajikan pada Tabel 4.3 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 Kelimpahan Total Makrozoobentos di Perairan Hulu Sungai Wangi Kabupaten Pasuruan

Genus	Kelimpahan (ind/m ²)			Kelimpahan total (ind/m ²)
	ST I	ST II	ST III	
<i>Melanopsis</i>	766,67	2255,56	311,11	3333,33
<i>Melanoides</i>	266,67	755,56	55,56	1077,78
<i>Lymnaea</i>	111,11	88,89	11,11	211,11
<i>Potamonautes</i>	22,22	66,67	11,11	100,00
<i>Hirudo</i>	33,33	11,11	0,00	44,44
<i>Hydropsyche</i>	355,56	566,67	0,00	922,22
<i>Chironomus</i>	33,33	122,22	511,11	666,67
<i>Stenoxenus</i>	22,22	0,00	55,56	77,78
<i>Potamopyrgus</i>	988,89	2488,89	111,11	3588,89*
<i>Oncomelania</i>	77,78	233,33	22,22	333,33
Jumlah	2677,78	6588,89	1088,89	10355,56

Keterangan : (*) Kelimpahan total tertinggi, ST I: Area pemukiman, ST II: area industri, ST III: area pertanian.

Hasil kelimpahan total makrozoobentos pada semua stasiun diperoleh nilai 100 – 3588,88 individu/m². Dengan 10 genus yaitu: *Melanopsis*, *Melanoides*, *Lymnaea*, *Potamonautes*, *Hirudo*, *Hydropsyche*, *Chironomus*, *Stenoxenus*, *Potamopyrgus*, *Oncomelania* (Tabel 4.2). Kelimpahan Genus pada semua stasiun yang mewakili 10 genus tersebut ditemukan kelimpahan yang paling tinggi yaitu famili *Potamopyrgus* (Tabel 4.2) Menurut Simanjuntak *et al.*, (2018) bahan organik yang terlarut merupakan sumber nutrisi penting bagi biota perairan, termasuk makrozoobentos, yang dapat signifikan mempengaruhi pertumbuhan dan kepadatan populasi. Sumber utama bahan organik terlarut adalah limbah dari berbagai sumber, seperti kegiatan manusia, limbah rumah tangga dan lainnya,

secara langsung dapat mempengaruhi peningkatan kadar bahan organik di dalam perairan. Selain itu juga termasuk filum Mollusca yang merupakan salah satu anggota dari genus *Potamopyrgus* yang memiliki karakteristik toleransi tinggi terhadap kondisi perairan tertentu. *Potamopyrgus* adalah tingkat toleransi yang kuat terhadap suatu perairan dan dapat menunjukkan hubungan antara kandungan bahan pencemar di dalam air dan didalam tubuhnya (Wulansari & Kuntjoro, 2018).

Tabel 4.3 Kelimpahan Relatif Makrozoobentos di Perairan Hulu Sungai Wangi Kabupaten Pasuruan

No	Genus	Kelimpahan Relatif %		
		ST I	ST II	ST III
1.	<i>Melanopsis</i>	28,63	34,23	28,57
2.	<i>Melanoides</i>	9,96	11,47	5,10
3.	<i>Lymnaea</i>	4,15	1,35	1,02
4.	<i>Potamonautes</i>	0,83	1,01	1,02
5.	<i>Hirudo</i>	1,24	0,17	0
6.	<i>Hydropsyche</i>	13,28	8,60	0
7.	<i>Chironomus</i>	1,24	1,85	46,94*
8.	<i>Stenoxenus</i>	0,83	0,00	5,10
9.	<i>Potamopyrgus</i>	36,93*	37,77*	10,20
10.	<i>Oncomelania</i>	2,90	3,54	2,04
Total		100	100	100

Keterangan: (*) Kelimpahan relatif % tertinggi, ST I: Area pemukiman, ST II: area industri, ST III: area pertanian.

Hasil dari nilai kelimpahan relatif makrozoobentos yang paling rendah adalah dengan nilai 36,93% stasiun I dan 37,77 % stasiun II dengan genus *Potamopyrgus* genus tersebut termasuk kelas gastropoda yang merupakan memiliki adaptasi yang cukup kuat terhadap perubahan lingkungan karena memiliki cangkang yang keras dan mempunyai sifat mobile yang lebih aktif untuk

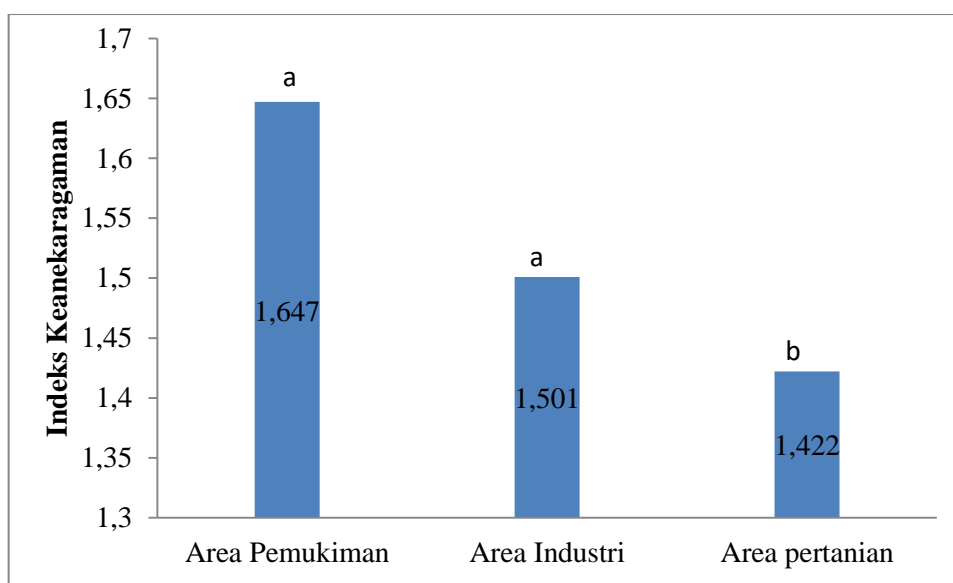
bertahan hidup dibandingkan dengan kelas yang lain. Sedangkan kelimpahan relatif yang tertinggi dengan nilai 46,94 % (Tabel 4.3) pada stasiun III dengan genus *Chironomus* karena genus tersebut terdapat disemua perairan mulai dari air bersih hingga sangat tercemar dengan daerah sungai yang anoksik yang tahan terhadap polutan (Oscoz *et al.*, 2011). Lokasi yang memiliki nilai kelimpahan terkecil dengan nilai 98 individu/m² adalah stasiun III yang mana stasiun III jauh dari pemukiman, tetapi terdapat persawahan pada salah satu sisi sungai. Adanya persawahan menunjukkan bahwa terdapat aktivitas yang dilakukan di sekitar stasiun, kemudian 241 individu/m² stasiun I yang mana pada stasiun I ini terdapat batu batu yang besar, serta merupakan stasiun yang rindang dengan hawa yang sejuk serta ada pembuangan limbah domestik dari warga sekitar, dan yang tertinggi stasiun II dengan nilai 593 individu/m² yang mana stasiun II ini dekat dengan industri dan rapatnya pemukiman sehingga banyak aktivitas manusia di sekitar stasiun II (Tabel 4.1).

Kelimpahan yang tinggi disebabkan adanya kandungan bahan organik yang tinggi sebagai sumber makanan bagi makrozoobentos, disisi itu juga, daerah tersebut ada pohon tumbang, ranting dan serasah daun yang dimanfaatkan oleh makrozoobentos untuk kelangsungan hidupnya, daun yang telah terdekomposisi mengandung lebih banyak protein dari pada daun yang masih utuh dan sebagai sumber bahan organik penting dalam rantai makanan di dalam lingkungan perairan (Gultom *et al.*, 2018). Menurut Pelealu *et al.*, (2018) kelimpahan yang rendah dikarenakan terdapat aktivitas manusia seperti buangan limbah dari warga sekitar, industri, dan pertanian yang mempengaruhi kelimpahan makrozoobentos, selain itu juga stasiun ini memiliki substrat berupa pasir dan kecepatan arus yang

cukup tinggi serta berlendir sehingga sumber makanan makrozoobentos juga sedikit (Gultom *et al.*, 2018).

4.2.2 Keanekaragaman Makrozoobentos

Hasil penelitian yang telah dilakukan berupa spesimen makrozoobentos yang telah diidentifikasi kemudian dilakukan olah data dengan menggunakan Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener disajikan pada gambar 4.11 sebagai berikut:



Gambar 4.11 Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos

Hasil uji T *diversity* terhadap nilai keanekaragaman antara ketiga stasiun menunjukkan bahwa stasiun I berbeda nyata dengan stasiun II, stasiun I berbeda nyata dengan stasiun III, sedangkan stasiun II tidak berbeda nyata dengan stasiun III (Lampiran 3). Nilai indeks keanekaragaman (H') Makrozoobentos di Hulu Sungai Wangi yaitu (1,422- 1,647) artinya $1 \leq H' \leq 3$ yang menunjukkan bahwa tingkat keanekaragaman makrozoobentos secara rata-rata sedang (Fachrul, 2007). Nilai H' Makrozoobentos berdasarkan (Gambar 4.11) apabila diurutkan dari nilai

yang tertinggi ke yang terendah adalah Stasiun I dengan lokasi area pemukiman dan pembuangan limbah domestik (1,647), Stasiun II dengan lokasi area industri, dekat dengan jalan raya dan pemukiman rapat (1,501), selanjutnya yaitu yang terendah Stasiun III dengan lokasi area pertanian dan pembuangan sampah (1,422). Keanekaragaman makrozoobentos di Stasiun I termasuk sedang dengan nilai 1,647 artinya $1 \leq H' \leq 3$. Nilai keanekaragaman pada stasiun I ini merupakan nilai keanekaragaman yang tertinggi dari tiga stasiun, tetapi bertolak belakang dengan nilai kelimpahan pada stasiun I rendah di karenakan pengaruh dari suatu jumlah genus yang ada di masing-masing stasiun.

Keanekaragaman jenis dipengaruhi oleh penyebaran individu dari setiap spesies karena suatu komunitas walaupun mempunyai banyak jenis tetapi penyebaran individunya tidak merata sehingga keanekaragaman jenisnya rendah menurut (Tulandi, 2022). Selain itu, dikarenakan kondisi pada stasiun I yaitu dengan adanya batu batu yang besar, serta merupakan stasiun yang rindang dengan hawa yang sejuk, minimnya aktivitas manusia yang dilakukan di stasiun I sehingga stasiun I masih terbilang bersih dari pada stasiun yang lain, meskipun di stasiun I ada beberapa sampah yang ada pada lokasi tersebut. Kondisi vegetasi yang lebih rapat juga mempengaruhi tingginya tingkat keanekaragaman. Selain itu, menurut Abidin *et al.*, (2018) kondisi vegetasi sekitar sungai yang lebih rapat juga memberikan pengaruh terhadap tingginya tingkat keanekaragaman. Tingkat keanekaragaman tinggi juga dipengaruhi oleh persebaran komposisi individu yang merata (Arfiati *et al.*, 2019).

Nilai Indeks Keanekaragaman Stasiun II (area industri) yaitu (1,501) termasuk dalam kategori sedang. Karena pada stasiun II tersebut merupakan

lokasi yang dekat dengan industri dan pemukiman. Aktivitas masyarakat di sekitar stasiun II juga tinggi mengingat pemukiman penduduk yang padat di sekitar stasiun II. Arus yang lambat juga mempengaruhi keberadaan dari makrozoobentos. Suhu membantu mempercepat proses metabolisme mikroorganisme. Selain itu sedangnya keanekaragaman makrozoobentos di lokasi penelitian ini mengindikasikan habitat perairan yang mulai tercemar. Di sebabkan oleh banyaknya aktivitas masyarakat yang melakukan pembuangan limbah cair atau padat, baik dari rumah tangga ataupun industri yang mencemari perairan sehingga kualitasnya menurun (Azizah *et al.*, 2023).

Nilai Indeks Keanekaragaman Stasiun III (area pertanian) yaitu (1,422) yang merupakan nilai keanekaragaman yang terendah dari stasiun yang lain, dikarenakan pada stasiun ini jauh dari pemukiman, serta terdapat persawahan pada salah satu sisi sungai. Adanya persawahan menunjukkan bahwa terdapat aktivitas yang dilakukan di sekitar stasiun III. Hal ini memungkinkan terdapat limbah sisa aktivitas serta limbah industri yang kemudian mengalir ke stasiun III sehingga perairan yang ada pada stasiun III sangat kotor dan berlendir sehingga mempengaruhi tingkat keanekaragaman makrozoobentos di stasiun III. Aktivitas perkebunan seperti pemupukan akan menghasilkan limbah yang kemudian tergerus air dan masuk ke sungai sehingga menyebabkan kualitas air di sungai menurun, sehingga mempengaruhi keanekaragaman organisme yang berada di sungai (Suharjono, 2021).

Makrozoobentos merupakan salah satu makhluk hidup yang memiliki peran penting bagi lingkungan dan makhluk hidup lain. Keanekaragaman makhluk

hidup merupakan tanda kebesaran Allah SWT. Sebagaimana firman Allah telah dijelaskan dalam Q.S Al- Baqarah ayat 167 sebagai berikut:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ
بِمَا يَنْفَعُ النَّاسَ وَمَا أَنْزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ مَّاءٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ
فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ ^ط وَتَصْرِيفِ الرِّيْحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ لآيَاتٍ
لِقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

Artinya:”*Sesungguhnya pada penciptaan langit dan bumi, pergantian malam dan siang, bahtera yang berlayar di laut dengan (muatan) yang bermanfaat bagi manusia, apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengannya Dia menghidupkan bumi setelah mati (kering), dan Dia menebarkan di dalamnya semua jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi, (semua itu) sungguh merupakan tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang mengerti*”.

Ayat di atas menjelaskan bahwa berbagai jenis keanekaragaman di bumi, salah satunya adalah keanekaragaman hewan, yang didefinisikan sebagai perubahan dalam struktur, bentuk, jumlah, dan sifat lainnya pada waktu dan tempat tertentu. Keanekaragaman hewan juga menunjukkan perubahan dalam bentuk, struktur tubuh, warna, jumlah, dan sifat lainnya di wilayah tertentu. Tatanan lingkungan hidup terdiri dari sumber alam hayati, yang memastikan bahwa lingkungan hidup tetap hidup dan memungkinkan manusia hidup dari generasi ke generasi. Banyak hewan digunakan untuk makanan, pakaian, bahan industri, pengangkutan, dan bahan hiasan. Sungguh, ini adalah tanda-tanda

kebesaran Allah bagi mereka yang mengerti dan menggunakan akalnya untuk belajar (Kementerian Agama RI, 2016).

Allah menunjukkan kekuasaannya kepada manusia yang mana telah dijelaskan pada paragraf sebelumnya tentang kekuasaan Allah yang begitu besar dengan menunjukkan beranekaragam hewan dengan bentuk, rupa, ukuran sehingga sebagai manusia harus dapat memahami ilmu pengetahuan, fenomena penciptaan hewan. Hewan (fauna) air adalah organisme yang sebagian atau sepenuhnya menghabiskan siklus hidupnya di dalam air. Allah berfirman dalam Q.S An- nur [24]: 45 berikut:

وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِّن مَّاءٍ فَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى بَطْنِهِ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى رِجْلَيْنِ

وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى أَرْبَعٍ يَخْلُقُ اللَّهُ مَا يَشَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ

Artinya: "Allah menciptakan semua jenis hewan dari air. Sebagian berjalan dengan perutnya, sebagian berjalan dengan dua kaki, dan sebagian (yang lain) berjalan dengan empat kaki. Allah menciptakan apa yang Dia kehendaki. Sesungguhnya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu".

Ayat di atas menjelaskan kerajaannya yang maha agung dan kekuasaannya yang maha sempurna dengan menghasilkan berbagai jenis makhluk hidup dengan berbagai bentuk, rupa, warna, dan cara bergerak dari satu unsur yang sama yaitu air (Kementerian Agama RI, 2016). Makrozoobentos merupakan hewan yang dapat dilihat dengan kasat mata, semakin banyak keanekaragaman makrozoobentos tersebut maka semakin baik suatu perairan dan sebaliknya. Dapat mengambil kesimpulan dari tafsir yang disebutkan di atas bahwa Allah SWT menciptakan segala sesuatu dengan sebaik baiknya dan beranekaragam

mulai dari bentuk, ukuran, jumlah dan morfologinya. Dengan itu Allah SWT menunjukkan kebesarannya agar manusia dapat menjaga lingkungan dan kembali kepada fitrah.

4.3 Parameter fisika-kimia air

Hasil uji air dengan parameter fisika-kimia air dari tiga stasiun pengamatan yang telah dilakukan di Hulu Sungai Wangi ditunjukkan pada tabel 4.2. Nilai fisika- kimia kemudian dihubungkan dengan standar baku mutu air menurut PP No 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.

Tabel 4.4 Nilai parameter fisika- kimia air Hulu Sungai Wangi

No	Parameter	Rata-rata			Baku Mutu PP No 22 Tahun 2021			
		St I	St II	St III	Kelas I	Kelas II	Kelas III	Kelas IV
1.	DO (mg/L)	5,13 ^b	5,4 ^b	4,43 ^a	6	4	3	1
2.	TSS (mg/L)	20 ^a	13,23 ^a	28 ^a	40	50	100	400
3.	Nitrat (mg/L)	2 ^a	2,36 ^a	3,03 ^a	10	10	20	20
4.	Fosfat (mg/L)	0,25 ^a	0,26 ^a	0,42 ^a	0,2	0,2	1,0	-
5.	pH	7,7 ^a	7,1 ^a	7,75 ^a	6-9	6-9	6-9	6-9
6.	Suhu (°C)	27,13 ^a	29 ^a	29,7 ^a	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 3
7.	Kecepatan Arus (m/s)	4,46 ^a	2,30 ^a	4,13 ^a				

Keterangan: St I: Area pemukiman, St II: area industri, St III: area pertanian.
Notasi serupa tidak ada perbedaan nyata pada uji BNJ.

Hasil dari pengukuran DO (*Dissolved Oxygen*) antara 4,43- 5,4 mg/L. Sedangkan DO perairan yang menunjang komunitas makrozoobentos adalah (4,4- 6,7 mg/L) (Marpaung, 2013). Dari pengamatan yang telah dilakukan didapatkan hasil pengukuran DO dengan III titik stasiun yang menunjukkan berbeda-beda. Berdasarkan uji BNJ (Tabel 4.4) menunjukkan ada perbedaan nyata pada parameter DO antara stasiun III dengan stasiun I dan II. Hal ini menunjukkan bahwa nilai

DO pada stasiun III memiliki nilai terendah dengan nilai (4,43 mg/L). Oksigen yang terlarut menunjukkan bahwa senyawa organik dan senyawa kimia masuk ke dalam air, sehingga kehadiran senyawa organik memicu proses penguraian yang dilakukan oleh mikroorganisme (Gupta *et al.*, 2017). Hal ini didukung oleh Winarni, (2016) bahwa bahan organik yang telah masuk ke dalam suatu ekosistem perairan contohnya sisa makanan akan mengakibatkan meningkatnya mikroorganisme pengurai yang ada dalam air dan mengkonsumsi oksigen terlarut akhirnya terjadi penurunan kadar O₂. Sedangkan nilai DO pada stasiun II merupakan nilai yang tertinggi (5,4 mg/L) diduga karena tingginya nilai DO dapat disebabkan oleh kurangnya hubungan antara senyawa organik, yang mengurangi kebutuhan oksigen untuk proses penguraian (Gupta *et al.*, 2017). Berdasarkan oleh Baku Mutu Air Sungai dalam PP Nomor 22 Tahun 2021, nilai DO pada semua stasiun memenuhi baku mutu kelas II dengan nilai minimum nilai DO 4 mg/L dan juga nilai DO pada semua stasiun memenuhi kehidupan makrozoobentos berkisar (4,4- 6,7 mg/L).

Hasil dari pengukuran TSS (*Total Suspended Solids*) berkisar antara (13,23- 28 mg/L). Berdasarkan uji BNJ (Tabel 4.4) menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada parameter TSS pada semua stasiun, hal ini dikarenakan konsistensi kualitas air TSS pada semua stasiun relatif stabil di berbagai titik atau waktu. Nilai TSS tertinggi yaitu pada stasiun III 28 mg/L sedangkan nilai TSS terendah (13,23 mg/L). TSS dari stasiun I hingga stasiun III memenuhi baku mutu air Kelas II dengan nilai ambang batas maksimum 50 mg/L, menurut PP Nomor 22 Tahun 2021. Menurut Mustofa, (2018) Jumlah padatan yang tersuspensi mengandung jumlah bahan organik yang signifikan, yang dapat berfungsi sebagai komponen

yang mendukung kehidupan makrozoobentos. Tetapi pada stasiun III nilai TSS tertinggi diantara stasiun yang lain dikarenakan tingginya aktivitas masyarakat di sekitar sungai menyebabkan pembuangan limbah organik, yang berpotensi mempengaruhi konsentrasi TSS (Sakinah *et al.*, 2021). Menurut Luvitasari, (2021) konsentrasi TSS juga dipengaruhi oleh limbah domestik dan industri, serta erosi tanah yang disebabkan oleh hujan. Selain itu, menurut Lusiana *et al.*, (2021), limbah pertanian juga merupakan faktor yang berkontribusi pada nilai TSS.

Nitrat (NO_3) adalah salah satu jenis senyawa nitrogen indikator kesuburan perairan karena tidak berbahaya bagi organisme akuatik (Kusumaningtyas, 2010). Menurut Effendi (2003), sumber nitrogen adalah nitrat yang diperlukan oleh tanaman untuk sintesis protein setelah mengalami konversi. Sumber nitrat utama dapat berasal dari amonium yang mencapai ke sungai, terutama dari limbah rumah tangga. Konsentrasi nitrat dalam sungai cenderung menurun seiring jaraknya dari titik pembuangan, karena aktivitas mikroorganisme air seperti bakteri nitrosomonas. Berdasarkan uji BNJ (Tabel 4.4) menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada parameter Nitrat pada semua stasiun, hal ini dikarenakan pada sumber pencemar nitrat stabil, serta proses alamiah dalam sungai konsisten. Hasil dari pengukuran kadar nitrat tertinggi di stasiun III sebesar (3,03 mg/L), sedangkan yang terendah terdapat pada stasiun I sebesar (2 mg/L). Diduga tingginya kadar nitrat pada stasiun III karna berasal dari limbah rumah tangga dan pertanian, yang mencakup kotoran manusia dan hewan. Menurut Putri *et al.*,(2019) aktivitas pertanian dan domestik di sekitar aliran sungai dapat meningkatkan tingkat nitrat di sungai. Stasiun I hingga stasiun III masih memenuhi baku mutu air Kelas II

dengan nilai ambang batas maksimum 10 mg/L, menurut PP Nomor 22 Tahun 2021.

Fosfat (PO_4) merupakan komponen dari parameter kimia yang dapat menjadi petunjuk adanya indikator pencemaran lingkungan perairan. Fosfat berasal dari limbah cair, serta pestisida dan insektisida yang berguna di area pertanian (Ma'rufatin & Dewanti, 2019). Menurut Ramadhani *et al.*, (2021), ketersediaan fosfat yang berlebihan di perairan dapat mengakibatkan pertumbuhan alga atau eutrofikasi. Eutrofikasi ini dapat mengurangi jumlah oksigen yang ada dalam air sehingga mengalami kematian pada organisme air tersebut. Berdasarkan uji BNJ (Tabel 4.4) menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada parameter Fosfat, hal ini diduga karena sumber pada fosfat stabil serta proses alami di sungai berjalan dengan konsisten.

Hasil nilai fosfat (PO_4) yang telah diperoleh berkisar (0,25- 0,42 mg/L). Nilai fosfat stasiun III memiliki nilai tertinggi (0,42 mg/L), sementara yang terendah terdapat pada stasiun I dengan nilai (0,25 mg/L). Tingginya kadar fosfat pada stasiun III dapat disebabkan karena mendapatkan akumulasi fosfat dari lahan pertanian atau sampah organik yang terbawa dari pembuangan limbah rumah tangga (Hamuna *et al.*, 2018). Fosfat yang tinggi juga berkorelasi dengan tingginya kadar TSS karena banyaknya pertumbuhan alga dan tumbuhan air. TSS yang tinggi juga akan berdampak terhadap meningkatnya proses dimana mikroorganisme menggunakan oksigen untuk memecah bahan organik. Oleh karena itulah, kadar DO pada stasiun III termasuk paling rendah dibandingkan pada stasiun yang lain. Oleh karena itu, secara tidak langsung, kadar fosfat pada perairan dapat mempengaruhi kehidupan biota perairan, terutama bentos. Hal ini

dibuktikan dengan hasil indeks keanekaragaman bentos pada stasiun III yang relatif rendah. Berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 stasiun I, II, dan III masih memenuhi baku mutu air kelas II dengan nilai ambang batas maksimum 0,2 mg/L.

pH dalam suatu perairan mencerminkan antara kandungan asam dan basa, serta mengidentifikasi tingkat ion hidrogen yang terlarut dalam larutan (Effendi, 2003). Nilai pH yang ideal untuk kehidupan organisme akuatik 5-9 (Maisaroh *et al.*, 2019). Berdasarkan uji BNJ (Tabel 4.4) menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada parameter Nitrat pada semua stasiun, hal ini dikarenakan sumber dari pH stabil. Hasil pengukuran nilai pH yang telah didapatkan berkisar (7,1- 7,75). Stasiun III memiliki nilai pH tertinggi (7,75), sedangkan stasiun I memiliki nilai pH terendah (7,1). Berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 tingkat pH yang ditemukan memenuhi standar baku mutu air sungai. pH pada semua stasiun memenuhi kehidupan organisme akuatik yang tidak lebih dari 9 dan tidak kurang dari 5. Nilai derajat keasaman suatu perairan tinggi, itu menandakan bahwa pH bersifat basa dan menunjukkan bahwa ketersediaan oksigen di stasiun tersebut cukup baik. Jika oksigen terlarut tetap tersedia di dalam perairan, maka akan mendukung proses nitrifikasi oleh mikroorganisme untuk mengubah amonium menjadi nitrit dan nitrat, sehingga kadar nitrat di stasiun III tergolong tinggi. Proses nitrifikasi akan terus berlangsung apabila terdapat ammonium yang menjadi bahan oksidasi dan didapatkan dari limbah atau dari produk penguraian bahan organik oleh mikroorganisme (Kusumaningtyas, 2010). Pada stasiun III, kadar TSS yang tinggi menandakan akumulasi bahan organik yang perlu untuk diuraikan sehingga menghasilkan amonia yang akan terus dioksidasi oleh bakteri nitrifikasi. TSS pada perairan juga berpengaruh menjadi sumber akumulasi fosfat,

sehingga pada stasiun III memiliki kandungan fosfat sangat tinggi. Oleh karena itu, adanya perubahan pH atau derajat keasaman pada suatu perairan juga akan menjadi pertanda dari berubahnya kualitas air karena masing- masing parameter saling memiliki keterkaitan satu sama lain.

Hasil dari pengukuran suhu bervariasi antara (27,1 °C- 29,7 °C). Berdasarkan uji BNJ (Tabel 4.4) menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada parameter Suhu pada semua stasiun, hal ini dikarenakan kondisi dalam lingkungan suhu stabil. Stasiun III mengalami tingkat suhu tertinggi (29,7 °C), sedangkan suhu terendah terdapat pada stasiun I dengan nilai (27,1 °C). Berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 nilai suhu air sungai masuk ke dalam Deviasi 3. Tingginya suhu pada stasiun tersebut karena adanya penetrasi cahaya matahari yang mempengaruhi proses penyerapan air sehingga meningkatkan suhu perairan dan menghasilkan energi panas (Effendi, 2003). Menurut Hasniar *et al.*, (2013) suhu normal yang baik bagi kehidupan organisme perairan sekitar (26-32 °C). Berdasarkan penghitungan data yang telah dilakukan sebelumnya, nilai indeks keanekaragaman bentos pada stasiun III adalah terendah yaitu 1,458.

Hasil nilai pengukuran kecepatan arus berkisar antara (2,30- 4,46 m/s). Berdasarkan uji BNJ (Tabel 4.4) menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada parameter kecepatan arus pada semua stasiun, hal ini dikarenakan debit air atau jumlah air yang mengalir di sungai relatif konstan. Stasiun I memiliki kecepatan arus tertinggi (4,46 m/s), dan stasiun II memiliki kecepatan arus terendah (2,30 m/s). Hasil dari pengukuran kecepatan arus menunjukkan bahwa kecepatan arus pada stasiun I dan stasiun III dikategorikan sebagai sungai dengan arus deras. Sungai dengan kecepatan arus cepat memiliki kecepatan arus berkisar 0,5 sampai

1 m/s (Ratih *et al.*, 2015). Diduga karena hujan turun pada saat pengambilan sampel, sehingga debit air meningkat, stasiun III memiliki kecepatan arus yang lebih tinggi dari stasiun II. Menurut Jiwaningrat & Dibyosaputro, (2017) sebelum data dikumpulkan, hujan dengan intensitas rendah turun, menyebabkan peningkatan debit air.

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

Hasil yang didapat pada kelimpahan makrozoobentos serta pengukuran parameter fisika-kimia air sungai, nilai korelasi antara keduanya pada tiga stasiun pengamatan. Korelasi antara kelimpahan dan parameter fisika-kimia disajikan pada tabel 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4.5. Nilai korelasi antara kelimpahan makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia air

Genus	Suhu	Kecepatan Arus	pH	DO	TSS	Nitrat	Fosfat
<i>Melanopsis</i>	0,03	-0,93	-0,98	0,85	-0,94	-0,38	-0,64
<i>Melanoides</i>	-0,04	-0,90	-0,97	0,88	-0,96	-0,45	-0,69
<i>Lymnaea</i>	-0,84	-0,16	-0,37	0,88	-0,77	-0,99	-0,98
<i>Potamonautes</i>	0,06	-0,94	-0,99	0,83	-0,92	-0,35	-0,61
<i>Hirudo</i>	-0,99	0,32	0,12	0,55	-0,37	-0,93	-0,78
<i>Hydropsyche</i>	-0,40	-0,68	-0,82	0,99	-0,99	-0,74	-0,90
<i>Chironomus</i>	0,82	0,20	0,40	-0,90	0,79	0,98	0,99
<i>Stenoxenus</i>	0,37	0,71	0,84	-0,99	0,99	0,72	0,89
<i>Potamopyrgus</i>	-0,11	-0,86	-0,95	0,92	-0,98	-0,51	-0,74
<i>Oncomelania</i>	0,00	-0,92	-0,98	0,86	-0,95	-0,41	-0,66

Hasil korelasi yang didapatkan menunjukkan bahwa suhu mempunyai nilai tertinggi dengan Genus *Hirudo* dengan nilai korelasi -0,99. Nilai tersebut merupakan korelasi antara suhu dan Genus *Hirudo* yaitu sangat kuat. Korelasi

negatif menunjukkan pada saat suhu semakin tinggi maka kelimpahan *Hirudo* semakin rendah. Genus *Hirudo* biasanya ditemukan di perairan tawar seperti danau, kolam, sungai, dan rawa di daerah subtropis, habitatnya berada pada bawah batu, tumbuh-tumbuhan atau puing-puing, dengan daerah sungai yang tenang (Oscoz *et al.*, 2011). Berdasarkan hal tersebut, hasil korelasi sesuai dengan karakteristik genus *Hirudo* suhu naik maka kelimpahan genus tersebut rendah.

Hasil korelasi yang didapatkan menunjukkan bahwa pH dan Kecepatan arus mempunyai nilai tertinggi dengan Genus *Potamonautes* dengan nilai korelasi -0,94 dan -0,99. Nilai tersebut merupakan korelasi antara pH dan Kecepatan arus pada Genus *Potamonautes* yaitu sangat kuat. Korelasi negatif menunjukkan pada saat pH dan Kecepatan arus semakin tinggi maka kelimpahan *Potamonautes* semakin rendah. Famili Potamonautidae genus *Potamonautes* salah satu perilaku yang umum terlihat pada famili ini adalah pembawa sampah daun ke dalam lubang-lubang pohon di air. Hal tersebut untuk mengurangi pembusukan daun, sehingga dapat menjaga keseimbangan pH air dengan meningkatkan kadar kalsium (Cumberlidge *et al.*, 2015). Berdasarkan hal tersebut, hasil korelasi sesuai dengan karakteristik genus *Potamonautes* pH dan Kecepatan arus naik maka kelimpahan genus tersebut rendah.

Hasil korelasi yang didapatkan menunjukkan bahwa TSS mempunyai nilai tertinggi dengan Genus *Stenoxenus* dengan nilai korelasi 0,99. Nilai tersebut merupakan korelasi antara TSS pada Genus *Stenoxenus* yaitu sangat kuat. Korelasi positif menunjukkan pada saat TSS semakin tinggi maka kelimpahan *Stenoxenus* semakin tinggi pula begitu pula sebaliknya. Famili Ceratopogonidae sering ditemukan pada tepian sungai yang tenang terkadang juga ditemukan

dengan derajat arus tertentu. Famili tersebut lebih menyukai pada substrat campuran pasir dan kerikil di daerah aliran rendah. Toleransi famili tersebut terhadap bahan organik dalam jumlah besar tidak menjadikan sebagai kandidat yang baik untuk dijadikan indikator kualitas air yang baik (Oscoz *et al.*, 2011). Berdasarkan hal tersebut, hasil korelasi sesuai dengan karakteristik genus *Stenoxenus* TSS naik maka kelimpahan genus tersebut tinggi.

Hasil korelasi yang didapatkan menunjukkan bahwa DO mempunyai nilai korelasi tertinggi pada genus *Hydropsyche*. Nilai korelasi 0,99 menunjukkan bahwa korelasi yang sangat kuat. Korelasi positif menunjukkan bahwa semakin tinggi DO maka semakin tinggi pula nilai kelimpahan dengan genus *Hydropsyche*. Menurut Garima, (2021) salah satu peran yang dimiliki oleh genus *Hydropsyche* adalah sebagai petunjuk pencemaran lingkungan sungai yang mengalir karena memiliki toleransi yang besar terhadap kondisi- kondisi yang berbeda. Famili Hydropsychidae kebanyakan ditemukan di bawah batu, diantara butiran pasir, dan di sungai-sungai memiliki aliran yang kuat, menunjukkan bahwa genus tersebut mampu bertahan dalam kondisi beragam kondisi (Gerber, 2002).

Hasil korelasi parameter nitrat mempunyai korelasi tertinggi pada Genus *Lymnaea* dengan nilai korelasi -0,99. Nilai tersebut merupakan korelasi antara nitrat dan fosfat dengan Genus *Lymnaea* yaitu sangat kuat. Korelasi negatif menunjukkan pada saat nitrat semakin tinggi maka kelimpahan *Lymnaea* semakin rendah. Famili Lymnaeidae sering ditemukan pada perairan tawar yang tergenang atau berarus lambat termasuk danau, kolam, sungai, rawa dan saluran air lainnya. Biasanya ditemukan pada permukaan kokoh, seperti batuan, puing-puing kayu dan tanaman air serta substrat yang lembut. Makanan utama Lymnaeidae adalah

tumbuhan air, alga dan detritus beberapa juga dapat memakan mikroorganisme seperti plankton (Choirudin *et al.*, 2014).

Hasil korelasi parameter Fosfat mempunyai korelasi tertinggi pada Genus *Chironomus*. Nilai korelasi Fosfat yaitu 0,99 yang artinya sangat kuat. Nilai tersebut menunjukkan nilai korelasi positif maka semakin tinggi fosfat semakin tinggi pula kelimpahan genus *Chironomus*. Famili *Chironomus* terdapat di semua perairan mulai dari air bersih, dingin hingga sangat tercemar, dengan daerah aliran sungai yang anoksik, seperti tahan terhadap polutan (Oscoz *et al.*, 2011). Berdasarkan karakteristik genus *Chironomus* bahwa fosfat naik maka kelimpahan *Chironomus* juga naik.

Hasil dari analisis kelimpahan, indeks keanekaragaman, hasil pengukuran parameter fisika-kimia air serta korelasi menunjukkan bahwa kualitas air dapat mengalami perubahan yang signifikan dan tidak menentu telah dijelaskan pada paragraf- paragraf sebelumnya, Salah satu penyebab perubahan ini adalah tindakan manusia di sekitar ekosistem perairan seperti banyaknya pemukiman, industri, pertanian dll, hal tersebut memicu penyebab perubahan kualitas air pada perairan. Namun tidak hanya itu, hal ini juga dapat merusak ekosistem serta mengganggu organisme yang ada didalamnya. Menurut Kementerian Agama RI, (2016), Allah SWT juga meminta manusia untuk menjaga alam semesta dan mengatakan bahwa merusak sebelum memperbaiki akan lebih buruk dari pada memperbaikinya yang mana Allah berfirman dalam QS; Al-A'raf (7) : 56 yang berbunyi:

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

الْمُحْسِنِينَ

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

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Spesimen makrozoobentos yang telah ditemukan dengan total 932 spesimen yang terdiri dari 10 genus yaitu: *Melanopsis*, *Melanoides*, *Lymnaea*, *Potamonautes*, *Hirudo*, *Hydropsyche*, *Chironomus*, *Stenoxenus*, *Potamopyrgus*, *Oncomelania*.
2. Hasil analisis komunitas berdasarkan kelimpahan untuk seluruh stasiun didapatkan dengan kisaran 100- 3588,88 individu/m². Kelimpahan dengan genus tertinggi diantara tiga stasiun yaitu genus *Potamopyrgus*. Sedangkan indeks keanekaragaman Shannon Wiener didapatkan tingkat keanekaragaman untuk seluruh stasiun sedang dengan kisaran 1,422-1,647.
3. Berdasarkan pengukuran parameter fisika kimia air pada parameter DO, TSS, Nitrat, Fosfat sesuai dengan baku mutu kelas II. Nilai pH pada semua stasiun memenuhi baku mutu air sungai. Suhu di semua stasiun masuk dalam deviasi 3 baku mutu air sungai. Kecepatan arus yang paling tinggi terdapat pada stasiun I dan III.
4. Hasil analisis korelasi parameter fisika-kimia meliputi suhu yang memiliki korelasi negatif dengan Genus *Hirudo*. Genus *Potamonautes* memiliki korelasi negatif dan sangat kuat pada pH. TSS memiliki nilai positif dan sangat kuat dengan genus *Stenoxenus*. Genus *Hydropsyche* memiliki nilai positif sangat kuat dengan DO. Genus *Lymnaea* memiliki nilai negatif dan

sangat kuat dengan Nitrat, Genus *Chironomus* memiliki nilai positif dengan fosfat.

5.2 Saran

Saran dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

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

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., Teknik, F., Islam, U., & Rahmat, R. (2018). Studi Keanekaragaman Dan Struktur Komunitas. *Jurnal Teknologi Terapan*. 1(2):93–97.
- Adam, M. A. (2015). Evaluasi pengoptimalan instalasi pengolahan air limbah terhadap pencemaran Sungai Wangi di Pasuruan. *Journal of Environmental Engineering and Sustainable Technology*, 2(1), 1-5.
- Adam, M. A., Khumaidi, A., Ramli, R., Risjani, Y., & Soegianto, A. (2022). Indeks Pencemaran Lingkungan Sungai Wangi, Desa Baujeng, Kecamatan Beji, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. *JURNAL ILMIAH SAINS*, 31-39.
- Andini, N. F. (2017). Pengukuran Debit Dan Sedimentasi Das Batang Lembang Bagian Tengah Kenagarian Selayo Kabupaten Solok. *J. Kepemim. dan Pengur. Sekol*, 2(2), 133-140.
- Apriliadi T, Muzammil W, Melani WR, Safitri A. (2020). Struktur komunitas makrozoobentos di aliran sungai di Senggarang, Pulau Bintan, Kepulauan Riau. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*. 9(1):119–130.
- Arfiati, D., Herawati, E. Y., Buwono, N. R., Firdaus, A., Winarno, M. S., & Puspitasari, A. W. (2019). Struktur komunitas makrozoobentos pada ekosistem lamun di Paciran, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*.3(1):1-7.
- Arief, A. M. (2003). *Hutan Mangrove Fungsi dan Manfaatnya*. Yogyakarta : Kanisius.
- Asra, R. (2009). Makrozoobentos Sebagai Indikator Biologi Dari Kualitas Air di Sungai Kumpeh dan Danau Arang-Arang Kabupaten Muaro Jambi, Jambi. *Biospecies*, 2(1).
- Athifah, A., Putri, M. N., Wahyudi, S. I., & Rohyani, I. S. (2019). Keanekaragaman Mollusca Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Kawasan TPA Kebon Kongok Lombok Barat. *Jurnal Biologi Tropis*.19(1). 54-60.
- Azizah R, Hernawati D, Chaidir D. M. (2023). Keanekaragaman Gastropoda Air Tawar dan Analisis Trematoda di Ekosistem Situ Kota Tasikmalaya.. Vol 8(1):19-29.
- Badan Lingkungan Hidup. (2015). Ditemukan ada 7 Pabrik Menyebabkan Pencemaran Sungai Wangi.
- Balai Besar Wilayah Sungai Brantas. (2023). Batas Sungai Wangi Kabupaten Pasuruan.
- Barber, James, H. M., Zrelli, S., Yanai *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati, Z., & Sartori, M. (2020). A reassessment of the genus Oligoneuriopsis Crass, 1947 (Ephemeroptera, Oligoneuriidae, Oligoneuriellini). ZooKeys*.15:985.
- Bouchard. R. W. (2004). *Guide to Aquatic Macroinvertebrates of the Upper Midwest*. Water Resources center, University of Minnesota.
- Candra, Y., Langoy, M., Koneri, R., & Singkoh, M. F. O. (2014). Kelimpahan Serangga Air di Sungai Toraut Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA*.3(2):74.
- Choirudin, I. R., Supardjo, M. N., & Muskananfolo, M. R. (2014). Studi hubungan kandungan bahan organik sedimen dengan kelimpahan makrozoobenthos di muara Sungai Wedung Kabupaten Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 3(3), 168-176.

- Collado, G. A. (2014). Out of New Zealand: molecular identification of the highly invasive freshwater mollusk *Potamopyrgus antipodarum* (Gray, 1843) in South America. *Zoological Studies*. 53(1):1-9
- Cumberlidge, N., Klaus, S., Meyer, K. S., & Koppin, J. C. (2015). New collections of freshwater crabs from northern Madagascar, with the description of a new species of Foza Reed & Cumberlidge, 2006 (Brachyura, Potamonautidae), and comments on their conservation status. *European Journal of Taxonomy*. 109: 1–15.
- Daniels, S., Busschau, T., & Cumberlidge, N. (2019). Two new species of freshwater crabs of the genus *Potamonautes* Mac Leay, 1838 (Decapoda: Brachyura: Potamonautidae) from the forests of KwaZulu- Natal, South Africa. *Journal of Crustacean Biology*. 39: 1-10.
- Daulay, A. T., Bakti, D., & Leidonald, R. (2015). Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Perairan Danau Siombak Kecamatan Medan Marelan Kota Medan. *Journal Aquacoastmarine*, 6(1), 1-10.
- Desinawati, D., Adi, W., & Utami, E. (2018). Struktur Komunitas Makrozoobentos di Sungai Pakil Kabupaten Bangka. *Akuatik: Jurnal Sumberdaya Perairan*, 12(2), 54-63.
- Djuwansah, M. R., Suriadarma, A., Suherman, D., Rusydi, A. F., & Nailly, W. (2009). Pencemaran Air Permukaan dan Air Tanah Dangkal di Hilir Kota Cianjur. *RISSET Geologi dan Pertambangan*, 19(2), 109-121.
- Dung, B. T., Doanh, P. N., The, D. T., Loan, H. T., Losson, B., & Caron, Y. (2013). Morphological and molecular characterization of lymnaeid snails and their potential role in transmission of *Fasciola* spp. in Vietnam. *The Korean Journal of Parasitology*, 51(6), 657.
- Duya, N., & Noveria, R. (2019). Jenis-Jenis Crustacea Di Cagar Alam Teluk Klowe Pulau Enggano Kabupaten Bengkulu Utara. *Konservasi Hayati*. 15(1):16– 22.
- Effendi, H. (2003). Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Kanisius.
- Fachrul. M. F. (2007). *Metode sampling Bioekologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Fadly, M. R., Rifardi, R., & Efriyeldi, E. (2018). Hubungan Substrat Dasar Dengan Kelimpahan Makrozoobentos Di Pantai Pelawan Pulau Karimun Besar Kabupaten Karimun Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 5(1), 1-18.
- Fikri, N., dan Anif, S. (2014). *Keanekaragaman dan Kelimpahan Makrozoobentos di Pantai Kartika Jaya Kecamatan Patebon Kabupaten Kendal* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Fikri, R. (2019). Struktur Komunitas Makrozoobentos di Danau Limboto, Provinsi Gorontalo. *Skripsi*, 1, (633414009).
- Garima, D., Kaur, S., & Pandher, M. S. (2021). New records of the genus *Hydropsyche* Pictet, 1834 (*Trichoptera: Hydropsychidae*) from Arunachal Pradesh, India. *Records of the Zoological Survey of India*. 120(4): 497-500.
- Gazali, A. (2015). *Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Ranu Pani-Ranu Regulo di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru*. Prosiding KPSDA, 1(1).

- Gerber, A. & M.J.M. Gabriel. (2002). *Aquatic Invertebrates of South African Rivers*. Institute of Water Quality Study. Pretoria.
- Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Diakses dari <https://www.gbif.org> pada maret 2024.
- Gultom, C. R., Muskananfolo, M. R., & Purnomo, P. W. (2018). Hubungan kelimpahan makrozoobentos dengan bahan organik dan tekstur sedimen dikawasan mangrove di Desa Bedono Kecamatan Sayung Kabupaten Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 7(2), 172-179.
- Gupta, N., Pandey, P., & Hussain, J. (2017). Effect of physicochemical and biological parameters on the quality of river water of Narmada, Madhya Pradesh, India. *Water Science*. 31(1):202-212.
- Hadiputra, Mardian Anugrah dan Alia Damayanti. (2013). Kajian Potensi Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Pencemaran Logam Berat Tembaga (Cu) Di Kawasan Ekosistem Mangrove Wonorejo Pantai Timur Surabaya. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XVIII*.
- Hadiroseyani, Y., Puspitasari, A., & Budiardi, T. (2015). Peningkatan rasio C/N dengan penambahan tepung tapioka pada substrat budidaya *Oligochaeta*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*.14(2):144.
- Hafsah, H. (2013). Karakteristik Habitat Dan Morfologi Siput *Oncomelania Hupensis Lindoensis* Sebagai Hewan Reservoir Dalam Penularan Schistosomiasis Pada Manusia Dan Ternak di Taman Nasional Lore Lindu (Habitat Characteristics and Morphology of *Oncomelania Hupensis*). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 20(2), 144-152.
- Hamid, N. (2013). *Keanekaragaman makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas air Sungai Brantas Malang* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Hamuna, Baigo., Tanjung, Rosye. H.R., Maury, Suwito Hendra K., Alianto. (2018). Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-imia di Perairan Distri Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1): 35-43.
- Hasniar, H., Litaay, M., & Priosambodo, D. (2013). Biodiversitas Gastropoda di Padang Lamun Perairan Mara Bombang Kabupaten Pinrang Sulawesi Selatan. *Torani (Jurnal Ilmu. Kelautan dan Perikanan)*, 23(3), 127- 136.
- Herawati, H., Patria, E., Hamdani, H., & Rizal, A. (2020). Macrozoobenthos diversity as a bioindicator for the pollution status of Citarik River, West Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.1: 535.
- Herlambang, A. (2006). Pencemaran air dan strategi penanggulangannya. *Jurnal Air Indonesia*, 2(1).
- Husamah., & Abdulkadir Rahardjanto. (2019). *Bioindikator*. UMM Press : Malang.
- Izzah, N. A., dan Roziaty, E. (2016). Keanekaragaman Makrozoobentos di Pesisir Pantai Desa Panggung Kecamatan Kedung Kabupaten Jepara. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 2(2), 140-148.
- James, S. W., Porco, D., Decaëns, T., Richard, B., Rougerie, R., and Erseus, C. (2010). DNA barcoding reveals cryptic diversity in *Lumbricus terrestris* L., 1758 (Clitellata): resurrection of *L. hercules* (Savigny, 1826). *PloS one*, 5(12), e15629.

- Jiwaningrat M., Y., & Dibiyosaputro, S. (2017). Interaksi antara Karakteristik Aliran dan Material Dasar pada Proses Penggerusan Sungai Comal Pemalang, Jawa Tengah. *Jurnal Bumi Indonesia*. 5(1):1-9.
- Kania MHP, Yuli HE, dan Umi Z. (2018). Erythrocyte micronucleus description of tilapia fish in Sungai Wangi waters, Indonesia. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 83(11).
- Kasry, A., N. Elfajri, dan R. Agustina. (2012). *Penuntun Praktikum Ekologi Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*. Pekanbaru. (tidak diterbitkan).
- Kementerian Agama RI, (2016). Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama RI. *Kerja dan Ketenagakerjaan (Tafsir Al-Qur'an an Tematik)*, (Jakarta: Aku Bisa, 2012).
- Kristanto. I. P. (2004). *Ekologi Industri*. Yogyakarta: Andi.
- Kumar, A., & Vyas, V. (2014). Diversity Of Macrozoobenthos In The Selected Reach Of River Narmada (Central Zone), India. *International Journal Of Research In Biological Sciences*.4(3):60-68.
- Kurniati, E., Anugroho, F., & Sulianto, A. A. (2020). Analisis pengaruh pH dan suhu pada desinfeksi air menggunakan microbubble dan karbondioksida bertekanan. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 10(2), 247-256.
- Kusumaningtyas, D. I., & Purnama, P. (2017). Analisa kadar fosfat (P-PO₄) di perairan Sungai Citarum dan anak sungainya dengan metode asam askorbat. *Buletin Teknik Litkayasa Sumber Daya dan Penangkapan*, 15(1), 23-29.
- Kusumaningtyas, Dyah Ika. (2010). Analisis Kadar Nitrat dan klasifikasi Tingkat Kesuburan di Perairan Waduk Ir. H. Djuanda, Jatiluhur, Purwakarta. BTL, 8(2): 49-54.
- Laksa, W. S. (2022). Keanekaragaman Makroinvertebrata Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Sungai Belumai Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara (Doctoral dissertation, UNIMED).
- Lee, S. C., Hwang, Y. B., Chang, H. N., & Chang, Y. K. (1991). Adaptive control of dissolved oxygen concentration in a bioreactor. *Biotechnology and bioengineering*, 37(7), 597-607.
- Lestari, D. F., Fatimatuzzahra, F., & Syukriah, S. (2021). Jenis-Jenis Gastropoda di Zona Intertidal Pantai Indrayanti Yogyakarta. *Journal of Science and Application Technology*.5(1):187.
- Liza, S. N., & Mollah, M. F. A. (2016). Identification of genera of tubificid worms in Bangladesh through morphological study. *Asian Journal of Medical and Biological Research*, 2(1), 27-32.
- Lusiana, L., Akbar, A. A., & Desmayani, H. (2021). Pengaruh Aktivitas Manusia terhadap Beban Pencemaran Sub DAS Sungai Rengas, Kalimantan Barat (The Influence of Human Activities on Pollution Load on The Rengas River Sub Water, West Kalimantan). *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*.9(2):090-100.
- Lusianingsih, N. (2011). *Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Bah Bolon Kabupaten Simalungun Sumatera Utara* (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).

- Luvitasari, A. (2021). Pengaruh Tata Guna Lahan di Sekitar Kali Karanggeneng. Rembang terhadap Kualitas dan Status Mutu Air Sungai dengan Metode STORET. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*.5(2):246-253.
- Ma'rufatin, Anies., Dewanti, Dian. (2019). Analisis Kadar Nitrit, Nitrat dan Fosfat Berdasarkan Variasi Jarak Pengukuran Sampel pada Pulau Apung dengan Rumput Vetiver. *JRL*, 12(1): 82-88.
- Marmita, R., Siahaan, R., Koneri, R., & Langoy, M. L. (2013). Makrozoobentos sebagai Indikator Biologis dalam Menentukan Kualitas Air Sungai Ranoyapo, Minahasa Selatan, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Sains*, 57-61.
- Marpaung, A. A. (2013). Keanekaragaman Makrozoobentos Di Ekosistem Mangrove Silvofishery Dan Mangrove Alami Kawasan Ekowisata Pantai Boe Kecamatan Galesong Kabupaten Takalar Makassar. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Maula, L. H. (2018). *Keanekaragaman makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas air Sungai Cokro Malang* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Meisaroh, Y., Restu, I. W., & Pebriani, D. A. A. (2019). Struktur komunitas makrozoobenthos sebagai indikator kualitas perairan di Pantai Serangan Provinsi Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 5(1), 36-43.
- Muhammad, I. R. U. (2019). *Studi keanekaragaman makrozoobentos di Sumber Taman dan Alirannya, Desa Karangsono, Kecamatan Pagelaran, Kabupaten Malang* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Mustofa A. 2018. pengaruh total padatan tersuspensi terhadap biodiversitas makrozoobentos di Pantai Teluk Awur Kabupaten Jepara. *Jurnal Disprotek*. 9(1):37-45.
- Neubauer, T. A., Mandic, O., Harzhauser, M., & Hrvatović, H. (2013). A new Miocene lacustrine mollusc fauna of the Dinaride Lake System and its paleobiogeographic, palaeoecological and taxonomic implications. *Palaeontology*.56(1):129-156.
- Nilawati, S., Dahelmi, & Nurdin, J. (2014). *Jenis-jenis Cacing Tanah (Oligochaeta) yang Terdapat di Kawasan Cagar Alam Lembah Anai Sumatera Barat*. *Biologi Universitas Andalas* 3(2):87-91.
- Norhadi, A., Marzuki, A., Wicaksono, L., dan Yacob, R. A. (2015). Studi debit aliran pada sungai antasan kelurahan sungai andai Banjarmasin Utara. *Poros Teknik*, 7(1).
- Nurjanah, I. (2019). Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Indikator Biologi Kualitas Air Sungai Pulo Kecamatan Kedamaian Bandar Lampung. *Skripsi*. Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Fatah. Lampung.
- Odum, E. P. (1971). *Fundamental of Ecology*. Third Edition, W.B. Saunders Company. Toronto Florida.
- Oktarina, A., & Syamsudin, T. S. (2017). Komunitas makrozoobentos di ekosistem lotik kawasan kampus Institut Teknologi Bandung, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat. In *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia* (Vol. 3, No. 2, pp. 175-182). MBI & UNS Solo.

- Oscoz, J., Galicia, D., & Miranda R. (2011). Identification Guide of Freshwater Macroinvertebrates of Spain. *Springer Science*. New York.
- Payung, W. R. (2017). Keanekaragaman Makrozoobentos (Epifauna) Pada Ekosistem Mangrove Di Sempadan Sungai Tallo Kota Makassar. *Skripsi*. Departemen Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Pelealu, G. V., Koneri, R., & Butarbutar, R. R. (2018). Kelimpahan Dan Keanekaragaman Makrozoobentos Di Sungai Air Terjun Tunan, Talawaan, Minahasa Utara, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Sains*, 18(2), 97-102.
- Permadi, L. C., Indrayanti, E., & Rochaddi, B. (2015). Studi Arus Pada Perairan Laut Di Sekitar Pltu Sumuradem Kabupaten Indramayu, Provinsi Jawa Barat. *Journal of Oceanography*, 4(2), 516-523.
- Pratama, R. (2022). Kualitas Air Kali Porong Akibat Lumpur Sidoarjo Ditinjau Dari Keanekaragaman Makrozoobentos (*Doctoral dissertation, UPN VETERAN JATIM*).
- Prihatin N, Melani WR, Muzammil, W. (2021). Struktur komunitas makrozoobentos dan kaitannya dengan kualitas Perairan Kampung Baru, Desa Sebong Lagoi, Kabupaten Bintan. *Jurnal Pengelolaan Perikanan Tropis*. 5(1):20–28.
- Putri, W. A. E., Purwiyanto, A. I. S., Agustriani, F., & Suteja, Y. (2019). Kondisi nitrat, nitrit, amonia, fosfat dan BOD di Muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11(1), 65-74.
- Ramadani, R., Samsunar, S., & Utami, M. (2021). Analisis Suhu, Derajat Keasaman (pH), Chemical Oxygen Demand (COD), dan Biological Oxygen Demand (BOD) dalam Air Limbah Domestik di Dinas Lingkungan Hidup Sukoharjo. *Indonesian Journal Of Chemical Research (Ijcr)*, 12-22
- Ratih, I., Prihanta, W., & Susetyarini, R. E. (2015). Inventarisasi Keanekaragaman Makrozoobentos di Daerah Aliran Sungai Brantas Kecamatan Ngoro Mojokerto sebagai Sumber Belajar Biologi SMA Kelas X. *Jurnal pendidikan biologi indonesia*. 1(2): 158-169.
- Ridwan, M., Fathoni, R., & Fatihah, I. (2016). Struktur Komunitas Makrozoobenthos Di Empat Muara Sungai Cagar Alam Pulau Dua, Serang, Banten. *Al-Kaunyah Jurnal Biologi*, 9(1):57–65.
- Rinawati, D. H., (2016), Penentuan Kandungan Zat Padat (Total Dissolve Solid Dan Total Suspended Solid) Di Perairan Teluk Lampung. *Analytical and Environmental Chemistry*, 1, 36-46.
- Rosdatina Y, Apriadi T, Melani WR. (2019). Makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas Perairan Pulau Penyengat, Kepulauan Riau. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan*. 3(2):309–317.
- Rufusova, A., Beracko, P., Bulánková, E., Derka, T., Kalaninová, D., Korter, T., & Stloukalová, V. (2017). *Benthic invertebrates and their habitats*. Comenius University in Bratislava. Bratislava.
- Sabiq, A., & Budisejati, P. N. (2017). Sistem Pemantauan Kadar pH, Suhu dan Warna pada Air Sungai Melalui Web Berbasis Wireless Sensor Network. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 5(3), 94-100.
- Safitri, A., Melani, W. R., & Muzammil, W. (2021). Komunitas makrozoobentos dan kaitannya dengan kualitas air aliran sungai Senggarang, Kota Tanjungpinang. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 8(2), 103-108.

- Sakinah, R., Keumala, S., & Ondara, K. (2021). Status Kualitas Perairan Utara Aceh Ditinjau Dari Konsentrasi TSS, BOD5, Dan DO. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Indonesia* Desember.1(3):135-144.
- Satino. (2010). *Diktat Kuliah Biologi Perairan*. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Septiani, E., Setyawati, T. R., dan Yanti, A. H. (2013). Kualitas Keanekaragaman Makrozoobentos. *Jurnal Protobiont*, 2(2).
- Shihab, M.Q.2002. *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan dan Keserasian al-Qur'an*, 14. Jakarta: Lentera Hati.
- Siahaan, R., Indrawan, A., Soedharma, D., & Prasetyo, L. B. (2011). Kualitas Air Sungai Cisadane , Jawa Barat - Banten (Water Quality of Cisadane River , West Java - Banten) Water Quality Of Cisadane River, West Java Banten. *Jurnal Ilmiah Sains*.11(9):2.
- Sianipar, Herna Febrianty. (2021). *Buku Ajar Avertebrata Air*. Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia : Tasikmalaya.
- Simamora. D. R. (2009). Studi Keanekaragaman Makrozoobentos di Aliran Sungai Padang Kota Tebing Tinggi. *Skripsi FMIPA USU*. Medan.
- Simanjuntak, S. L., Muskananfolo, M. R., & Taufani, W. T. (2018). Analisis tekstur sedimen dan bahan organik terhadap kelimpahan makrozoobentos di Muara Sungai Jajar, Demak. *Management of Aquatic Resources Journal*. 7(4):423-430.
- Sinaga, T. (2009). Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Perairan Danau Toba Balige Kabupaten Toba Samosir. *Tesis*. Program Studi Biologi Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Soemarwoto, O. (2003). *Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*. Gajah Mada University Press : Yogyakarta.
- Soleha, Eha., S.Y. Rahayu., Triastinurmiatiningsih. (2016). Kualitas Air dan Keanekaragaman Plankton di Danau Cikaret, Cibinong, Bogor. *Ekologi*, 16(2): 1-10.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suharjono, S. (2021). Pengukuran Faktor-Faktor Fisika Kimia Sebagai Dasar Pengelolaan di Perairan Sungai Lilin Kabupaten Musi Banyuasin. *UNBARA Environmental Engineering Journal (IEEJ)*.1(02):21-31.
- Suin, N.M. (2002). *Metoda Ekologi*. Penerbit Universitas Andalas : Padang.
- Supusepa, J. (2018). Inventarisasi jenis kekerangan yang dikonsumsi masyarakat di Kepulauan Riau. *Jurnal Dinamika Maritim*.2(1):45–53.
- Syarifuddin, S. F. (2022). *Struktur Komunitas Iktiofauna di Sungai Bialo, Kabupaten Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan= Community Structure Ichthyofauna in the Bialo River, Bulukumba District, South Sulawesi Province* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Tulandi, S.S. (2022). Analisis Kualitas Air Danau Sineleyan Tomohon Berdasarkan Kajian Struktur Keanekaragaman Makrozoobentos. *Majalah Info Sains*, 3(1), 27-37.
- Umanailo, S., Tahir, I., Akbar, N., Baksir, A., & Ismail, F. (2021). Distribusi Jenis Gastropoda di Aliran Sumber Air Panas Desa Payo dan Desa Bobo Kecamatan Jailolo Kabupaten Halmahera Barat. *Hemiscyllium*.1(2):73– 87.
- Winarni, I. (2016). Peran mikroba sebagai biomonitoring kualitas perairan tawar pada beberapa situ. Hak Cipta© dan Hak Penerbitan dilindungi Undang

Undang ada pada Universitas Terbuka-Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Jalan Cabe Raya, Pondok Cabe, Pamulang, Tangerang Selatan-15418 Banten-Indonesia Telp.:(021) 7490941 (hunting); Fax.:(021) 7490147, 143.

- Wulansari, D. F., & Kuntjoro, S. (2018). Keanekaragaman Gastropoda dan Peranannya sebagai Bioindikator Logam Berat Timbal (Pb) di Pantai Kenjeran, Kecamatan Bulak, Kota Surabaya. *LenteraBio*.7(3):241-247.
- Yulhadis, U, M, T., & Nursyirwani. (2018). Analisis Dampak Lingkungan Budidaya Ikan Dalam Keramba Di Waduk Sungai Paku Kecamatan Kampar Kiri Kabupaten Kampar. *Jurnal Ilmu Lingkungan*.12(1):27-37.

LAMPIRAN

Lampiran 1. PERHITUNGAN MENGGUNAKAN MICROSOFT EXCEL

Genus	Stasiun			Jumlah
	I	II	III	
<i>Melanopsis</i>	69	203	28	300
<i>Melanoides</i>	24	68	5	97
<i>Lymnaea</i>	10	8	1	19
<i>Potamonautes</i>	2	6	1	9
<i>Hirudo</i>	3	1	0	4
<i>Hydropsyche</i>	32	51	0	83
<i>Chironomus</i>	3	11	46	60
<i>Stenoxenus</i>	2	0	5	7
<i>Potamopyrgus</i>	89	224	10	323
<i>Oncomelania</i>	7	21	2	30
Jumlah	241	593	98	932

Genus	Kelimpahan (ind/m ²)			Kelimpahan (ind/m ²)
	ST I	ST II	ST III	
<i>Melanopsis</i>	766,667	2255,56	311,111	3333,333333
<i>Melanoides</i>	266,667	755,556	55,5556	1077,777778
<i>Lymnaea</i>	111,111	88,8889	11,1111	211,111111
<i>Potamonautes</i>	22,2222	66,6667	11,1111	100
<i>Hirudo</i>	33,3333	11,1111	0	44,44444444
<i>Hydropsyche</i>	355,556	566,667	0	922,2222222
<i>Chironomus</i>	33,3333	122,222	511,111	666,6666667
<i>Stenoxenus</i>	22,2222	0	55,5556	77,77777778
<i>Potamopyrgus</i>	988,889	2488,89	111,111	3588,888889
<i>Oncomelania</i>	77,7778	233,333	22,2222	333,3333333

Stasiun 1					
Genus	Jumlah (Ni)	Pi	ln pi	pi ln pi	H'
<i>Melanopsis</i>	69	0,286307054	-1,250690429	-0,358081492	1,647327
<i>Melanoides</i>	24	0,099585062	-2,306743103	-0,229717155	
<i>Lymnaea</i>	10	0,041493776	-3,18221184	-0,132041985	
<i>Potamonautes</i>	2	0,008298755	-4,791649753	-0,039764728	
<i>Hirudo</i>	3	0,012448133	-4,386184645	-0,054599809	
<i>Hydropsyche</i>	32	0,132780083	-2,019061031	-0,268091091	
<i>Chironomus</i>	3	0,012448133	-4,386184645	-0,054599809	
<i>Stenoxenus</i>	2	0,008298755	-4,791649753	-0,039764728	
<i>Potamopyrgus</i>	89	0,369294606	-0,996160564	-0,367876723	
<i>Oncomelania</i>	7	0,029045643	-3,538886784	-0,102789243	

STASIUN 2					
Genus	Jumlah (Ni)	Pi	ln pi	pi ln pi	H'
<i>Melanopsis</i>	203	0,34232715	-1,07198842	-0,366970741	1,501658
<i>Melanoides</i>	68	0,114671164	-2,165686694	-0,248341813	
<i>Lymnaea</i>	8	0,013490725	-4,305752857	-0,058087728	
<i>Potamonautes</i>	6	0,010118044	-4,59343493	-0,046476576	
<i>Hirudo</i>	1	0,001686341	-6,385194399	-0,010767613	
<i>Hydropsyche</i>	51	0,086003373	-2,453368766	-0,210997988	
<i>Chironomus</i>	11	0,018549747	-3,987299126	-0,07396339	
<i>Potamopyrgus</i>	224	0,377740304	-0,973548347	-0,367748448	
<i>Oncomelania</i>	21	0,035413153	-3,340671961	-0,118303729	

STASIUN 3					
Genus	Jumlah (Ni)	Pi	ln pi	pi ln pi	H'
<i>Melanopsis</i>	28	0,285714286	-1,252762968	-0,357932277	1,42246
<i>Melanoides</i>	5	0,051020408	-2,975529566	-0,151812733	
<i>Lymnaea</i>	1	0,010204082	-4,584967479	-0,046785382	
<i>Potamonautes</i>	1	0,010204082	-4,584967479	-0,046785382	
<i>Chironomus</i>	46	0,469387755	-0,756326082	-0,355010202	
<i>Stenoxenus</i>	5	0,051020408	-2,975529566	-0,151812733	
<i>Potamopyrgus</i>	10	0,102040816	-2,282382386	-0,232896162	
<i>Oncomelania</i>	2	0,020408163	-3,891820298	-0,079424904	

	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III
Taxa_S	10	9	8
Individuals	241	593	98
Dominance_D	0,2458	0,2811	0,3112
Simpson_1-D	0,7542	0,7189	0,6888
Shannon_H	1,647	1,501	1,422
Evenness_e^H/S	0,5291	0,5022	0,5373
Brillouin	1,576	1,471	1,309
Menhinick	0,6442	0,3696	0,8081
Margalef	1,641	1,253	1,527
Equitability_J	0,7235	0,6865	0,7012
Fisher_alpha	2,106	1,505	2,06
Berger-Parker	0,3693	0,3777	0,4694
Chao-1	10	9	8,495
iChao-1	10	9	9,98
ACE	10	9,553	9,779

Lampiran 2.
Perhitungan Faktor Fisika Kimia (DO, TSS, pH, Nitrat, Fosfat, Suhu, Kecepatan Arus) Dengan Menggunakan Uji BNJ.

DO

	Lokasi	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Tukey HSD ^a	Stasiun 3	3	4.4333	
	Stasiun 1	3		5.1333
	Stasiun 2	3		5.4000
	Sig.		1.000	.242

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

TSS

	Lokasi	N	Subset for alpha = 0.05
			1
Tukey HSD ^a	Stasiun 2	3	13.2333
	Stasiun 1	3	20.0000
	Stasiun 3	3	28.0000
	Sig.		.577

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Nitrat

	Lokasi	N	Subset for alpha = 0.05
			1
Tukey HSD ^a	Stasiun 1	3	2.0000
	Stasiun 2	3	2.3667
	Stasiun 3	3	3.0333
	Sig.		.793

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Fosfat

		N	Subset for alpha = 0.05
Lokasi			1
Tukey HSD ^a	Stasiun 1	3	.2533
	Stasiun 2	3	.2600
	Stasiun 3	3	.4200
	Sig.		.241

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

pH

		N	Subset for alpha = 0.05
Lokasi			1
Tukey HSD ^a	Stasiun 2	3	7.1567
	Stasiun 1	3	7.7000
	Stasiun 3	3	7.7567
	Sig.		.823

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Suhu

		N	Subset for alpha = 0.05
Lokasi			1
Tukey HSD ^a	Stasiun 1	3	27.1333
	Stasiun 2	3	29.0000
	Stasiun 3	3	29.7000
	Sig.		.190

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

KA

	Lokasi	N	Subset for alpha = 0.05
			1
Tukey HSD ^a	Stasiun 2	3	2.3067
	Stasiun 3	3	4.1300
	Stasiun 1	3	4.4633
	Sig.		.678

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DO	Between Groups	1.496	2	.748	23.207	.002
	Within Groups	.193	6	.032		
	Total	1.689	8			
TSS	Between Groups	327.842	2	163.921	.550	.603
	Within Groups	1788.127	6	298.021		
	Total	2115.969	8			
Nitrat	Between Groups	1.647	2	.823	.225	.805
	Within Groups	21.993	6	3.666		
	Total	23.640	8			
Fosfat	Between Groups	.053	2	.027	2.129	.200
	Within Groups	.075	6	.013		
	Total	.129	8			
pH	Between Groups	.658	2	.329	.223	.806
	Within Groups	8.849	6	1.475		
	Total	9.508	8			
Suhu	Between Groups	10.562	2	5.281	2.160	.196
	Within Groups	14.667	6	2.444		
	Total	25.229	8			
KA	Between Groups	8.087	2	4.043	.437	.665
	Within Groups	55.566	6	9.261		
	Total	63.653	8			

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
DO	1.169	2	6	.373
TSS	5.227	2	6	.048
Nitrat	1.419	2	6	.313
Fosfat	1.850	2	6	.237
pH	.978	2	6	.429
Suhu	.786	2	6	.498
KA	3.197	2	6	.113

Tests of Normality

Lokasi	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
DO	Stasiun 1	.253	3	.964	3	.637
	Stasiun 2	.175	3	1.000	3	1.000
	Stasiun 3	.219	3	.987	3	.780
TSS	Stasiun 1	.238	3	.976	3	.702
	Stasiun 2	.311	3	.898	3	.378
	Stasiun 3	.365	3	.797	3	.107
Nitrat	Stasiun 1	.238	3	.976	3	.702
	Stasiun 2	.292	3	.923	3	.463
	Stasiun 3	.338	3	.852	3	.247
Fosfat	Stasiun 1	.182	3	.999	3	.935
	Stasiun 2	.276	3	.942	3	.537
	Stasiun 3	.314	3	.893	3	.363
pH	Stasiun 1	.215	3	.989	3	.800
	Stasiun 2	.278	3	.941	3	.529
	Stasiun 3	.193	3	.997	3	.890
Suhu	Stasiun 1	.282	3	.936	3	.510
	Stasiun 2	.347	3	.834	3	.200
	Stasiun 3	.269	3	.949	3	.567
KA	Stasiun 1	.224	3	.984	3	.759
	Stasiun 2	.377	3	.769	3	.044
	Stasiun 3	.376	3	.772	3	.050

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 3. Perhitungan Uji T *Diversity* Keanekaragaman Makrozoobentos

Stasiun I dan II

Shannon index			
I		II	
<i>H'</i>	1,6473	<i>H'</i>	1,5017
Variance:	0,0034626	Variance:	0,0013173
<i>t</i> :	2,107		
df:	433,74		
<i>p</i>(same):	0,035694		
Simpson index			
D:	0,24891	D:	0,28231
Variance:	0,00025944	Variance:	0,00011238
<i>t</i> :	-1,7319		
df:	459,92		
<i>p</i>(same):	0,083957		

Stasiun I dan III


Shannon index			
I		III	
<i>H'</i>	1,6473	<i>H'</i>	1,4225
Variance:	0,0034626	Variance:	0,0092078
<i>t</i> :	1,9977		
df:	175,47		
<i>p</i>(same):	0,047294		
Simpson index			
D:	0,24891	D:	0,3182
Variance:	0,00025944	Variance:	0,0011294
<i>t</i> :	-1,8593		
df:	145,08		
<i>p</i>(same):	0,065014		

Stasiun II dan III

Shannon index			
II		III	
<i>H'</i>	1,5017	<i>H'</i>	1,4225
Variance:	0,0013173	Variance:	0,0092078
<i>t</i> :	0,77198		
df:	127,61		
<i>p</i>(same):	0,44156		
Simpson index			
D:	0,28231	D:	0,3182
Variance:	0,00011238	Variance:	0,0011294
<i>t</i> :	-1,0186		
df:	118,28		
<i>p</i>(same):	0,31048		

Lampiran 4. Hasil Uji Lab Air

ASLI



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS KELAUTAN DAN PERIKANAN
UPT LABORATORIUM KESEHATAN IKAN DAN LINGKUNGAN
Alamat Kantor : Ds. Sidepan, Kec. Winongan, Kab. Pasuruan 67182, Lab. Uji : Jl. Perikanan 746 Kalianyar-Bangli 67153
 Telp. Kantor : 0811361101, Telp. Lab. Uji : 08113031112
 Email Kantor : uptbat_umbulan@yahoo.co.id, Email Lab. Uji : uptlabkesling.pasuruan@gmail.com

PASURUAN

LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis


No : 013/LHU/UPT-LKIL/2024

Nama Pelanggan : Rohmatus Shaumiyah
Customer Name :
Pejabat yang dihubungi : -
Contact Person :
Alamat : Jl. Sunan Ampel I, No. 10, Lowokwaru, Dinoyo, Malang
Address :
No. Telepon : 082132553687
Phone Number :
Jenis Sampel : Air Sungai No.FPPS : 003/FPPS/UPT-LKIL/2024
Type of sample (s) :
Kondisi Sampel : Cair (Dingin)
Sample Condition :
No. Sampel : 010 (S. Wangi Stasiun 1), 011 (S. Wangi Stasiun 2), 012 (S. Wangi Stasiun 3)
Sample Number :
Tanggal Penerimaan : 02-01-2024 **Tanggal Pengujian** : 03-01-2024
Received Date : **Date of Analysis**

NO	PARAMETER Parameters	SATUAN Units	HASIL Test Result			SPESIFIKASI METODE Method Specification
			010	011	012	
1.	NO ₃	mg/L	2.2	1.7	2.0	IKM/7.2.28/UPT- LKIL (Colorimetrik)
2.	pH	-	7.78	7.45	9.40	IKM/7.2.20/UPT- LKIL (Elektrometrik)
3.	PO ₄	mg/L	0.34	0.34	0.60	IKM/7.2.29/UPT- LKIL (Colorimetrik)
4.	TSS	mg/L	10	10.7	11	IKM/7.2.24/UPT- LKIL (Colorimetrik)

Catatan : 1. Hasil uji ini hanya berlaku untuk sampel yang diterima.
Note : These analytical results are only valid for the accept sample
 2. Laporan Hasil Uji ini terdiri dari 1 (satu) lembar asli (stempel **ASLI**)
 This Report of Analysis only 1 (one) page original (**ORIGINAL** sign)
 3. Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan, kecuali secara tertulis oleh Pengadministrasi Pengujian atas seizin Kepala UPT- LKIL Pasuruan (stempel **COPY**).
 The Report of Analysis shall not be reproduced (copied) except the completed one by Test Administrator with written permission Head Of UPT- LKIL Pasuruan (**COPY** sign)

Pasuruan, 03 Januari 2024
 An. Kepala UPT- LKIL Pasuruan
 Kepala Seksi Pengujian Kesehatan Ikan dan Lingkungan
 Head Of Fish Health and Environmental Test



OTIEK WIDOWATI, S.KM

DP/7.8.3/UPT-LKIL; Rev 1; 01 Desember 2021



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

Nomor : 24696 S/LL MLG/I/2024

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Stasiun 1
Sampling Location
 Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
 Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
 Tanggal Analisa : 03 - 17 Januari 2024
Testing Date(s)

Halaman 2 dari 2
 Page 2 of 2

HASIL ANALISA
Result of Analysis



No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Ketegasan
1	BOD	mg/l.	5.21	-	SM APIHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
2	Oksigen terlarut	mg O ₂ /l.	5.3	-	SM APIHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

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

: -



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

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



LABORATORIUM LINGKUNGAN

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

Nomor : 24695 S/LL MLG/I/2024

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Stasiun 2
Sampling Location
 Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
 Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
 Tanggal Analisa : 03 - 17 Januari 2024
Testing Date(s)

Halaman 2 dari 2
 Page 2 of 2

HASIL ANALISA *Result of Analysis*



No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	5.15	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B.2017	
2	Oksigen terlarut	mg O ₂ /L	5.4	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

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

:-



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari

Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

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

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

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

Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

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

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



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

Nomor : 24694 S/LL MLG/I/2024

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Stasiun 3
Sampling Location
 Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
 Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1
Place of Analysis
 Tanggal Analisa : 03 - 17 Januari 2024
Testing Date(s)

Halaman 2 dari 2
 Page 2 of 2



HASIL ANALISA
Result of Analysis

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	BOD	mg/L	5.43	-	SM APHA 23 rd Ed., 5210 B, 2017	
2	Oksigen terlarut	mg O ₂ /L	4.7	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

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

-



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



ASLI

**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS KELAUTAN DAN PERIKANAN
UPT LABORATORIUM KESEHATAN IKAN DAN LINGKUNGAN**

Alamat Kantor : Ds. Sidepan, Kec. Winongan, Kab. Pasuruan 67182, Lab. Uji : Jl. Perikanan 746 Kalianyar-Bangil 67153
Telp. Kantor : 0811361101, Telp. Lab. Uji : 08113031112
Email Kantor : uptbat_umbulan@yahoo.co.id, Email Lab. Uji : uptlabkesling.pasuruan@gmail.com

PASURUAN

LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis

No : 130/LHU/UPT-LKIL//2024

Nama Pelanggan : Rohmatus Shaumiyah
Customer Name
Pejabat yang dihubungi : -
Contact Person
Alamat : Jl. Sunan Ampel I, No. 10, Lowokwaru, Dinoyo, Malang
Address
No. Telepon : 082132553687
Phone Number
Jenis Sampel : Air Sungai
Type of sample (s) No.FPPS : 033/FPPS/UPT-LKIL//2024
Kondisi Sampel : Cair (Dingin)
Sample Condition
No. Sampel : 167 (S. Wangi Stasiun 1), 168 (S. Wangi Stasiun 2), 169 (S. Wangi Stasiun 3)
Sample Number
Tanggal Penerimaan : 17-01-2024
Received Date **Tanggal Pengujian** : 17 s/d 23-01-2024
Date of Analysis

NO	PARAMETER <i>Parameters</i>	SATUAN <i>Units</i>	HASIL <i>Test Result</i>			SPESIFIKASI METODE <i>Method Specification</i>
			167	168	169	
1.	NO ₃	mg/L	3.0	4.7	5.7	IKM/7.2.28/UPT- LKIL (Colorimetrik)
2.	pH	-	7	6	6	IKM/7.2.20/UPT- LKIL (Elektrometrik)
3.	PO ₄	mg/L	0.25	0.24	0.36	IKM/7.2.29/UPT- LKIL (Colorimetrik)
4.	TSS	mg/L	32	21	59	IKM/7.2.24/UPT- LKIL (Colorimetrik)
5.	BOD	mg/L	25	0	25	IKM/7.2.33/UPT-LKIL (Respirometri)

Catatan : 1. Hasil uji ini hanya berlaku untuk sampel yang diterima.
Note : These analytical results are only valid for the accept sample.
2. Laporan Hasil Uji ini terdiri dari 1 (satu) lembar asli (stempel ASLI).
This Report of Analysis only 1 (one) page original (ORIGINAL sign).
3. Laporan Hasil Uji ini tidak boleh diandakan, kecuali secara lengkap oleh Pengadministrasi Pengujian atas seizin Kepala UPT- LKIL Pasuruan (stempel COPY).
The Report of Analysis shall not be reproduced (copied) except the completed one by Test Administrator with written permission Head Of UPT- LKIL Pasuruan (COPY sign).

Pasuruan, 23 Januari 2024

An. Kepala UPT- LKIL Pasuruan
Kepala Seksi Pengujian Kesehatan Ikan dan Lingkungan
Head Of Fish Health and Environmental Test





LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
 Desa Lengkong Kec. Mojoaryar - Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331866
 Jl. Proyek Bengawan Solo, Banaran, Pabelan, Kec. Kartasura, Kab. Sukoharjo Telp. (0271) 7499176
 E-mail : lablingkunganpjt1@gmail.com

Nomor : 24941 S/LL.MLG/1/2024

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Stasiun 1
Sampling Location
 Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
 Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1 Malang
Place of Analysis
 Tanggal Analisa : 18 Januari - 01 Februari 2024
Testing Date(s)

Halaman 2 dari 2
 Page 2 of 2

HASIL ANALISA *Result of Analysis*



No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	Okasgen terlarut	mg O2/l	5.1	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O-G-2017	

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



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



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

Nomor : 24940 S/LL MLG/1/2024

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Stasiun 2
Sampling Location
 Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
 Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1 Malang
Place of Analysis
 Tanggal Analisa : 18 Januari - 01 Februari 2024
Testing Date(s)

Halaman 2 dari 2
 Page 2 of 2

HASIL ANALISA
Result of Analysis



No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	Oksigen terlarut	mg O2/L	5.5	-	SM APIHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

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

:-



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



LABORATORIUM LINGKUNGAN

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

Nomor : 24942 S/LL MLG/I/2024

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Stasiun 3
Sampling Location
 Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sample Method
 Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1 Malang
Place of Analysis
 Tanggal Analisa : 18 Januari - 01 Februari 2024
Testing Date(s)

Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

HASIL ANALISA

Result of Analysis



No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	Oksigen terlarut	mg O2/L	4.2	-	SM APHA 23 rd Ed., 4500-O G-2017	

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

:-



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



ASLI

**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS KELAUTAN DAN PERIKANAN
UPT LABORATORIUM KESEHATAN IKAN DAN LINGKUNGAN**

Alamat Kantor : Ds. Sideman, Kec. Winongan, Kab. Pasuruan 67182, Lab. Uji : Jl. Perikanan 746 Kalianyar-Bangil 67153
Telp. Kantor : 0811361101, Telp. Lab. Uji : 08113031112
Email Kantor : uptbat_umbulan@yahoo.co.id, Email Lab. Uji : uptlabkesling.pasuruan@gmail.com
PASURUAN

LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis

No : 174/LHU/UPT-LKIL/2024

Nama Pelanggan : Rohmatus Shaumiyah
Customer Name
Pejabat yang dihubungi : -
Contact Person
Alamat : Jl. Sunan Ampel I, No. 10, Lowokwaru, Dinoyo, Malang
Address
No. Telepon : 082132553687
Phone Number
Jenis Sampel : Air Sungai No.FPPS : 044/FPPS/UPT-LKIL/2024
Type of sample (s)
Kondisi Sampel : Cair (Dingin)
Sample Condition
No. Sampel : 210 (S. Wangi Stasiun 1), 211 (S. Wangi Stasiun 2), 212 (S. Wangi Stasiun 3)
Sample Number
Tanggal Penerimaan : 30-01-2024 **Tanggal Pengujian** : 30-01 s/d 05-02-2024
Received Date **Date of Analysis**

NO	PARAMETER Parameters	SATUAN Units	HASIL Test Result			SPESIFIKASI METODE Method Specification
			210	211	212	
1.	NO ₃	mg/L	0.8	0.7	1.4	IKM/7.2.28/UPT- LKIL (Colorimetrik)
2.	pH	-	8.32	8.02	7.87	IKM/7.2.20/UPT- LKIL (Elektrometrik)
3.	PO ₄	mg/L	0.17	0.20	0.30	IKM/7.2.29/UPT- LKIL (Colorimetrik)
4.	TSS	mg/L	18	8	14	IKM/7.2.24/UPT- LKIL (Colorimetrik)
5.	BOD	mg/L	0	0	0	IKM/7.2.33/UPT-LKIL (Respirometri)

Catatan : 1. Hasil uji ini hanya berlaku untuk sampel yang diterima.
Note : These analytical results are only valid for the accept sample.
2. Laporan Hasil Uji ini terdiri dari 1 (satu) lembar asli (1 stempel **ASLI**).
This Report of Analysis only 1 (one) page original (**ORIGINAL** sign).
3. Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan, kecuali secara lengkap oleh Pengadministrasi Pengujian atas seizin Kepala UPT- LKIL Pasuruan (stempel **COPY**).
The Report of Analysis shall not be reproduced (copied) except the completed one by Test Administrator with written permission Head Of UPT- LKIL Pasuruan (**COPY** sign).

Pasuruan, 05 Februari 2024

An. Kepala UPT- LKIL Pasuruan
Kepala Seksi Pengujian Kesehatan Ikan dan Lingkungan
/ Head Of Fish Health and Environmental Test 'K

OTIEK WIDOWATI, S.KM

Lampiran 5.
Dokumentasi Alat dan Bahan

Alat dan Bahan	Keterangan
	<i>Thermometer</i>
	Botol Sampel Air 1 Liter
	Nampan
	Botol Sampel Bentos

	<p>Tali rafiah, Strofoam, Sikat gigi</p>
	<p>Formalin 4% dan Alkohol 70%</p>
	<p>Surber net 30 x 30 cm</p>

Lampiran 6.
Dokumentasi Pengambilan Sampel





KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

Form Checklist Plagiasi

Nama : Rohmatus Shoumiyah
NIM : 200602110040
Judul : Kelimpahan Dan Keanekaragaman Makrozoobentos Di Perairan Hulu Sungai Wangi Kabupaten Pasuruan

No	Tim Check plagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc		
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si	23%	
4	Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc		
5	Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD.Med.Sc		

Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi

Erika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002





JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 20060210040
Nama : ROHMATUS SHOUMIYAH
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Jurusan : BIOLOGI
Dosen Pembimbing 1 : BAYU AGUNG PRAHARDIKA, M. Si
Dosen Pembimbing 2 : BERRY FAKHRY HANIFA, S. Si., M. Sc
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : ANALISIS KUALITAS AIR DI SUNGAI PORONG YANG TERDAMPAK LIMBAH LUMPUR LAPINDO DI DESA JABON KABUPATEN SIDOARJO.

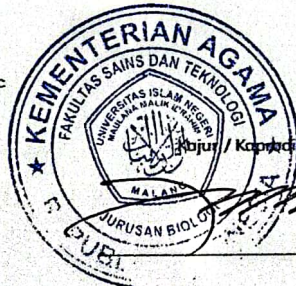
IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	20 Oktober 2023	BAYU AGUNG PRAHARDIKA, M. Si	Konsultasi Bab 1	Genap 2022/2023	Sudah Dikoreksi
2	01 November 2023	BAYU AGUNG PRAHARDIKA, M. Si	Revisi bab 1 dan konsultasi bab 2	Genap 2022/2023	Sudah Dikoreksi
3	08 November 2023	BERRY FAKHRY HANIFA, S. Si., M. Sc	Konsultasi Integrasi bab 1 dan 2	Genap 2022/2023	Sudah Dikoreksi
4	13 November 2023	BERRY FAKHRY HANIFA, S. Si., M. Sc	Konsultasi Revisi Bab 2	Genap 2022/2023	Sudah Dikoreksi
5	14 November 2023	BAYU AGUNG PRAHARDIKA, M. Si	Konsultasi Bab 1-3 (Revisi) dan ACC	Genap 2022/2023	Sudah Dikoreksi
6	21 Maret 2024	BAYU AGUNG PRAHARDIKA, M. Si	Konsultasi bab 4-5	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
7	02 April 2024	BERRY FAKHRY HANIFA, S. Si., M. Sc	Konsultasi Integrasi Bab 4	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
8	19 April 2024	BERRY FAKHRY HANIFA, S. Si., M. Sc	Konsultasi revisi bab 4	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
9	24 April 2024	BERRY FAKHRY HANIFA, S. Si., M. Sc	Integrasi BAB 4 ACC	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
10	07 Mei 2024	BAYU AGUNG PRAHARDIKA, M. Si	Konsultasi Revisi BAB 1-5	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
11	16 Mei 2024	BAYU AGUNG PRAHARDIKA, M. Si	Konsultasi Revisi BAB 1-5	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
12	27 Mei 2024	BAYU AGUNG PRAHARDIKA, M. Si	Konsultasi revisi bab 1-5	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2

BERRY FAKHRY HANIFA, S. Si., M. Sc



Malang,

Dosen Pembimbing 1

BAYU AGUNG PRAHARDIKA, M. Si