

**STUDI KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI SUMBER
TAMAN DAN ALIRANNYA, DESA KARANGSUKO, KECAMATAN
PAGELARAN, KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

Oleh:

**IRTAQO RIZQU ULINNUHA MUHAMMAD
NIM. 14620046**



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

**STUDI KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI SUMBER
TAMAN DAN ALIRANNYA, DESA KARANGSUKO, KECAMATAN
PAGELARAN, KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

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

Oleh:

**IRTAQO RIZQU ULINNUHA MUHAMMAD
NIM. 14620046**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

**STUDI KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI SUMBER
TAMAN DAN ALIRANNYA, DESA KARANGSUKO, KECAMATAN
PAGELARAN, KABUPATEN MALANG**

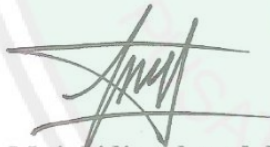
SKRIPSI

Oleh:

**IRTAQO RIZQU ULINNUHA MUHAMMAD
NIM. 14620046**

**telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
tanggal: 27 Mei 2019**

Dosen pembimbing I,



Mujahidin Ahmad, M.Sc.
NIPT. 19860512201608011060

Dosen pembimbing II,



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

Mengetahui,

Ketua Jurusan Biologi



Romaidi, M. Si. D. Sc
NIP. 19810201 200901 1 019

**STUDI KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI SUMBER
TAMAN DAN ALIRANNYA, DESA KARANGSUKO, KECAMATAN
PAGELARAN, KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

Oleh:
IRTAQO RIZQU ULINNUHA MUHAMMAD
NIM. 14620046

telah Dipertahankan
di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai
salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S. Si)
Tanggal: 27 Mei 2019

Penguji Utama : Romaidi, M.Si., D.Sc.
NIP. 19810201 200901 1 019
Ketua Penguji : Berry Fakhry Hanifa, M.Sc.
NIPT. 19871217201608011066
Sekretaris Penguji : Mujahidin Ahmad, M.Sc.
NIPT. 19860512201608011060
Anggota Penguji : Dr. Ahmad Barizi, M.A.
NIP. 19731212 199803 1 008

(Romaidi)
(Berry Fakhry Hanifa)
(Mujahidin Ahmad)
(Dr. Ahmad Barizi)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi



Romaidi, M. Si. D. Sc
NIP. 19810201 200901 1 019

HALAMAN PERSEMBAHAN

Assalamualaikum, Wr. Wb

Segala puji dan syukur saya ucapkan kepada Allah SWT, Tuhan Semesta Alam yang atas ridho dan karunia-Nya telah memberikan kesempatan yang sangat mulia kepada hamba-hamba-Nya untuk terus berfikir, berdzikir, dan beramal saleh yang merupakan kenikmatan luar biasa dari-Nya. Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umatnya dari zaman jahiliyah menuju peradaban tertinggi yang salah satunya adalah peradaban penuh dengan ilmu pengetahuan.

Karya ini dipersembahkan penulis sebagai rasa terimakasih yang mungkin tidak bisa dibalas secara moral maupun material. Kepada orang tua penulis yaitu Bapak Mujamil Qomar dan Ibu Yuli Isminingtyas yang senantiasa mendoakan dan selalu memberikan dukungan kepada penulis. Kepada rekan-rekan jurusan Biologi 2014 yang selalu mengingatkan dan memberikan support khususnya Dyta Kurniawatiningrum, Ahmad Affan Ali Al-Murtadlo, Rasyadan Taufiq Probojati, Roddy Subangkit, Ahmad Ilmi Firdaus, Fajar Ajie Ferdiansyah dan rekan-rekan lain yang tidak bisa penulis sebutkan satu-satu di sini. Penulis hanya bisa ucapkan terimakasih telah bersedia mendukung hingga tugas ini dapat diselesaikan dengan baik.

Wassalamualaikum, Wr. Wb

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Irtaqo Rizqu Ulinnuha Muhammad
 NIM : 14620046
 Jurusan : Biologi
 Fakultas : Sains dan Teknologi
 Judul Skripsi : Studi Keanekaragaman Makrozoobentos di Sumber
 Taman dan Alirannya, Desa Karangsono, Kecamatan
 Pagelaran, Kabupaten Malang

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

Malang, 20 Juli 2019

Yang membuat pernyataan,



Irtaqo Rizqu Ulinnuha Muhammad
 NIM. 14620046

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

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



**STUDI KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI SUMBER
TAMAN DAN ALIRANNYA, DESA KARANGSUKO, KECAMATAN
PAGELARAN, KABUPATEN MALANG**

ABSTRAK

Irtaqo Rizqu Ulinnuha Muhammad, Mujahidin Ahmad, Ahmad Barizi

Makrozoobentos adalah organisme yang hidup di dasar perairan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan famili makrozoobentos yang ditemukan di Sumber Taman dan Alirannya, indeks keanekaragaman dan dominansinya, serta kualitas air Sumber Taman ditinjau dari sifat kimia air. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2019 di musim peralihan antara kemarau-penghujan dengan menggunakan purposive random sampling di 3 stasiun yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 12 famili yang berasal dari 2 filum. Indeks keanekaragaman masing-masing adalah 1.58 (Stasiun I), 1.43 (Stasiun II), dan 1.85 (Stasiun III). Indeks dominansi makrozoobentos berturut-turut 0.25757 (Stasiun I), 0.25363 (Stasiun II), dan 0.2066 (Stasiun III). Kualitas air Sumber Taman dan Alirannya termasuk kelas I ditinjau dari pH, DO, dan TSS serta termasuk kualitas air kelas III ditinjau dari BOD dan COD.

Kata kunci: *Makrozoobentos, Keanekaragaman, Dominansi, kualitas air, Sumber Taman*

**STUDY OF MACROZOOBENTHOS DIVERSITY IN SUMBER TAMAN
AND IT'S STREAM, KARANGSUKO, SUB-DISTRICT PAGELARAN,
DISTRICT MALANG**

ABSTRACT

Irtaqo Rizqu Ulinnuha Muhammad., Mujahidin Ahmad, Ahmad Barizi

Macrozoobenthos is living organism in or on the bottom of water. The purpose of this study is 1.) to determine macrozoobenthos famili in Sumber Taman and it's Streams, 2.) determining it's Diversity and Dominance Index, and 3). Determining Sumber Taman water quality reviewed by it's physical and chemical characteristic. This study was held in January 2019 between dry and wet season by using purposive random sampling method in 3 different station. The result showed 12 families of Macrozoobenthos from 2 phylums discovered. The diversity indexes are 1.58 in Station I, 1.43 in Station II, and 1.85 in Station III. The dominance indexes are 0.25757 in Station I, 0.25363 in Station II, and 0.2066 in Station III. Water quality of Sumber Taman and it's Streams is categorized as Quality I if it is reviewed from pH, DO and TSS; and categorized as Quality III if it is reviewed from BOD and COD.

Keywords: Macrozoobenthos, Diversity, Dominance, Water Quality, Sumber Taman

دراسة تنوع Macrozoobenthos في Sumber Taman وتياره ، Pagelaran ،Karangsuko دون مقاطعة ، مقاطعة مالانج

ملخص البحث

إرتق رزق أولى النهى محمد, مجاهدين أحمد, أحمد باريزي

Macrozoobenthos هو كائن حي في أو في قاع الماء. الغرض من هذه الدراسة هو
1. لتحديد عائلة Macrozoobenthos في Sumber Taman ودفقها ، 2 (تحديد
مؤشر التنوع والهيمنة ، و 3). تحديد نوعية مياه Sumber Taman التي تمت مراجعتها من
خلال الخصائص الفيزيائية والكيميائية. عقدت هذه الدراسة في يناير 2019 بين موسم الجفاف
والرطب باستخدام طريقة أخذ العينات العشوائية الهادفة في 2 محطات مختلفة. وأظهرت النتيجة
12 أسرة من Macrozoobenthos من 3 أغنيات اكتشفت. مؤشرات التنوع هي 1.58 في
المحطة I و 1.43 في المحطة II و 1.85 في المحطة III. مؤشرات الهيمنة هي 0.25757 في
المحطة I و 0.25363 في المحطة II و 0.2066 في المحطة III. يتم تصنيف جودة مياه
Sumber Taman وتياراتها على أنها النوع الأول إذا تمت مراجعتها من الرقم الهيدروجيني ،
DO و TSS ؛ وتصنف على أنها الجودة الثالثة إذا تمت مراجعتها من BOD و COD

الكلمات الرئيسية: Macrozoobenthos ، التنوع ، الهيمنة ، جودة المياه ، Sumber
Taman

MOTTO

*“Dan Kami telah menciptakan manusia dalam sebaik-baik bentuk.”
Q.S. At-A‘ün: 4*



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah yang telah dilimpahkan-Nya sehingga skripsi dengan judul “Uji Akumulasi Logam Timbal (Pb) Menggunakan *Chlorella* sp.” ini dapat diselesaikan dengan baik. Sholawat serta salam semoga tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah mengantarkan manusia ke jalan kebenaran.

Penulis ucapkan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Studi Keanekaragaman Makrozoobentos di Sumber Taman dan Alirannya, Desa Karangsono, Kecamatan Pagelaran, Kabupaten Malang, Jawa Timur”. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing umatnya dari zaman jahiliyah menuju zaman penuh ilmu pengetahuan.

Penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas dari bimbingan, bantuan, dan dukungak dari berbagai pihak, sehingga dengan hormat penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Abdul Haris, M. Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M. Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Romaidi, M. Si, D. Sc selaku Ketua Jurusan Biologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Dwi Suheriyanto, M.P. selaku Dosen Wali yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan perkuliahan dan skripsi ini.

5. Mujahidin Ahmad, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I yang selalu memberikan ilmu, bimbingan, dukungan, dan motivasi kepada penulis hingga skripsi ini bisa diselesaikan
6. Dr. Ahmad Barizi, M.A selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan dan ilmu pengetahuan tentang integrasi Islam dan Sains dalam bidang yang penulis tekuni sehingga selain penulisan skripsi bisa selesai, penulis juga semakin paham pentingnya disiplin ilmu yang ditekuni penulis dan kiprahnya terhadap agama.
7. Romaidi, M.Si., D.Sc., dan Berry Fakhry Hanifa, M.Sc. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun demi lebih baiknya penulisan skripsi ini.
8. Segenap Bapak dan Ibu Dosen, Laboran, serta Staff Jurusan Biologi yang telah memberikan sumbangsihbesarnya baik ilmu serta dukungannya.

Semoga kebaikan-kebaikan yang telah diberikan selama ini dibalas oleh Allah SWT dan hasil penulisan skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada para pembaca, masyarakat umum, dan khususnya bagi penulis secara pribadi.

Malang, 20 Juni 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	Error! Bookmark not defined.
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
ملخص البحث	x
MOTTO	xi
KATA PENGANTAR.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	6
2.1 Perairan	6
2.2 Bioindikator	9
2.3 Makrozoobentos	10
2.3.1 Faktor-faktor yang mendukung kehidupan Makrozoobentos	11
2.3.2 Klasifikasi Makrozoobentos	19
2.3.3 Peranan Makrozoobentos	20
2.3.4 Makrozoobentos sebagai bioindikator	21
2.4 Sumber Taman	24
2.5 Integrasi	25
BAB III.....	29
METODE PENELITIAN	29

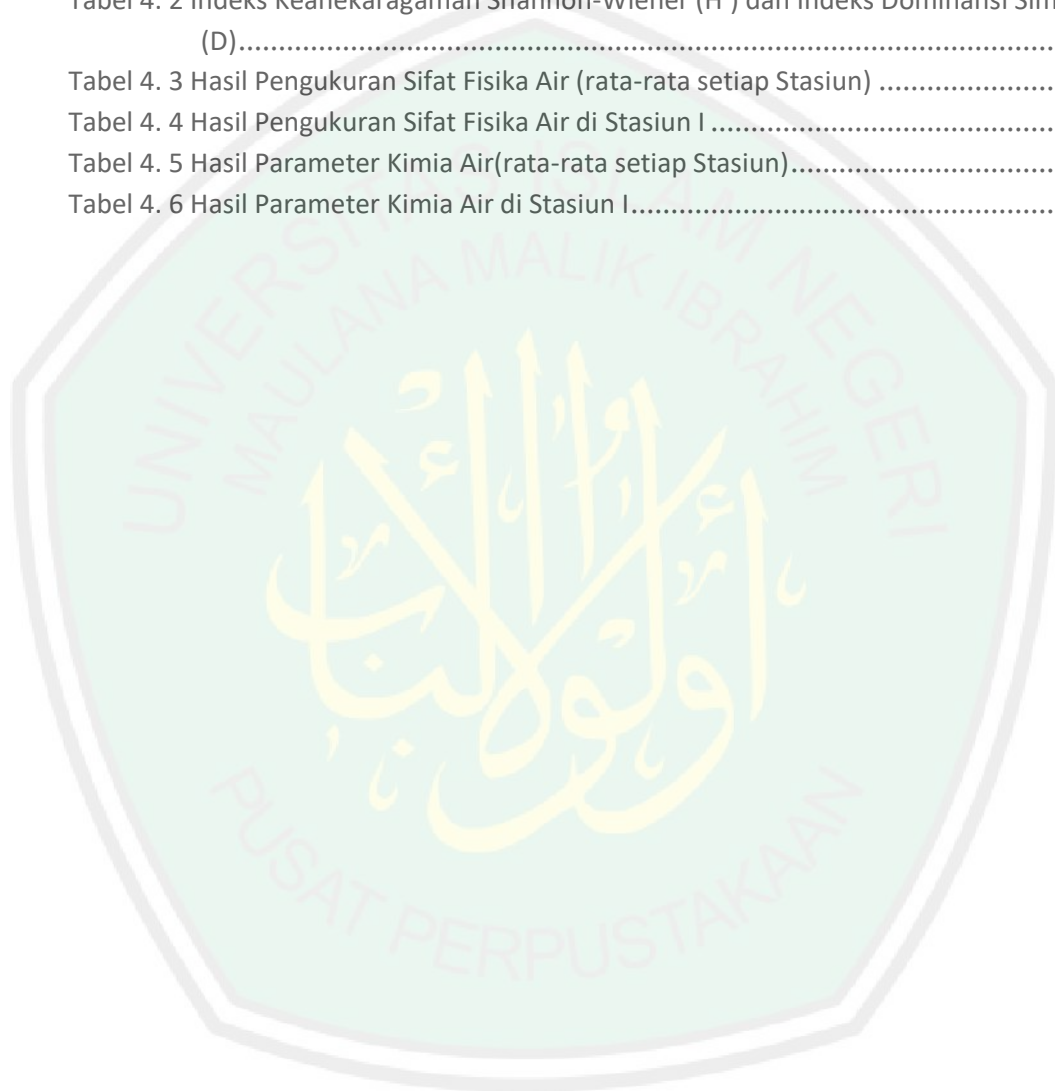
3.1 Rancangan Penelitian	29
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	29
3.3 Alat dan Bahan	29
3.4 Prosedur Penelitian	30
3.4.1 Studi Pendahuluan	30
3.4.2 Pengambilan Sampel	31
3.4.3 Identifikasi Makrozoobentos	32
3.4.4 Pengukuran faktor fisika-kimia air	33
3.5 Analisis Data	34
3.5.1 Indeks Keanekaragaman	34
3.5.2 Indeks Dominansi	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Famili Makrozoobentos yang ditemukan di Sumber Taman dan Alirannya	36
4.2 Indeks Keanekaragaman (H') dan Indeks Dominansi (D) Makrozoobentos di Sumber Taman dan Alirannya	58
4.3 Kualitas Air Sumber Taman dan Alirannya ditinjau dari sifat fisika dan kimia air ...	64
4.4. Keanekaragaman Makrozoobentos dalam Pandangan Islam	75
BAB V PENUTUP	77
5.1 Kesimpulan.....	77
5.2 Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN I	86
LAMPIRAN II.....	88
LAMPIRAN III	93
LAMPIRAN IV	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Peta Keseluruhan Stasiun	31
Gambar 4. 1 Morfologi Spesimen 1	37
Gambar 4. 2 Morfologi Spesimen 2.....	39
Gambar 4. 3 Morfologi Spesimen 3	41
Gambar 4. 4 Morfologi Spesimen 4.....	42
Gambar 4. 5 Morfologi Spesimen 5	44
Gambar 4. 6 Morfologi Spesimen 6.....	45
Gambar 4. 7 Morfologi Spesimen 7	47
Gambar 4. 8 Morfologi Spesimen 8	48
Gambar 4. 9 Morfologi Spesimen 9	49
Gambar 4. 10 Morfologi Spesimen 10	51
Gambar 4. 11 Morfologi Spesimen 11	52
Gambar 4. 12 Morfologi Spesimen 12	53
Gambar 4. 13 Morfologi Spesimen 13.....	55
Gambar 4. 14 Morfologi Spesimen 14.....	57
Gambar 4. 15 Morfologi Spesimen 15	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Derajat Pencemaran berdasarkan Oksigen Terlarut	15
Tabel 2. 2 Kualitas Air berdasarkan nilai BOD ₅	16
Tabel 2. 3 Makrozoobentos indikator untuk menilai kualitas air.....	22
Tabel 3. 1 Deskripsi Stasiun Pengamatan	31
Tabel 3. 2 Tabel Perekam Data.....	32
Tabel 4. 1 Jumlah setiap famili makrozoobentos yang ditemukan	58
Tabel 4. 2 Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H') dan Indeks Dominansi Simpson (D).....	59
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Sifat Fisika Air (rata-rata setiap Stasiun)	64
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Sifat Fisika Air di Stasiun I	64
Tabel 4. 5 Hasil Parameter Kimia Air(rata-rata setiap Stasiun).....	67
Tabel 4. 6 Hasil Parameter Kimia Air di Stasiun I.....	67



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air bersih adalah sumber daya yang sangat vital. Air bersih berfungsi untuk menunjang kebutuhan manusia seperti irigasi pertanian, sanitasi kota, kegiatan industri dan rumah tangga (Warlina, 2004). Salah satu sumber air bersih yang sering dimanfaatkan oleh manusia adalah air permukaan. Air permukaan yang mengalir adalah sungai, selokan, dan parit. Sedangkan air permukaan yang tidak mengalir adalah danau, rawa, bendungan, dan sumber. Banyaknya aktivitas manusia yang memanfaatkan air permukaan menjadikannya sumber air yang paling tercemar (Chandra, 2007).

Selain membawa dampak buruk bagi penduduk yang memanfaatkannya, pencemaran air juga akan mengganggu kehidupan biota akuatik dan ekosistem perairan baik secara struktural dan fungsional (Wardhana, 2006). Menurunnya kualitas air akan berujung pada kerusakan habitat dan penurunan keanekaragaman organisme (Odum, 1996). Penurunan kualitas air, menurut Pemerintah melalui PP Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, akan menurunkan daya guna, hasil guna, produktivitas, daya dukung, dan daya tampung dari sumber daya air yang pada akhirnya akan menurunkan kekayaan sumber daya alam atau yang disebut pula sebagai *natural resources depletoni* (Lembaran Negara RI, 2001).

Allah berfirman dalam surah ar-Rum ayat 41:

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

Artinya:

“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan oleh tangan (perbuatan) manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka agar mereka kembali (ke jalan yang benar).”

An-Nuhhas dalam kitab Tafsir al-Qurthubiy dan Ath-Thobari menjelaskan tentang kerusakan di laut maksudnya yaitu kurangnya hewan buruan (ikan dan sejenisnya) dikarenakan perbuatan manusia. Perbuatan di sini menurut ath-Thobari adalah karena menyebarkan kedzaliman di muka bumi. Allah akan memberikan musibah sebagai konsekuensi perbuatan manusia tersebut dengan tujuan agar manusia bertaubat dan meninggalkan maksiat (Tafsir al-Qurthubiy dan Ath-Thobari, 2006).

Makrozoobentos merupakan salah satu komponen biotik yang hidup di seluruh badan sungai dari hulu ke hilir sehingga menurut Odum (1996) dapat memberikan gambaran mengenai kondisi perairan sungai. Makrozoobentos dipilih karena beberapa alasan diantaranya: termasuk organisme akuatik yang menetap di dasar perairan, bergerak relatif lambat, hidup relatif lama (Zulkifli dan Setiawan, 2011), sangat peka terhadap lingkungan dan cepat responsnya, daur hidupnya kompleks sepanjang tahun, hidup menetap (*sesile*), dan tidak mudah bermigrasi (Wardhana, 2006). Selain itu variasi genetik dari makrozoobentos masih relatif sedikit, sehingga tiap kelasnya mudah diidentifikasi dan dikuantifikasi (Rosenberg dan Resh, 1993).

Kebermelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos sangat dipengaruhi oleh kualitas air (Odum, 1993).

Hal ini diperkuat oleh penelitian Suheriyanto dan Kristanti (2013) terkait keanekaragaman makrozoobentos di Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas di Kota Malang dan Batu. Keanekaragaman makrozoobentos di Sumber Brantas (H' : 2,09) dan Bumiaji yang dikenal sebagai daerah pertanian dan perkebunan (H' : 2.38) lebih tinggi daripada Splendid (pemukiman padat penduduk dan perkantoran. H' : 1,82), serta Gadang (pemukiman padat penduduk. H' : 1,55). Semakin tingginya aktivitas manusia di sekitar suatu stasiun berbanding lurus dengan semakin rendahnya indeks keanekaragaman makrozoobentos. Hal itu dibuktikan pula dengan ditemukannya famili Planariidae (bioindikator air bersih) di Sumber Brantas yang notabene menurut PP Nomor 82 Tahun 2001 merupakan sumber air bersih dengan mutu kelas 1. Sedangkan Coenagrionidae (bioindikator air tidak bersih) ditemukan di stasiun gadang yang notabene tergolong air tidak bersih dengan mutu air kelas II dan III.

Sumber Taman secara administratif terletak di Dusun Krajan, Desa Karangsuko, Kecamatan Pagelaran, Kabupaten Malang. Sumber Taman memiliki keunikan yaitu terdapatnya empat area dengan karakteristik yang berbeda yaitu: area sekitar Sumber asli tempat air muncul dari bawah pohon besar (alami), area sumber yang dimanfaatkan warga sekitar untuk mencuci baju (limbah detergen), area sumber yang dialiri air dari WC umum (limbah domestik), area kolam dengan banyak limbah organik, beserta alirannya. Area-area dengan karakteristik yang berbeda ini menjadikan Sumber Taman layak

untuk diteliti kualitas airnya dengan pengukuran keanekaragaman Makrozoobentos.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Apa saja famili makrozoobentos yang terdapat di perairan Sumber Taman Desa Karangsuko Kecamatan Pagelaran Kabupaten Malang?
2. Bagaimana nilai Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H') dan Indeks Dominansi Simpson (D) makrozoobentos yang terdapat di perairan Sumber Taman Desa Karangsuko Kecamatan Pagelaran Kabupaten Malang?
3. Bagaimana kualitas perairan Sumber Taman Desa Karangsuko Kecamatan Pagelaran Kabupaten Malang dari pengukuran sifat kimia air?

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi famili makrozoobentos di perairan Sumber Taman Desa Karangsuko Kecamatan Pagelaran Kabupaten Malang
2. Mengetahui Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H') dan Indeks Dominansi Simpson (D) Makrozoobentos yang ada di perairan Sumber Taman Desa Karangsuko Kecamatan Pagelaran Kabupaten Malang
3. Mengetahui kualitas perairan Sumber Taman Desa Karangsuko Kecamatan Pagelaran Kabupaten Malang ditinjau dari sifat kimia air.

1.4 Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyajikan data keanekaragaman makrozoobentos sebagai inventarisasi di Sumber Taman Desa Karangsuko Kecamatan Pagelaran Kabupaten Malang
2. Menyajikan data tentang kualitas air untuk tinjauan data bagi proyek Pemkab tentang pembangunan instalasi air di Sumber Taman Desa Karangsuko Kecamatan Pagelaran Kabupaten Malang.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Lokasi pengamatan dilakukan di perairan Sumber Taman Desa Karangsuko Kecamatan Pagelaran Kabupaten Malang
2. Waktu pengamatan dimulai dari tanggal 16-19 Januari 2019 sekitar pukul 09.00-12.00 WIB. Waktu tersebut adalah musim peralihan antara kemarau dan penghujan.
1. Identifikasi jenis makrozoobentos dengan mengamati ciri-ciri morfologi sampai pada tingkat famili
2. Sifat fisika yang dianalisis meliputi pH, intensitas cahaya, kedalaman dan suhu. Sifat kimia yang dianalisis meliputi Dissolved Oxygen (DO), Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Suspended Solid (TSS).

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Perairan

Perairan menurut Odum (1993) terbagi menjadi dua jenis yaitu perairan yang tenang dan perairan yang mengalir. Perairan tenang atau yang sering disebut perairan lentik adalah perairan yang memiliki aliran air tidak deras bahkan tidak mengalir sama sekali (menggenang). Air di dalam perairan lentik bertahan dalam waktu yang relatif lama dan tidak ada arus yang membatasi kehidupan biota akuatik di dalamnya. Contoh perairan lentik diantaranya adalah kolam, danau, bendungan, dan lain-lain. Sedangkan perairan mengalir atau yang disebut perairan lotik selalu terjadi perpindahan massa air dan berlangsung secara simultan. Arus yang bervariasi membatasi kehidupan biota akuatiknya pada organisme-organisme tertentu yang mempunyai kemampuan bertahan dengan kecepatan arus (Susanto dan Rochidanto, 2008). Contoh ekosistem lotik adalah sungai, parit, dan lain-lain.

Zona-zona dalam perairan air tawar dapat dibagi berdasarkan ketersediaan cahaya matahari. Intensitas cahaya yang masuk menentukan apakah dapat terjadi fotosintesis atau tidak. Daya tembus cahaya matahari terhadap sungai dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu turbiditas, kuat lemahnya intensitas, kepadatan plankton, dan sudut datang cahaya matahari (Hamid, 2013).

Ferdinand dan Ariewibowo (2010) hanya membagi zona ini menjadi dua zona yaitu zona afotik yang berarti tidak ada cahaya matahari sehingga tidak terjadi fotosintesis, dan zona fotik yang berarti terdapat cahaya matahari. Rachmawati (2012) menjelaskan lebih detail zona ini menjadi tiga zona yaitu:

1. Zona Eufotik/Fotik

Zona yang masih ditembus cahaya matahari dan menjadi daerah produktif karena terjadi fotosintesis dan dihuni berbagai biota. Wilayah ini adalah yang paling luas dibanding zona mesofotik dan afotik.

2. Zona Mesofotik

Merupakan zona yang berada di antara zona fotik dan afotik yang penampakkannya tidak terang dan tidak juga gelap (remang-remang). Sebagai daerah ekoton, daerah ini merupakan wilayah perburuan bagi organisme yang hidup di zona afotik dan juga organisme yang hidup di zona fotik (Satino, 2010).

3. Zona Afotik

Zona afotik memiliki penampakan gelap gulita disebabkan ketiadaan cahaya matahari yang masuk ke dalamnya. Zona ini hanya ditemui pada perairan yang sangat dalam seperti palung. Ketidadaan cahaya yang menyebabkan tidak terjadinya fotosintesis, menyebabkan produsen primer yang terdapat pada zona ini hanyalah bakteri-bakteri sulfur. Ketidadaan fotosintesis juga menyebabkan oksigen terlarut (*dissolved oxygen*) rendah. Biota yang hidup hanyalah karnivora dan detritivor.

Selain dibedakan menurut letaknya, zona perairan air tawar juga dibedakan menurut letaknya. Pada umumnya, zona perairan air tawar dikelompokkan menjadi tiga zona yaitu zona litoral, limnetik, profundal, dan sublittoral (Ngabekti, 2004).

1. Zona litoral

Zona litoral adalah zona yang masih berada di sekitar tepi perairan dan dangkal secara kedalaman, sehingga memungkinkan intensitas cahaya masuk secara optimal. Ciri-ciri zona litoral menurut Ferdinand dan Ariewibowo (2010) adalah adanya alga yang mengapung dan tumbuhan berakar. Zona yang masih bersentuhan dengan daratan ini memiliki perpaduan sempurna antara berbagai faktor baik fisik, kimia, dan biologi. Organisme air tawar yang bisa ditemukan di zona ini adalah ikan, amfibi, perifiton, tumbuhan akuatik. Tumbuhan akuatik pada zona ini menjadi produsen utama bersama alga multiseluler (Campbell dkk, 2005).

2. Zona limnetik

Merupakan daerah yang jauh dari tepi perairan, namun masih dapat dijangkau oleh cahaya matahari. Zona ini merupakan bentangan dari zona litoral di satu sisi dan zona litoral lain di sisi lainnya. Banyak organisme akuatik yang dapat hidup di zona ini diantaranya adalah ikan, udang, dan zooplankton dengan produsen utama fitoplankton (Ferdinand dan Ariewibowo, 2010).

3. Zona profundal

Zona profundal merupakan zona yang terletak di bawah zona sublittoral dan memiliki penampakan gelap gulita karena tidak dapat ditembus oleh cahaya matahari. Zona yang tidak terjadi fotosintesis ini menyebabkan oksigen terlarut rendah, akibatnya banyak bakteri dan organisme lain yang hidup secara anaerob. Pada zona ini hidup pula predator

heterotrof dan bentos dasar air yang bertahan dengan mendekomposisi limbah organik (Ferdinand dan Ariewibowo, 2010).

4. Zona sublitoral

Merupakan zona peralihan antara zona litoral dan zona profundal. Banyak dari organisme bentik menghuni zona ini beserta karnivor-karnivor temporal yang berburu makanan (Satino, 2010).

2.2 Bioindikator

Hornby dan Bateman (1997) mendefinisikan bioindikator sebagai organisme hayati baik suatu individu ataupun kelompok/populasinya yang digunakan untuk mengukur dan mendapatkan informasi terkait kualitas dari sebagian atau seluruh lingkungannya. Alasan organisme hidup dapat dijadikan sebagai indikator adalah bahwasanya ekosistem dan kehidupan organisme di dalamnya selalu berkaitan. Apabila ekosistem suatu lingkungan baik kualitasnya maka kehidupan dan pertumbuhan organisme di dalamnya juga akan baik dan sebaliknya. Bila salah satu faktor lingkungan tidak seimbang atau tidak sesuai kadarnya (kekurangan atau kelebihan), maka organisme yang hidup di dalamnya juga akan berpotensi mengalami perubahan dalam kualitas hidup dan pertumbuhannya. Adanya perubahan dalam komponen ekosistem bahkan dalam beberapa kasus dapat menghentikan pertumbuhan organisme tertentu yang sangat sensitif terhadap perubahan (Rachmawati, 2012)

Suatu organisme hayati bisa dikategorikan sebagai bioindikator apabila memiliki kriteria sebagai berikut yaitu (Hellawel, 1986):

- a. Mudah diidentifikasi

- b. Tersebar secara kosmopolit
- c. Kelimpahan dapat dihitung
- d. Variabilitas ekologi dan genetik mudah
- e. Ukuran tubuh relatif besar
- f. Mobilitas terbatas dan masa hidup relatif lama
- g. Karakteristik ekologi diketahui dengan baik
- h. Terintegrasi dengan kondisi lingkungan
- i. Cocok digunakan untuk studi laboratorium

2.3 Makrozoobentos

Biota akuatik adalah kelompok organisme yang sebagian atau seluruh hidupnya berada di perairan. Kelompok organisme tersebut dapat bersifat bentik, perifitik, atau berenang bebas. Biota perifitik hidup menempel pada permukaan batu, kayu, tumbuhan, atau substrat lain yang berada di dalam perairan. Biota bentik hidup pada dasar perairan. Biota perifitik dan biota bentik memiliki ukuran yang bervariasi, dari beberapa mikron sampai beberapa sentimeter (Wardhana, 2006).

Bentos menurut Odum (1993) adalah organisme tidak bergerak (*sesile*) atau bergerak (*motil*) yang hidup pada dasar perairan. Zoobentos adalah hewan yang hidup pada dasar endapan di dasar perairan, baik di atas maupun sedimen dasar perairan. Peranannya yang kompleks mulai dari pemakan endapan, dekomposer, predator serta parasit menjadikan zoobentos sebagai organisme kunci dalam rantai energi. Zoobentos menghabiskan seluruh atau sebagian hidupnya berada di dasar perairan dengan diam, merayap maupun menggali lubang (Sinaga, 2009). Beberapa organisme hanya menghabiskan fase awal atau tidak lagi menjadi bentos ketika

memasuki stadium lanjut dalam fase hidupnya seperti beberapa kelas polychaeta, echinodermata, dan moluska (Jati, 2003).

Berdasarkan posisi hidupnya dalam substrat perairan, makrozoobentos dikelompokkan menjadi dua golongan yaitu epifauna dan infauna. Kata dasar *epi* mencirikan letak makrozoobentos epifauna yang di permukaan substrat atau permukaan dasar perairan. Makrozoobentos infauna hidup di dalam atau di antara partikel substrat tersebut baik tanah maupun sedimen lain (Sinaga, 2009). Hal itu dikarenakan jenis dan keadaan substrat dasar merupakan faktor yang sangat menentukan densitas dan keanekaragaman makrozoobentos yang ada dalam suatu perairan (Jati, 2003).

Zonasi perairan juga turut mempengaruhi keberadaan dan jenis-jenis makrozoobentos yang mendiaminya. Welch (1952) menjelaskan bahwa makrozoobentos yang terdapat pada zona litoral jauh lebih banyak dan beragam daripada zona sublitoral dan profundal. Keberlimpahan cahaya dan nutrisi pada zona ini mendukung keanekaragaman makrozoobentos yang lebih tinggi. Serangga dan moluska bahkan dapat mendominasi hingga 70% dari total spesies yang ada di perairan. Semakin sebuah zona melebihi batas kedalaman zona litoral, semakin berkurang spesies benthik di dalamnya.

2.3.1 Faktor-faktor yang mendukung kehidupan Makrozoobentos

Hidup dan pertumbuhan organisme makrozoobentos tidak terlepas dari kondisi lingkungannya. Adanya perbedaan densitas dan keanekaragaman makrozoobentos di tiga zonasi perairan seperti dijelaskan oleh Welch (1954) mengindikasikan adanya perbedaan faktor-faktor lingkungan di masing-

masing zona. Faktor-faktor inilah yang mempengaruhi persebaran dan keanekaragaman jenis makrozoobentos. Adanya perubahan pada faktor lingkungan akan berpengaruh terhadap populasi bentos yang hidup pada ekosistem perairan. (Setyobudiandi, 1997). Faktor-faktor tersebut diantara lain adalah: 1) faktor fisika perairan: pasang surut, kedalaman, kecepatan arus, turbiditas, suhu, dan substrat; dan 2) faktor kimiawi: oksigen terlarut (*dissolved oxygen*), karbon dioksida terlarut (*dissolved carbon dioxyde*), pH, komposisi hara, serta komposisi bahan organik.

1. Kedalaman perairan

Penetrasi cahaya semakin rendah karena meningkatnya kedalaman, sehingga kegiatan fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton turut berkurang. Hal ini secara tidak langsung akan mempengaruhi pertumbuhan zoobentos di perairan. Akibat lain dari terbatasnya fotosintesis adalah terbatasnya oksigen terlarut yang dibutuhkan makrozoobentos untuk melakukan respirasi.

Welch (1952) menjelaskan bahwa makrozoobentos yang terdapat pada zona litoral jauh lebih banyak dan beragam daripada zona sublitoral dan profundal. Kebermelimpahan cahaya dan nutrisi pada zona ini mendukung keanekaragaman makrozoobentos yang lebih tinggi. Serangga dan moluska bahkan dapat mendominasi hingga 70% dari total spesies yang ada di perairan. Semakin sebuah zona melebihi batas kedalaman zona litoral, semakin berkurang spesies bentik

2. Turbiditas

Kekeruhan air akibat partikel terlarut akan mempengaruhi intensitas cahaya yang masuk ke dalamnya. Semakin banyak partikel yang tersuspensi maka akan semakin keruh pula perairan tersebut. Semakin keruh sebuah perairan menyebabkan penetrasi cahaya semakin sulit. Ketika intensitas cahaya rendah, maka lebih rendah pula jumlah fotosintesis yang dapat dilakukan oleh produsen seperti fitoplankton. Jumlah fitoplankton dan produsen lain akan mempengaruhi jumlah makrozoobentos di sekitarnya (Nybakken, 1988).

3. Suhu

Normalnya suhu akan menurun seiring kedalaman yang semakin tinggi. Suhu yang bervariasi ditemukan pada zona fotik. Pada zona mesofotik terjadi penurunan suhu yang sangat drastis hingga wilayah ini disebut termoklin. Suhu berperan penting terhadap kehidupan dalam air. Berbagai reaksi kimia semisal metabolisme dan reaksi yang terjadi antar gas di dalam air berlangsung dalam suhu-suhu tertentu, yang artinya sedikit saja fluktuasi suhu akan mempengaruhi kegiatan di dalamnya. Kenaikan 10°C menyebabkan 2 hingga 3 kali lipat kenaikan laju metabolisme yang berarti kebutuhan akan oksigen meningkat pula. Dalam waktu yang bersamaan, kenaikan suhu menyebabkan menurunnya oksigen terlarut. Dua keadaan yang tidak sinkron ini menyebabkan makrozoobentos kesulitan melakukan respirasi. Jika kondisi ini berlangsung terus menerus maka keanekaragaman makrozoobentos di air yang relatif lebih hangat akan menurun (Satino,

2010). Wajar apabila suhu dikatakan sebagai parameter fisik yang sangat mempengaruhi pola kehidupan organisme seperti distribusi, komposisi, densitas, dan mortalitas (Nybakken, 1988).

4. Substrat

Tipe dan jenis substrat mempengaruhi jenis-jenis makrozoobentos yang hidup beserta jumlahnya (Susanto, 2000). Hal ini berkaitan dengan nutrisi yang dikandung substrat tersebut dan kemudahan motilitas di dalamnya. Masing-masing makrozoobentos memiliki kebutuhan nutrisi dan kemampuan bergerak yang berbeda-beda yang menjadikan organisme tersebut cocok pada substrat yang spesifik memenuhi kebutuhannya. Semisal substrat pasir memiliki kelebihan yaitu memudahkan organisme di dalamnya untuk bergeser ke tempat lain. Substrat lumpur memiliki kelemahan yaitu mengandung sedikit oksigen yang membuat organisme-organisme yang hidup di dalamnya hanyalah organisme yang mampu bertahan dalam kondisi oksigen rendah (Ramli, 1989). Namun demikian substrat lumpur mengandung bahan organik yang melimpah sehingga substrat ini cocok untuk makrozoobentos tipe penggali dan *deposit feeders* (Nybakken, 1988).

5. Kecerahan

Odum (1993) menjelaskan bahwasanya kecerahan berkaitan erat dengan suhu dalam perairan. Semakin cerah maka suhu di dalam air juga semakin tinggi. Kecerahan berasal dari penetrasi cahaya matahari baik paparan langsung maupun yang disebarkan oleh awan. Semakin dalam

perairan semakin sedikit pula tingkat kecerahannya dan suhu akan menurun. Apabila ditinjau hanya dari kecerahan, normalnya keanekaragaman makrozoobentos akan meningkat di air yang bersuhu lebih rendah (perairan dalam), namun demikian bukan hanya kecerahan saja penentu kehidupan makrozoobentos. Banyak faktor yang mendukung zona fotik lebih kaya akan kehidupan makrozoobentos daripada zona-zona di bawahnya.

6. Oksigen terlarut

Proses fotosintesis dan oksigen bebas dari udara menyumbang kebutuhan oksigen dalam perairan. Oksigen terlarut atau yang sering disebut *dissolved oxygen* adalah banyaknya milligram oksigen terlarut dalam 1 liter air. Organisme akuatik dapat hidup dalam ekosistem air apabila perairan tersebut memiliki DO minimal yang dibutuhkan (Rachmawati, 2012). Dalam kondisi normal, 5 ppm (*part per million*) atau 5 mg oksigen per liter air sudah cukup untuk menopang kehidupan di dalamnya (Kristanto, 2004). Selain itu, tingkat oksigen terlarut dapat menggambarkan tingkat pencemaran dalam suatu ekosistem perairan. Berikut ini pencemaran air ditinjau dari DO pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Derajat Pencemaran berdasarkan Oksigen Terlarut

Derajat Pencemaran	DO (ppm)
Tidak	> 6.5
Ringan	4.5 – 6.5
Sedang	2.0 - 4.4
Berat	< 2.0

Lee *et.al*, 1991

7. *Biochemical oxygen Demand*

Organisme yang bersifat aerobik membutuhkan oksigen untuk mengoksidasi bahan organik, sintesis sel, dan oksidasi sel. BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh organisme untuk mengoksidasi bahan-bahan buangan di dalam air. Kebutuhan akan oksigen terindikasi sangat tinggi apabila sisa oksigen terlarut dalam air kecil nilainya. Hal itu menunjukkan bahwa perairan tersebut mengandung banyak sekali bahan buangan yang perlu dioksidasi.

Semakin tinggi nilai BOD berarti semakin banyak oksigen yang dibutuhkan (dalam ppm) untuk mengoksidasi bahan buangan. Semakin tinggi kebutuhan oksigen berarti semakin banyak bahan buangan yang perlu di oksidasi. Nilai BOD berbanding lurus dengan nilai pencemaran air. Sebagai contoh, jika nilai BOD sebesar 200 ppm maka berarti dibutuhkan 200 mg oksigen untuk mengoksidasi sampel limbah sebanyak 1 liter selama 5 hari pada suhu 20°C yang berarti termasuk kategori tercemar berat (Kristanto, 2004). Tabel 2.2 menunjukkan kualitas air berdasarkan nilai BOD.

Tabel 2. 2 Kualitas Air berdasarkan nilai BOD₅

Nilai BOD ₅ (ppm)	Kriteria Kualitas Air
< 3.0	Tidak Tercemar
3.0 – 4.9	Tercemar ringan
4.9 – 15.0	Tercemar sedang
> 15.0	Tercemar berat

Lee *et. al.*, 1991

8. *Chemical Oxygen Demand*

COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan buangan melalui reaksi kimia baik yang terdegradasi melalui proses biologis ataupun tidak (Warlina, 2009). Hal itu dikarenakan banyak zat organik yang tidak mengalami penguraian biologi secara cepat berdasarkan pengujian BOD namun tetap mencemari air, karena itu perlu diketahui konsentrasi organik dalam limbah dan setelah masuk dalam perairan (Sinaga, 2009). Melalui pengukuran nilai COD diperoleh nilai real yang menyatakan total jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik baik melalui proses biologis ataupun tidak (Barus, 2004).

9. Derajat keasaman/pH

Nilai pH menunjukkan konsentrasi ion H^+ (dalam mol) per liter larutan. Nilai pH dalam suatu larutan menentukan apakah larutan tersebut bersifat asam atau basa. Air normal dan bersih memiliki nilai pH 7 yang berarti tidak asam atau basa. Apabila ion H^+ bertambah maka nilai pH akan turun dan menjadikan air bersifat asam. Sebaliknya apabila ion H^+ berkurang maka nilai pH akan naik dan menjadikan air bersifat basa (Satino, 2010). Odum (1993) menjelaskan bahwa nilai pH sangat mempengaruhi keberlangsungan hidup dan pertumbuhan biota akuatik. Nilai pH yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat membahayakan organisme yang hidup di dalamnya. Organisme perairan dapat hidup idealnya dalam air yang bersifat asam lemah hingga basa lemah (Satino, 2010), tepatnya pada nilai pH 7 – 8,5. Selain pH air, pH tanah dan substrat

akan mempengaruhi makrozoobentos (Effendi, 2003). Nilai pH yang terlalu tinggi atau rendah membahayakan kehidupan biota akuatik terkait metabolisme dan respirasinya. pH yang terlalu rendah dapat meningkatkan mobilitas aluminium yang bersifat toksik terhadap biota akuatik. pH yang terlalu tinggi dalam meningkatkan konsentrasi amoniak yang juga toksik terhadap organisme. Mahida (1993) menjelaskan bahwasanya nilai pH dapat mempengaruhi tingkat toksisitas pada unsur-unsur di dalam perairan. H_2S yang bersifat toksik akan meningkat seiring meningkatnya keasaman dalam perairan. pH juga mempengaruhi BOD_5 , fosfat, nitrogen, dan nutrient lainnya. Banyak reaksi kimia yang terjadi di setiap perubahan pH.

10. Nitrat

Nitrat berasal dari unsur nitrogen. Nitrogen melimpah dalam perairan dalam bentuk gas. Nitrogen membentuk senyawa amonia, nitrat, nitrit, urea, dan lain-lain. Nitrat adalah yang terpenting dari semua unsur tersebut karena merupakan 5% dari berat kerung makhluk hidup (Goldman dan Horne, 1983). Kadar nitrat-nitrogen pada perairan alami hampir tidak pernah lebih dari 0,1 mg/l. Jika lebih tinggi dari itu kemungkinan terjadi pencemaran dalam air akibat kotoran manusia, hewan, pembuangan limbah industri, dan pembusukan organisme (Sastrawijaya, 1991). Terlalu banyak nitrat yang menjadi amoniak maka toksisitas air juga meningkat yang menyebabkan faktor pembatas bagi kelangsungan hidup biota air termasuk makrozoobentos (Satino, 2011).

11. Fosfat

Tinggi rendahnya senyawa fosfat dalam perairan mempengaruhi ekosistem di dalamnya. Terlalu rendahnya kadar fosfat ($< 0,01$ mg/L) menghalangi pertumbuhan ganggang dan tumbuhan air dan berakibat pada menurunnya sumber energi bagi konsumen primer. Terlalu tingginya kadar fosfat juga akan memberikan dampak *blooming* bagi alga. Hal ini menyebabkan oksigen terlarut akan menurun dan membahayakan kelestarian organisme perairan lainnya. Kadar maksimum fosfat dalam air permukaan menurut PP No 81 Tahun 2001 tentang Kualitas Air II adalah sebesar 0.2 mg/L (Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lebak, 2017).

2.3.2 Klasifikasi Makrozoobentos

Makrozoobentos hidup dalam jaring-jaring makanan pada ekosistem perairan berperan sebagai konsumen tingkat 2 atau herbivora pemakan plankton, karnivora, detritivore, dan pemakan suspensi. Menurut cara makannya, makrozoobentos dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu penyaring air (*filter feeder*), dan pengambil makanan dalam substrat dasar (*deposit feeder*). Setiap tipe memiliki habitat substrat yang spesifik pula. *Filter feeder* seperti moluska, crustacea, dan echinodermata kerap ditemukan di atas substrat berpasir menyaring partikel melayang. Sedangkan *deposit feeder* ditemukan dalam substrat berlumpur. *Deposit feeder* mencari makanan dalam lumpur dengan cara mengasimilasikan bahan organik yang dapat dicerna (Setyobudiandi, 1997).

Zoobentos juga dapat diklasifikasikan menurut ukurannya. Menurut Sinaga (2009) zoobentos terbagi menjadi tiga kelompok berdasarkan ukurannya yaitu:

- a. Mikrozoobentos: berukuran lebih kecil dari 0,1 mm. Contohnya adalah bakteri, diatom, ciliata, amoeba, dan flagellata
- b. Meiozoobentos: berukuran 0,1 – 1,0 mm. Contohnya adalah nematoda, cepepoda, dan foraminifera
- c. Makrozobentos: berukuran lebih dari 1 mm (0.04 inci). Contohnya adalah cacing, annelida, moluska, sponge dan krustasea

Untuk mendapatkan zoobentos setidak-tidaknya diperlukan saringan no 30 Standar Amerika (APHA, 1992) atau saringan yang berukuran lubang 200-500 mikrometer (Slack *et. al.*, 1973).

2.3.3 Peranan Makrozoobentos

Odum (1993) menjelaskan peranan utama zoobentos sebagai agen decomposer materi organik. Zoobentos herbivora dan detritivora menghancurkan makrofit akuatik hidup atau mati dan serasah menjadi potongan kecil sehingga mempermudah mikroba untuk menguraikannya lebih lanjut untuk dijadikan nutrisi bagi produsen. Dalam rantai makanan, zoobentos berperan sebagai konsumen primer yang memakan fitoplankton dan alga, serta terdapat pula yang memakan bakteri. Beberapa zoobentos memakan daun yang masuk ke dalam air sehingga peran ini sangat penting untuk mengendalikan sampah-sampah biologis. Zoobentos berperan sebagai konsumen hingga tingkat tersier. Setelah itu zoobentos akan menjadi

makanan bagi ikan-ikan *bottom feeder*. Jika zoobentos tidak dimakan ikan, ketika mati akan membusuk yang kemudian diuraikan menjadi nutrisi bagi tanaman air dan hewan lainnya. Zoobentos sangat berperan penting siklus energi dalam ekosistem perairan (Pennak, 1987).

2.3.4 Makrozoobentos sebagai bioindikator

Umumnya pemantauan kualitas air dilakukan dengan parameter fisik atau kimia saja, namun belakangan ini mulai dilakukan pemantauan dengan memanfaatkan keberadaan biota akuatik. Biota akuatik lebih dipilih karena lebih tegas dalam mengekspresikan kerusakan sungai akibat pencemaran, karena biota akuatik bersentuhan langsung dengan sungai dalam kurun waktu yang lama, sedang sifat fisik dan kimia cenderung menggambarkan keadaan sesaat pada waktu pengukuran saja. Menurut Astirin dan Setiawan (2000), selain lebih murah dalam pembiayaan, pemantauan kualitas sungai dengan parameter biota akuatik bisa dilakukan dengan lebih cepat, mudah diinterpretasikan, dan cukup sahih dalam menunjukkan kualitas lingkungan. Bahkan lebih jauh, status komponen biotik dapat menggambarkan kondisi fisika, kimia, dan biologi secara sekaligus (Odum, 1993).

Bioindikator didefinisikan sebagai organisme yang dapat memberikan informasi tentang kualitas lingkungan tempat hidupnya. Sedangkan kegiatan bioindikasi merupakan serangkaian aktivitas untuk mendapatkan informasi terkait kondisi dan status suatu lingkungan dengan memanfaatkan organisme hayati yang tinggal di dalamnya (Hornby dan Bateman, 1997). Organisme yang tinggal di dalam suatu lingkungan dipilih menjadi bioindikator karena

hidupnya menetap dan keberadaannya yang selalu mengalami kontak dengan limbah yang masuk ke dalamnya. Zoobentos dalam hal ini terus menerus tinggal dan menghabiskan sebagian besar atau bahkan seluruh hidupnya di air yang kualitasnya berubah-ubah oleh banyak faktor. Menurut Wardhana (2006), makrozoobentos memenuhi syarat sebagai bioindikator karena kebanyakan hidup sesil, tidak mudah bermigrasi, memiliki daur hidup yang kompleks sehingga apabila kondisi lingkungan melebihi batas toleransi maka organisme tersebut akan mati karena sangat peka terhadap perubahan lingkungan.

Keanekaragaman makrozoobentos dapat memberikan gambaran kualitas sebuah perairan. Sastrawijaya (2000) menggolongkan kualitas air dengan acuan indeks keanekaragaman makrozoobentos adalah sebagai berikut:

- $H' > 2,0$: Tidak Tercemar
- $H' = 1,6 - 2,0$: Tercemar Ringan
- $H' = 1,0 - 1,6$: Tercemar Sedang
- $H' < 1,0$: Tercemar Berat

Tingkat toleransi makrozoobentos bervariasi. Ada yang sangat toleran juga ada yang sangat sensitive. Keberadaan makrozoobentos tertentu dapat memberikan gambaran apakah perairan tersebut tercemar atau tidak. Ditunjukkan pada Tabel 2.3, Trihadiningrum dan Tjondronegoro (1998) memberikan ketentuan terhadap status perairan melalui makrozoobentos:

Tabel 2. 3 Makrozoobentos indikator untuk menilai kualitas air

Tingkat Cemar	Makrozoobentos Indikator
1. Tidak tercemar	Ticoptera (Sericosmatidae, Lepidosmatidae, Glossomatidae) Planaria
2. Tercemar ringan	Plecoptera (Perlidae, Peleodidae); Ephemeroptera (Leptophlebiidae, Pseudocoleon, Ecdyomuridae, Caebidae); Trichoptera (Hydropsychidae, Psychomyidae); Odonata (Gomphidae, Plarucnematidae, Agriidae, Aeshnidae); Coleoptera (Elminthidae)
3. Tercemar sedang	Mollusca (Pulmonata, Bivalvia); Crustacea (Gammaridae); Odonata (Libellulidae, Cordulidae)
4. Tercemar	Hirudinae (Glossiphonidae, Hirudinae); Hemiptera
5. Tercemar agak berat	Oligochaeta (Ubificidae); Diptera (<i>Chironomus thummiplumosus</i>); Syrphidae
6. Sangat tercemar	Tidak terdapat makrozoobentos

Trihardiningrum dan Tjondronegoro, 1998

1. Perairan agak tercemar, tercemar ringan, tercemar, tercemar agak berat dan sangat tercemar, bila terdapat dalam kelompok kelas masing-masing
2. Apabila makrozoobentos terdiri atas campuran antara indikator dari kelas-kelas yang berlainan, maka berlaku ketentuan berikut
 - a. Perairan dikategorikan sebagai agak tercemar apabila terdapat campuran organisme indikator dari kelas 1 dan 2, atau dari kelas 1, 2 dan 3
 - b. Perairan dikategorikan tercemar ringan apabila terdapat campuran organisme indikator dari kelas 2 dan 3, atau dari kelas 2, 3 dan 4

- c. Perairan dikategorikan sebagai tercemar apabila terdapat campuran organisme indikator dari kelas 3 dan 4, atau dari kelas 3, 4 dan 5
- d. Perairan dikategorikan sebagai sangat tercemar apabila terdapat campuran organisme indikator dari kelas 4 dan 5

2.4 Sumber Taman

Sumber Taman terletak di antara dua desa yaitu Desa Karanguko dan Desa Brongkal yang keduanya termasuk Kecamatan Pagelaran Kabupaten Malang. Sumber ini berada pada koordinat GPS: 08°10'28.1"S 112°35'58.4"E. Sumber Taman ini belum dikelola sepenuhnya oleh Pemerintah Daerah. Luas area sumber utama dari Sumber Taman ini sekitar 30 m² dan memiliki kedalaman 1-1,5 meter. Daya tarik utama dari perairan ini adalah bersihnya air sumber yang mengalir dari bawah dua pohon beringin besar yang berusia ratusan tahun (Herman, 2012). Air yang mengalir dari sumber sangat jernih sehingga dasar perairan Sumber Taman terlihat dengan jelas. Daya tarik lainnya adalah banyaknya pohon rindang yang menaungi sehingga membentuk kanopi alami. Air jernihnya selain bermanfaat untuk kegiatan wisata, juga bermanfaat untuk irigasi pertanian karena terdapat sawah dan ladang yang berbatasan dengan sumber yang lebih rendah. Menurut data dari Pemerintah Kecamatan Pagelaran Kabupaten Malang, Sumber Taman memiliki debit air keseluruhan sebanyak 350 liter per detik. Air melimpah ini selain dimanfaatkan warga untuk mencuci baju dan mandi, sumber taman juga dimanfaatkan untuk

mengairi lahan pertanian sawah Desa Kanigoro dan Desa Brongkal seluas kurang lebih 300 Ha. Program pemerintah kedepannya untuk sumber ini adalah menggandeng sejumlah investor untuk pengembangan wisata modern dan instalasi air minum untuk memenuhi kebutuhan warga sekitar (Pemerintah Kecamatan Pagelaran, 2014).

2.5 Integrasi

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 oleh tangan (perbuatan) manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka agar mereka kembali (ke jalan yang benar).” Q.S. Ar-Ruum: 41

Berisi peringatan kepada umat manusia untuk mengelola sumber daya alam dengan baik dan benar. Peringatan itu berupa konsekuensi dari buruknya manusia dalam mengelola sumber daya alam. Manusia baru sadar ketika sudah timbul bencana alam dan musibah yang besar. Begitu banyak contohnya seperti kasus pembakaran hutan yang berakibat fatal berupa polusi udara dan kabut asap yang menyebabkan sesak napas, matinya ribuan burung pemakan ikan di eropa dan jepang akibat pestisida, serta punahnya berbagai flora dan fauna di negara berkembang. Perserikatan Bangsa Bangsa pada 1968 baru gencar menggemakan kesadaran akan lingkungan hidup setelah terjadi hal-hal demikian (Monib dan Bahrawi, 2011).

Muhammad Monib menjelaskan bahwa ayat tersebut berbicara bahwa alam semesta ditundukkan (*taskhir*) untuk kepentingan dan kebutuhan

manusia. Artinya kekayaan yang terdapat di dalam alam semesta boleh dieksploitasi oleh manusia. Inilah letak kesalahpahaman banyak manusia. Meskipun alam ditundukkan, bukan berarti manusia dapat mengeksploitasi secara membabi buta dan tidak terbatas. Nurcholis Majid dalam Monib (2011) menekankan bahwa penggunaan sumber daya alam oleh manusia harus berdasarkan konsep perbaikan (*al-ishlah*).

Nurcholis Majid menerangkan konsep *al-ishlah* yaitu yang pertama, tujuan pemanfaatan sumber daya alam haruslah bertujuan untuk kebermanfaatan yang luas. Kedua, kebaikan tersebut harus berkelanjutan untuk generasi selanjutnya. Konsep ini senada dengan konsep *environmentalism*. Manusia tidak boleh serta merta memanfaatkan alam hanya untuk kepentingan sesaat dan tidak memikirkan tentang dampak buruk yang timbul akibat eksploitasi tersebut (Monib dan Bahrawi, 2011).

لَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ فِي أَحْسَنِ تَقْوِيمٍ

Artinya: “Sungguh telah kami ciptakan manusia dalam sebaik-baik bentuk.” Q.S. At-Tiin: 4.

Manusia lah yang terbaik diantara para makhluk Tuhan. Bentuk ciptaan manusia adalah yang terbaik baik secara lahir maupun batin. Jiwa, raga, maupun akal pikiran. Manusia dianugerahi akal untuk memilah mana yang baik dan mana yang buruk serta belajar dari pengalaman maupun kejadian. Atas kemampuan tersebut yaitu pedoman akal, manusia seharusnya bisa menjadi pengatur di muka bumi (Hamka, 1984).

Paham *environmentalism* sendiri merupakan paham yang dianut manusia modern tentang pertobatan atas keserakahan memanfaatkan alam. Zaman modern dengan teknologinya memanfaatkan sumber daya alam untuk peningkatan kesejahteraan hidup manusia namun laju kerusakan lingkungan juga semakin parah (Monib dan Bahrawi, 2011). Hal ini sangatlah relevan jika dikaitkan dengan fenomena rusaknya lingkungan akibat kegiatan wisata yang tidak terkontrol. Suatu keindahan alam mula-mula dipublikasi dengan memanfaatkan teknologi yang kemudian memancing banyak wisatawan. Tujuannya adalah untuk meningkatkan ekonomi masyarakat sekitar. Jika tujuannya hanya berfokus untuk ekonomi semata tanpa memperhatikan lingkungan sekitar, sudah pastilah kerusakan lingkungan bahkan bencana alam akan terjadi. Sayyid Quthb menjelaskan surat Ar-Rum ayat 41 dalam tafsirnya *Tafsir fi Zhilalil-Qur'an*, kerusakan demi kerusakan menjadi kebiasaan yang diperbuat manusia dalam hidupnya, karena itulah bencana alam terjadi sebagai konsekuensi dan akibat dari perbuatannya tersebut (Quthb, 2004).

Hal ini terjadi karena manusia hanya memiliki hubungan yang bersifat eksploratif terhadap alam yang telah memberikan segalanya. Kealpaan hubungan apresiatif membuat alam tidak dihargai dan hanya dimanfaatkan secara sempit. Padahal al-Qur'an mengajarkan bahwa sikap terbaik terhadap lingkungan adalah apresiasi yang tinggi sebagai sesama makhluk Tuhan. Makhluk Tuhan hakikatnya adalah tunduk kepada Tuhan, maka memanfaatkan alam harus dalam ketundukan kepada Tuhan (islami) seperti yang dijelaskan dalam surah al-An'am (6): 38 dan Ar-Ra'du (13): 13

Nurcholis Majid menjelaskan bahwa pemanfaatan alam secara alami memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

1. Memanfaatkan dengan cara yang baik dan benar
2. Tidak boleh rakus dan tamak dalam mengeksplorasi alam
3. Menjaga keseimbangan ekosistem dan menghormati habitat flora dan fauna
4. Menumbuhkan kembali setelah memetik. Hal ini bertujuan agar generasi selanjutnya dapat mengambil manfaat pula. Seperti pepatah Arab *Nahnu nagrizu liman ba'danaa*. Kami menanam untuk generasi setelah kita.

Senada dengan penganut paham *environmentalism* yang menegaskan pentingnya menjaga keseimbangan ekologi, menjaga kelestarian flora dan fauna, menjaga kelestarian wilayah konservasi dengan cara menetapkan regulasi dari pemerintah yang bersifat mengikat dan juga masyarakat sekitar yang berpartisipasi dalam hal pelaksanaannya. Berbagai penyuluhan dan edukasi juga perlu diterapkan agar kesadaran masyarakat semakin meningkat (Hidayat dkk, 2011).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Pengambilan data dilakukan dengan metode eksplorasi yaitu mengambil sampel secara langsung di lokasi penelitian. Data yang dianalisa adalah indeks keanekaragaman Shannon-Wiener dan Indeks Dominansi Simpson makrozoobentos, serta parameter fisika dan kimia air di Sumber Taman.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2018. Pengambilan sampel air, substrat, dan makrozoobentos bertempat di Sumber Taman Dusun Krajan Desa Karangsuko Kecamatan Pagelaran Kabupaten Malang. Identifikasi Makrozoobentos bertempat di Laboratorium Optik, Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Identifikasi sifat fisika air dilakukan langsung di lokasi penelitian. Identifikasi sifat kimia air dilakukan dengan bantuan PT. Jasa Tirta Malang.

3.3 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat keruk *Ekman Dredge* untuk mengeruk substrat berlumpur, *Surber Sampler* untuk mengambil makrozoobentos di bebatuan dan sungai, *pH tester* untuk

mengukur pH air, thermometer untuk mengukur suhu, *lux meter* untuk mengukur intensitas cahaya, botol flakon untuk menyimpan specimen makrozoobentos, kertas label, baki untuk mengelompokkan botol flakon berdasarkan stasiun, botol air mineral 1,5 liter untuk mengambil sampel air untuk pengujian di Jasa Tirta, botol *kratingdaeng* untuk mengambil sampel air untuk pengujian DO, boks dan es batu untuk menyimpan botol *kratingdaeng* berisi sampel air, DO meter untuk menguji oksigen terlarut, handphone untuk dokumentasi, buku identifikasi Borror (1996) dan Ozcoz (2011) serta beberapa sumber terpercaya dari internet seperti bugguide.net.

Bahan-bahan yang digunakan dan diteliti dalam penelitian ini adalah makrozoobentos yang didapatkan, sampel air, alkohol 70% untuk mengawetkan makrozoobentos, beserta aquades untuk proses pengukuran DO.

3.4 Prosedur Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tahapan diantaranya sebagai berikut

3.4.1 Studi Pendahuluan

Studi Pendahuluan dilaksanakan pada bulan Desember 2018.

Kegiatan ini bertujuan untuk menentukan stasiun yang akan diamati pada

Sumber Taman Desa Karangsuko Kecamatan Pagelaran Kabupaten

Malang Jawa Timur. Stasiun yang dipilih disebutkan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Deskripsi Stasiun Pengamatan

Stasiun	Ulangan	Deskripsi
I	I	Area sekitar 1 meter dari dekat sumber asli di bawah pohon beringin (alami) (Lampiran 2.5)
	II	Area sumber yang dimanfaatkan warga sekitar untuk mencuci baju (limbah detergen) (Lampiran 2.6)
	III	Area sumber di bawah WC umum (limbah domestik), permulaan sungai (Lampiran 2.7)
	IV	Kolam kecil di bawah sumber yang banyak terpapar daun-daun dan limbah organik lainnya (Lampiran 2.8)
II	I, II, III	Area sungai yang ditemukan aktivitas mencuci dan mandi, airnya keruh dan banyak sampah plastik di substratnya (Lampiran 2.9)
III	I, II, III	Area sungai di bawah jembatan yang dangkal dan jernih (Lampiran 2.10)



Gambar 3. 1 Peta Keseluruhan Stasiun

3.4.2 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive random sampling* di 4 stasiun yang berbeda secara karakteristik seperti yang disebutkan pada tabel 3.1. Pada masing-masing stasiun dibuat 3

substasiun sebagai ulangan (kecuali stasiun I terdapat 4 ulangan). Sampel makrozoobentos diambil dengan metode sampling dengan plot sebesar 40 cm panjang x 40 cm lebar x 40 cm dalam dan diambil pada siang hari (Suartini dkk, 2007). Sampel diambil dengan menggunakan *Ekman Dredge* dan dengan tangan langsung. Sampel yang terdapat dalam *Ekman Dredge* kemudian dimasukkan ke dalam ember berisi air kemudian disaring dengan saringan berukuran 0.5 milimeter. Pengambilan pada substrat bebatuan, kerikil, dan di sungai/area air mengalir menggunakan jaring surber (*surber sampler*) dengan cara menggosok substrat di mulut jaring. Makrozoobentos yang tertinggal diambil, dicuci, dan diawetkan dalam botol kecil dengan alkohol 70%. Masing-masing botol diberi label dan dikelompokkan per stasiun.

3.4.3 Identifikasi Makrozoobentos

Sampel makrozoobentos yang telah terkumpul kemudian diamati, difoto dengan menggunakan mikroskop stereo dan diidentifikasi dengan keempat buku acuan yaitu Oscoz *et al* (2011), Borror (1996), dan beberapa literatur resmi dari internet. Jumlah masing masing makrozoobentos yang ditemukan kemudian dimasukkan dalam tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3. 2 Tabel Perekam Data

No	Famili/Spesies	Stasiun I				Stasiun II			Stasiun III		
		1	2	3	4	1	2	3	1	2	3
1											
2											
3											

3.4.4 Pengukuran faktor fisika-kimia air

Pengukuran sifat fisika air dilakukan secara langsung di lokasi pengamatan. Parameter yang diteliti adalah suhu, intensitas cahaya, dan kedalaman. Suhu diukur dengan thermometer raksa, intensitas cahaya diukur dengan *lux meter*, kedalaman diukur dengan meteran. Pengukuran pH langsung dilakukan di lokasi penelitian dengan pH tester. Pengukuran DO dilakukan di Laboratorium Ekologi, Jurusan Biologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pengukuran BOD, COD, dan TSS dilakukan oleh PT. Jasa Tirta Malang.

1. pH (derajat keasaman)

Pengukuran pH dilakukan dengan pH tester. Sampel air dari masing-masing substasiun diambil sebelum pengambilan substrat. Sampel air dimasukkan ke dalam botol lalu diberi label. Sampel air dituangkan secukupnya ke dalam gelas kemudian ditetaskan pH tester di dalamnya. Warna yang muncul lalu dicocokkan dengan standard dan dicatat hasilnya.

2. *Dissolved Oxygen* (DO)

Pengukuran *Dissolved Oxygen* dilakukan dengan menggunakan DO meter. Sampel air diambil dari permukaan tanpa gelembung dan dimasukkan ke botol gelap lalu ditutup rapat. Botol kemudian dimasukkan ke dalam termos berisi es batu dan diukur kurang dari

24 jam setelah pengambilan sampel. Sampel air dituangkan ke dalam gelas kecil. Batang DO meter dimasukkan ke dalam botol lalu angka yang keluar di layar DO meter dicatat. Batang DO meter dibilas dahulu dengan aquades sebelum berganti sampel.

3. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Pengukuran COD dilakukan dengan menggunakan metode winkler (Hamid, 2013).

4. *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*

Pengukuran BOD dilakukan dengan metode Refluks (Hamid, 2013).

5. *Total Suspended Solid (TSS)*

Pengukuran kekeruhan air dengan mengukur TSS yang dianalisis dengan metode Gravimetri (Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 02 Tahun 1988).

3.5 Analisis Data

Berikut ini adalah beberapa indeks yang dihitung setelah data famili Makrozoobentos ditemukan.

3.5.1 Indeks Keanekaragaman

Rumus Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener dijelaskan dalam Koesoebiono (1987):

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

Keterangan rumus:

H' = Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener

$$P_i = n_i/N$$

n_i = Jumlah individu masing-masing jenis

N = Jumlah total individu dari seluruh jenis

3.5.2 Indeks Dominansi

Umumnya dalam suatu ekosistem terdapat populasi spesies tertentu yang lebih dominan dari spesies lain. Dominansi spesies tersebut mempengaruhi rantai energi dan keadaan lingkungan. Disebutkan dalam Odum (1993) bahwa dominansi dapat diketahui dengan persamaan:

$$D = \sum (n_i/N)^2$$

Keterangan:

D : Indeks dominansi Simpson

n_i : Jumlah individu masing-masing jenis

N : Jumlah total individu

Indeks dominansi Simpson digunakan untuk tujuan menentukan kualitas perairan dengan keragaman jenis yang tinggi. Nilai indeks dominansi Simpson hanya berkisar 0-1. Apabila mendekati 0 maka struktur komunitas dalam keadaan stabil. Apabila mendekati 1 berarti terdapat tekanan lingkungan yang menyebabkan struktur komunitas tidak stabil alias ada spesies yang mendominasi. Spesies ini mampu mendominasi dikarenakan resisten terhadap perubahan lingkungan (Fachrul, 2007).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Famili Makrozoobentos yang ditemukan di Sumber Taman dan Alirannya

Makrozoobentos yang berhasil ditemukan pada penelitian ini adalah sebanyak 15 spesies dengan 12 famili diantaranya adalah Pachychilidae, Lymnaeidae, Lumbricidae sebanyak tiga spesimen, Tubificidae, Hydropsychidae, Potamonautidae, Baetidae, Culicidae, Gomphidae, Astacidae, Thiaridae, Formicidae, dan Caenidae.

a. Spesimen 1

Spesimen 1 yang ditemukan memiliki ciri-ciri morfologi sebagai berikut: cangkang berwarna hitam, keras, berulir besar (sekitar 6 uliran) dan mempunyai panjang kurang lebih 3 cm dalam cangkang yang utuh. Specimen ini memiliki ciri khusus berupa mulut atau bukaan cangkang yang tebal seperti ditemukan pada gambar 4.1.

Berdasarkan ciri-ciri tersebut, Spesimen 1 memiliki kemiripan dengan ciri-ciri yang dimiliki oleh famili Pachychilidae. Pachychilidae berasal dari kata Pachyl yang dalam Bahasa Yunani berarti tebal dan Chilus yang berarti bibir. Mengacu pada struktur cangkang yang menebal pada lubang bukaannya. Kebanyakan peneliti pada abad ke-20 tidak menjadikan Pachychilidae sebagai suku tersendiri, namun memasukannya pada suku Thiaridae atau Pleuroceridae. Namun revisi terbaru yang berbasis bukti-bukti morfologis dan

molekuler menunjukkan bahwa suku ini berbeda dari Thiaridae (Bouchet *et.al.*, 2005).

Klasifikasi dari Pachychiidae adalah (Fischer & Crosse, 1982):

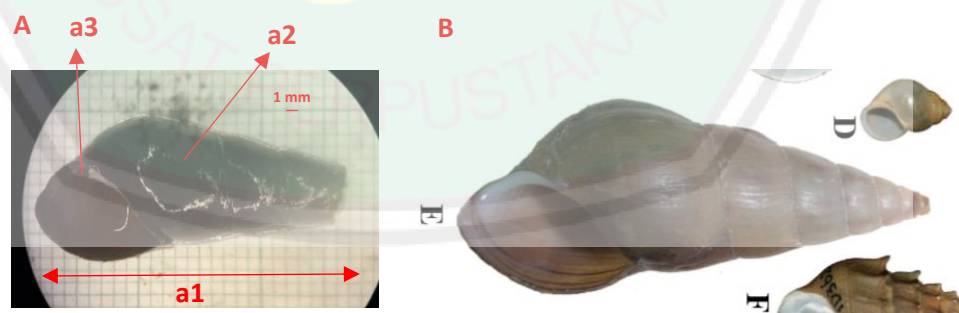
Filum: Mollusca

Kelas: Gastropoda

Ordo: Mesogastropoda

Famili: Pachychilidae

Kehadiran Pachychilidae hampir di semua stasiun dengan dan ulangan (kecuali Stasiun I Ulangan IV) dengan jumlah terbanyak dari famili lain menunjukkan bahwasanya Famili ini tersebar secara kosmopolit, dapat bertahan di berbagai kondisi. Kehadiran Famili ini sebagai satu-satunya famili Makrozoobentos di Stasiun I Ulangan IV menunjukkan kemampuan bertahan pada perairan dengan kedalaman cukup tinggi (1,5 meter), derajat keasaman yang sedikit rendah (pH 6.0), oksigen terlarut yang lebih rendah dari kebanyakan stasiun lain (9,5 ppm).



Gambar 4. 1 Morfologi Spesimen 1: A. Foto Pengamatan (a1. Panjang cangkang 25 mm, a2. Ulir besar, a3. Chilus); B. Gambar literatur Pachychilidae (Isnaningsih, 2014).

b. Spesimen 2

Spesimen 2 memiliki ciri-ciri morfometri dan morfologis sebagai berikut: panjang cangkang sekitar 15 mm, warna coklat susu, coklat krem, dan putih pada bagian tertentu. Adapun tubuhnya bewarna putih. Ciri khusus yang ditemukan adalah bukaan cangkang (chilus) yang tipis, berbentuk bulat telur, serta sulur/ulir setelahnya yang jauh lebih kecil dan runcing seperti ditemukan pada gambar 4.2.

Berdasarkan ciri-ciri morfologi tersebut, maka Spesimen 2 memiliki kemiripan dengan famili Lymnaeidae. Hal ini mirip seperti yang disebutkan oleh Djajasmita (1999) bahwa Lymnaeidae atau keong sawah memiliki ciri cangkang yang tipis dengan bentuk bulat telur, sulur kecil dan runcing, seluk akhir besar dan gembung, tepi cangkang membulat atau menyiku. Cangkang bewarna jerami, kehijauan, hingga coklat kekuningan. Mulut cangkang besar, bundar telur atau lonjong, tingginya dua per tiga tinggi cangkang, sumbu cangkang terpilin, bibir cangkang tipis dan rapuh. Keong ini dapat ditemukan di perairan tergenang maupun berarus lambat hingga ketinggian 2.000 mdpl, dan dikenal sebagai inang cacing parasite *Fasciola gigantica* dan *Fasciola hepatica* yang menyebabkan penyakit radang hati pada ternak (Berger, 2014).

Lymnaeidae memiliki klasifikasi sebagai berikut (Edomson, 2002):

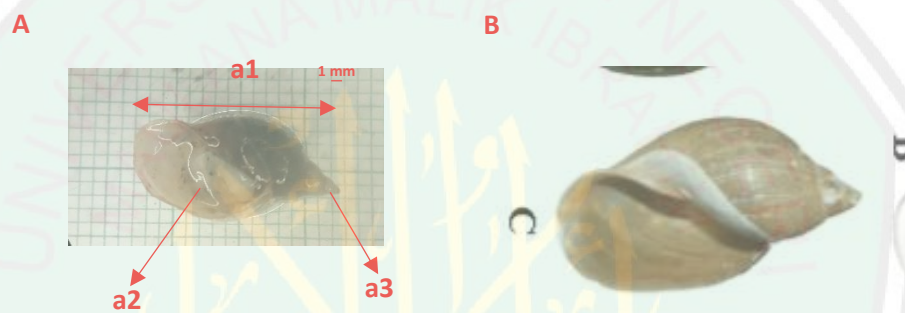
Filum: Mollusca

Kelas: Gastropoda

Ordo: Mesogastropoda

Famili: Lymnaeidae

Keong jenis ini lebih rentan terhadap perubahan lingkungan serta polusi. Hal ini dibuktikan dengan keberadaannya yang hanya terdapat di Stasiun III yang notabene memiliki karakteristik yang paling baik. Hal ini diperkuat dengan pemaparan Utzinger dan Taner (2000) bahwa keong jenis *Lymnaea* cocok di perairan yang tidak terlalu dalam dan kaya akan detritus tanaman. Jenis keong ini menurut Munarto (2010) bergantung pada tumbuhan air untuk bernapas, meletakkan telur, makan, dan berlindung.



Sumber: Isnaningsih (2014)

Gambar 4. 2 Morfologi Spesimen 2: A. Foto Pengamatan (a1. Panjang cangkang sekitar 15 mm, a2. Cangkang tipis berbentuk bulat telur, a3. Ulir cangkang kecil dan runcing); B. Gambar literatur Lymnaeidae (Isnaningsih, 2014)

c. Spesimen 3

Spesimen 3 yang ditemukan memiliki ciri-ciri morfologi sebagai berikut: memiliki panjang tubuh sekitar 25 mm, tubuh bersegmen sekitar 85 segmen, bagian dorsal berwarna hitam, bagian ventral berwarna coklat muda, klitellum sulit diidentifikasi (diduga belum tumbuh sempurna), tidak ditemukan mata, memiliki mulut, ekor berwarna coklat semi transparan dengan segmen yang jauh lebih kecil daripada segmen tubuh seperti ditemukan pada Gambar 4.3.

Berdasarkan ciri-ciri tersebut, Spesimen 3 memiliki kemiripan dengan filum Annelida famili Lumbricidae. Termasuk filum Annelida dikarenakan tersusun atas segmen-segmen yang saling berhubungan (somit). Peredaran darah, saraf, alat berkembang biak, sekresi, dan lain-lain berkembang dengan baik. Di antara kulit dan dinding ususnya terdapat rongga. Setiap segmen tubuhnya memiliki pembuluh darah, alat berkembang biak, otot, dan alat ekskresi sendiri. Oleh karena cacing ini tidak memiliki mata maka cacing ini tergolong ke dalam famili Lumbricidae. Cacing ini banyak ditemukan di air tawar dan tanah yang mengandung humus (Astuti 2007).

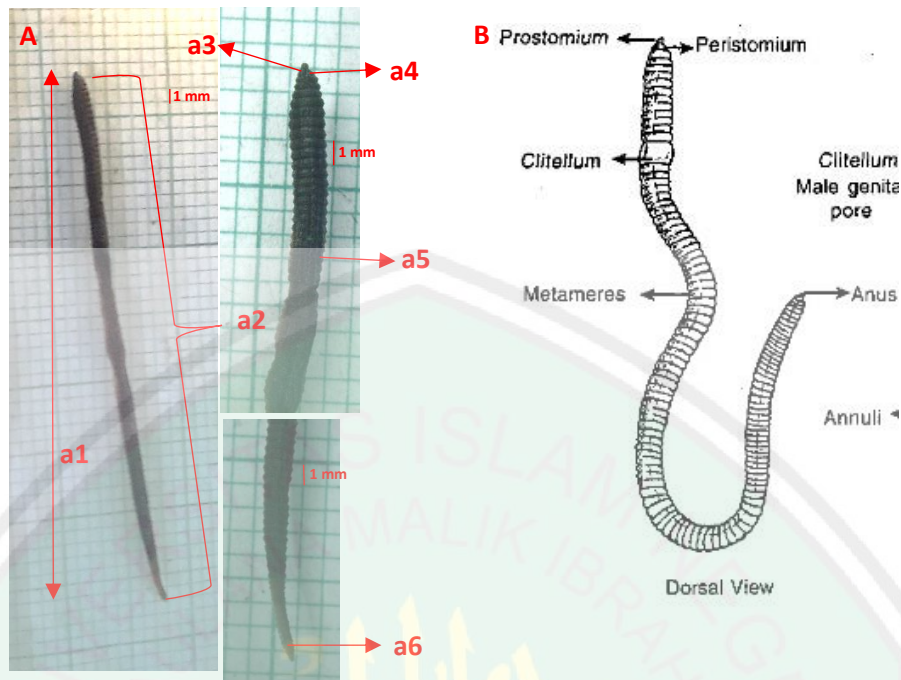
Klasifikasi Lumbricidae menurut Edmonson (1959) adalah:

Filum: Annelida

Kelas: Oligochaeta

Ordo: Chaetopoda

Famili: Lumbricidae



Gambar 4. 3 Morfologi Spesimen 3: A. Foto Pengamatan (a1. Panjang tubuh 40 mm, a2. Segmen berjumlah ± 85 , a3. Prostomium, a4. Peristomium, a5. Klitellum, a6. Anus); B. gambar literatur Lumbricidae (Jamieson, 2006)

d. Spesimen 4

Spesimen 4 ditemukan memiliki ciri-ciri sebagai berikut: berwarna merah dengan panjang sekitar 14 mm. Apabila dilihat dari mikroskop terlihat kulit cacing ini berwarna transparan, dengan organ dalam berwarna merah kecoklatan. Bagian sepal terlihat tidak memiliki mata, namun memiliki mulut. Tubuh cacing ini ditemukan bersekat-sekat kecil teratur. Dan setiap beberapa sekat terlihat cekungan tubuh mirip seperti ruas-ruas jari seperti pada gambar 4.4.

Berdasarkan ciri-ciri tersebut, Spesimen 4 mempunyai kemiripan dengan ciri-ciri morfologi cacing sutera (Famili Tubificidae). Menurut Stimpson dan Klemm (1982), cacing sutera yang sering disebut juga cacing lumpur termasuk cacing kosmopolit yang ditemukan di sedimen dalam danau dan sungai. Famili

ini termasuk organisme kunci bagi komunitas bentos. Dalam ekosistem air tawar, Tubificidae berperan sebagai cacing permakan detritus (detritivor). Cacing ini memiliki organ reproduksi ganda atau hermaphrodit. Cacing ini banyak dimanfaatkan sebagai makanan hidup bagi ikan dan hewan-hewan akuatik lainnya.

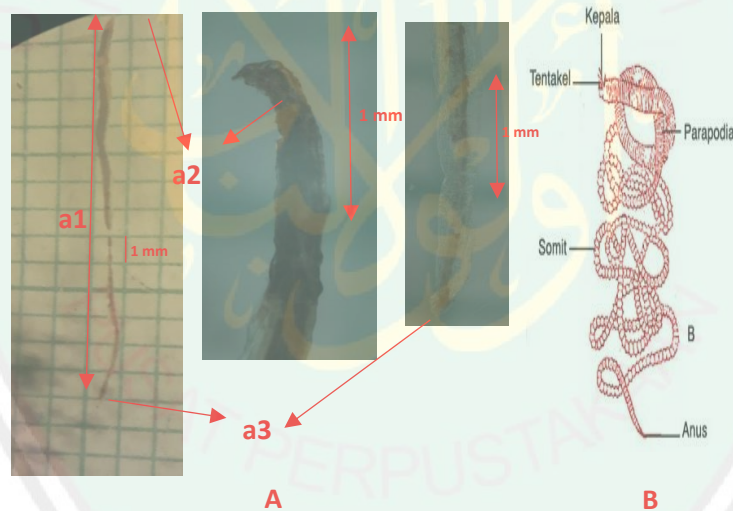
Klasifikasi Tubificidae menurut Edmonson (1959) adalah:

Filum: Annelida

Kelas: Oligochaeta

Ordo: Haplotaxida

Famili: Tubificidae



Gambar 4. 4 Morfologi Spesimen 4: A. Foto Pengamatan (a1. Panjang sekitar 14 mm, a2. Kepala, a3. Anus, a4. Segmen); B. Gambar literatur Tubificidae (Arkhipova, 1996).

e. Spesimen 5

Spesimen 5 ditemukan berukuran sekitar 10 mm, bewarna putih tulang kecoklatan dengan caput dan thoraks diselimuti lapisan bewarna hijau. Hewan ini memiliki tiga pasang kaki yang terletak di tiga ruas thoraks, diikuti dengan abdomen yang berjumlah 8 ruas dan kemudian ekor yang bercabang dua. Ciri khusus yang ditemukan adalah pada caput dan thoraks terdapat lapisan bewarna hijau seperti pada Gambar 4.5.

Berdasarkan ciri-ciri tersebut, Spesimen 5 memiliki kemiripan dengan ciri-ciri morfologi yang dimiliki famili Hydropsychidae pada fase larva. Larva Hydropsychidae menurut Gerber (2002) dalam Hamid (2013) memiliki insang di ruas abdomen yang digunakannya untuk bernapas. Insang tersebut diidentifikasi oleh Bland (1978) sebagai insang yang berbentuk seperti semak-semak. Larva ini hidup di sungai sedangkan dalam fase dewasa hidup di persawahan. Larva ini hidup di bawah bebatuan dan membangun jaring perangkap yang berbentuk cekung. Jaring tersebut menghadap aliran sehingga akan menangkap makanan seperti alga, diatom, krustasea, dan beberapa insekta akuatik. Larva Hydropsychidae menunggu makanannya dengan menetap di jaringnya (Department of Entomology IOWA State University, 2005)

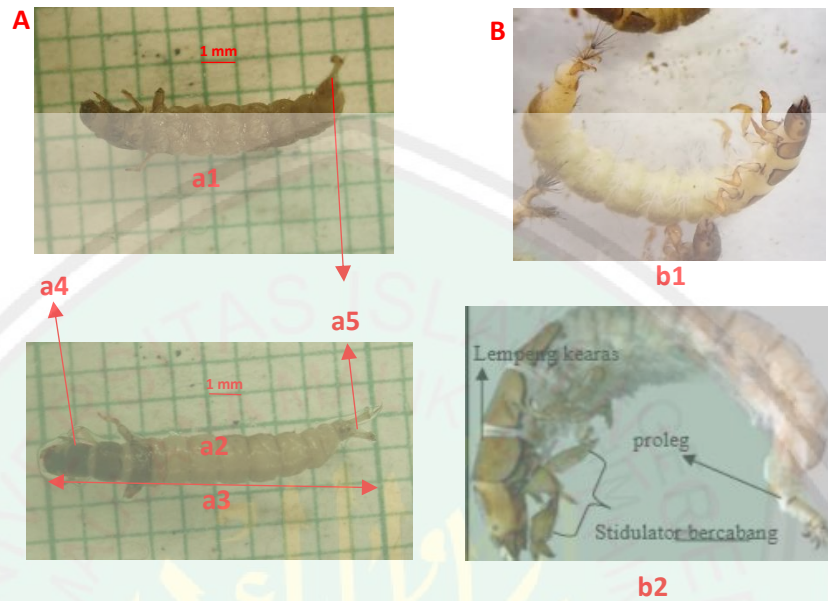
Klasifikasi famili Hydropsychidae menurut Ozcoz (2011):

Filum: Arthropoda

Kelas: Insecta

Ordo: Trichoptera

Famili: Hydropsychidae



Gambar 4. 5 Morfologi Spesimen 5: A. Foto Pengamatan (a1. Tampak ventral, a2. Tampak dorsal, a3. Panjang 10 mm, a4. Lempeng keras, a5. Proleg); B. Gambar literatur Hydropsychidae (b2. John van der Linden (2013) via bugguide.net, b3. Ozcoz (2011)).

f. Spesimen 6

Spesimen 6 ditemukan memiliki ciri-ciri morfologi seperti pada gambar 4.6. yaitu berwarna putih buram dan pada tengah tubuh berwarna transparan. Pada kepalanya tidak ditemukan mata namun ditemukan mulut. Tubuhnya bersegmen sekitar kurang lebih 40 segmen dan lunak. Rongga tubuhnya (antara usus dan kulit) terlihat pada bagian tengah tubuh cacing ini. Terlihat bulatan-bulatan warna hijau di ususnya yang diduga adalah makanan yang dicerna cacing ini.

Berdasarkan ciri-ciri tersebut, Spesimen 6 memiliki kemiripan dengan ciri-ciri morfologi pada kelas Oligochaeta famili Lumbricidae.

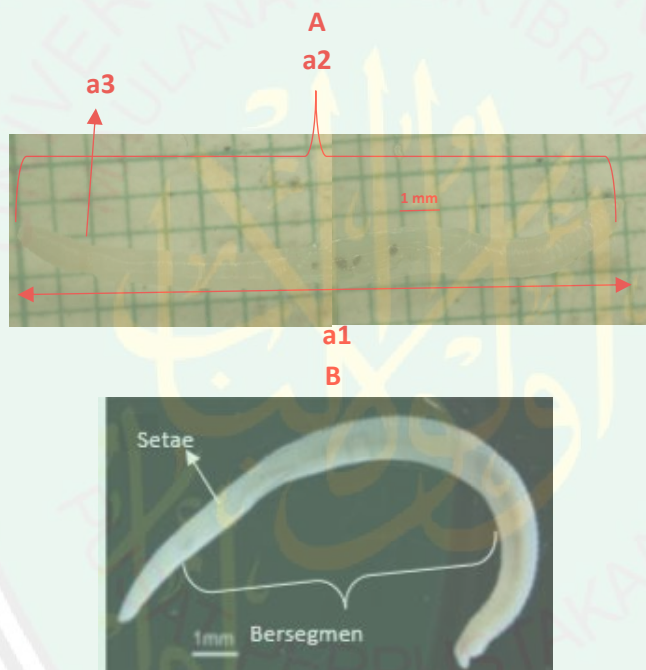
Klasifikasi Lumbricidae menurut Edmonson (1959) adalah:

Filum: Annelida

Kelas: Oligochaeta

Ordo: Chaetopoda

Famili: Lumbricidae



Gambar 4. 6 Morfologi Spesimen 6: A. Foto Pengamatan. (a1. Panjang 18 mm, a2. Tubuh bersegmen, a3. Setae); B. Gambar literatur Lumbricidae (Ozcoz, 2011)

g. Spesimen 7

Spesimen 8 ditemukan memiliki ciri-ciri morfologis sebagai berikut: panjang tubuh sekitar 6 cm, segmen berjumlah sekitar 200, memiliki warna

coklat semi transparan. Tubuhnya bersekat dan rongga tubuhnya terlihat jelas. Organ tubuh yang terlihat berwarna merah keunguan seperti pada gambar 4.7.

Berdasarkan ciri-ciri tersebut, Spesimen 8 memiliki kemiripan dengan ciri-ciri yang dimiliki oleh kelas Oligochaeta famili Lumbricidae. Menurut Gerber (2002) dalam Hamid (2013), Oligochaeta air mirip dengan cacing tanah pada umumnya. Organ internal terlihat jelas dari luar karena tubuh yang transparan dan tipis. Cacing ini dapat ditemukan di bawah substrat dan mampu bertahan dengan oksigen yang rendah. Oligochaete mempunyai kemampuan meregenerasi tubuh ketika tubuhnya terluka atau terpotong. Cacing ini berkembang biak dengan membelah diri, bernapas melalui kulit, dan bergerak dengan memendekkan dan memanjangkan tubuhnya (Astuti, 2007). Terdapat sekumpulan rambut yang membantu pergerakan yang hanya dapat dilihat melalui mikroskop, namun tidak bisa dilihat dengan mata telanjang (Gerber, 2002).

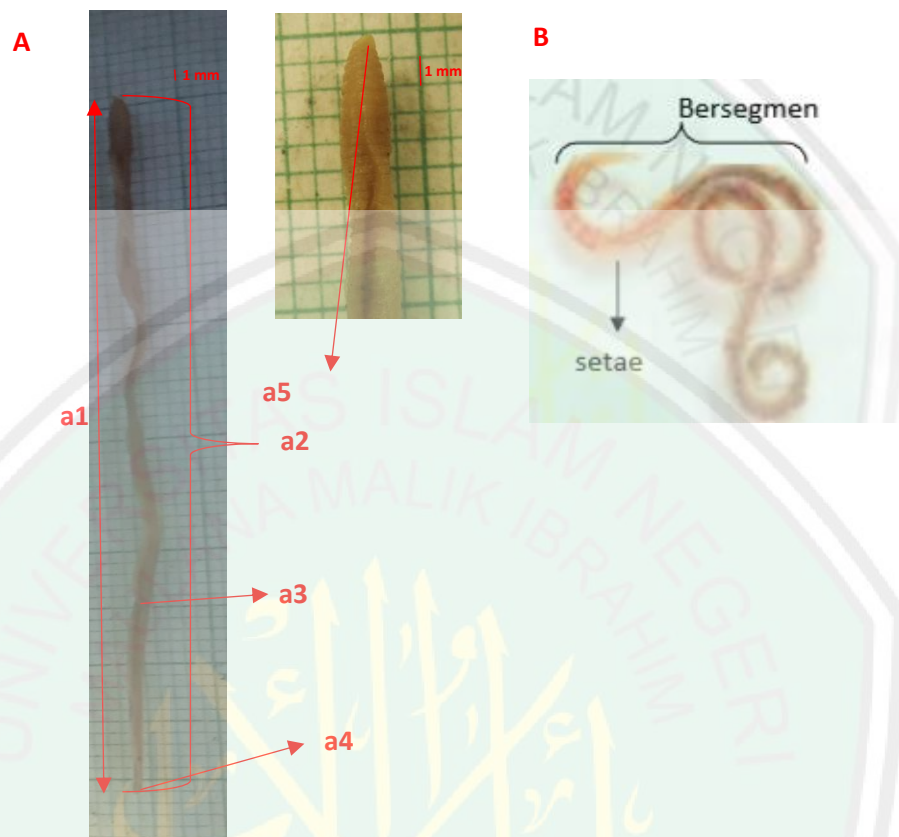
Klasifikasi Lumbricidae menurut Edmonson (1959) adalah:

Filum: Annelida

Kelas: Oligochaeta

Ordo: Chaetopoda

Famili: Lumbricidae



Gambar 4. 7 Morfologi Spesimen 7: A. Foto Pengamatan (a1. Panjang 60 mm, a2. Segmen $\pm$ 200 segmen, a3. Setae, a4. Anus, a5. Prostomium); B. Gambar literatur Lumbricidae (Gerber, 2002).

h. Spesimen 8

Spesimen 8 memiliki ciri-ciri morfologi sebagai berikut: panjang tubuh hanya 4 mm, bewarna transparan dan agak kecoklatan pada bagian thoraks dan sepalnya. Cepal memiliki sepasang mata bewarna hitam, sepasang lubang hidung, dan sepasang sungut. Thoraks terlihat memiliki rongga antara organ dan kulit, serta memiliki tiga pasang kaki. Abdomen memiliki sekitar 8 ruas dan kemudian ekor yang panjangnya sekitar 1,2 mm seperti pada Gambar 4.8.

Berdasarkan ciri-ciri tersebut, Spesimen 8 memiliki kemiripan dengan famili Baetidae. Menurut Department of Entomology, IOWA University

(2004), Baetidae berukuran sangat kecil dan tidak sampai 15 mm. Ketika dewasa famili ini memiliki ciri khusus yaitu sayap yang sangat kecil bahkan tidak ada. Nimfa famili ini menurut Borror (1996) hidup di berbagai habitat akuatik.

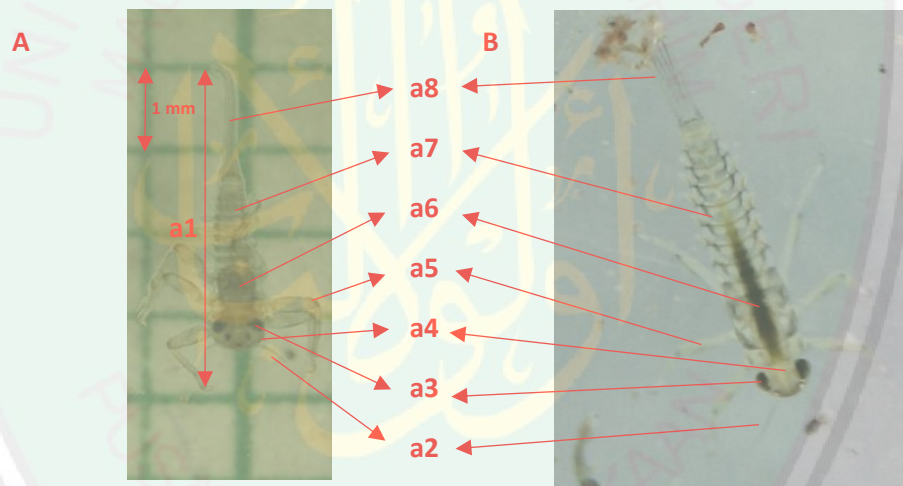
Klasifikasi Baetidae menurut Borror (1996) adalah:

Filum: Arthropoda

Kelas: Insecta

Ordo: Ephemeroptera

Famili: Baetidae



Gambar 4. 8 Morfologi Spesimen 8: A. Foto Pengamatan (a1. Panjang 4 mm, a2. Sungut, a3. Mata, a4. Sepal, a5. Kaki, a6. Thoraks, a7. Abdomen, a8. Ekor bercabang); B. Gambar literatur Baetidae (bugguide.net, 2015).

i. Spesimen 9

Spesimen 9 ditemukan dengan ciri-ciri sebagai berikut: berwarna coklat, panjang tubuh sekitar 30 mm, mempunyai 10 kaki dengan kaki paling depan berbentuk capit, tubuh yang berbentuk segi enam, memiliki mata hitam dan dua sungut. Morfologi Spesimen 9 dapat dilihat pada gambar 4.9.

Berdasarkan ciri-ciri tersebut, Spesimen 9 memiliki kemiripan dengan ciri-ciri morfologi yang dimiliki famili Potamonautidae. Famili ini memiliki ciri khas abdomen yang tidak terlalu berkembang dan menyusut (Borror, 1996). Selain itu, Potamonautidae juga memiliki batang mata. Batang mata tersebut menurut Gerber (2002) dalam Hamid (2013) memiliki fungsi menopang pergerakan mata. Batang mata menyebabkan mata kepiting air tawar ini seolah-olah memanjang. Borror menyebut capit sebagai kuku yang besar. Kepiting adalah salah satu kelompok yang sangat penting karena berguna untuk makanan dan menyuplai kebutuhan industri perairan (Borror dkk, 1996).

Klasifikasi kepiting air tawar menurut Gerber (2002) dalam Hamid (2013) adalah:

Filum: Arthropoda

Kelas: Crustacea

Ordo: Decapoda

Famili: Potamonautidae



Gambar 4. 9 Morfologi Spesimen 9: A. Foto Pengamatan (a1. Panjang 30 mm, a2. Capit, a3. Mata); B. Gambar literatur Potamonautidae (Gerber, 2002).

j. Spesimen 10

Spesimen 10 ditemukan memiliki ciri-ciri morfologi sebagai berikut: dalam fase larva, berukuran hanya 3 mm, sepal lebih besar daripada abdomen dan berwarna hitam, thoraks lebih besar dari sepal. Abdomen memiliki 8 ruas. Ekor bercabang seperti pada Gambar 4.10.

Berdasarkan ciri-ciri tersebut, Spesimen 10 memiliki kemiripan dengan famili Culicidae pada fase larva. Pada gambar literatur mikroskopis, setiap bagian tubuhnya memiliki bentukan seperti rambut yang lurus dan tajam. Menurut Borror (1996), larva nyamuk hidup dalam berbagai macam genangan air. Namun satu spesies memiliki lingkungan yang spesifik dan berbeda dengan spesies lain. Larva nyamuk selalu berenang secara teratur ke permukaan untuk mengambil oksigen untuk bernapas. Larva mengambil oksigen melalui satu selang pernapasan yang terletak pada ujung posterior tubuh. Makanan larva nyamuk adalah alga, kotoran organik, ataupun larva nyamuk lainnya.

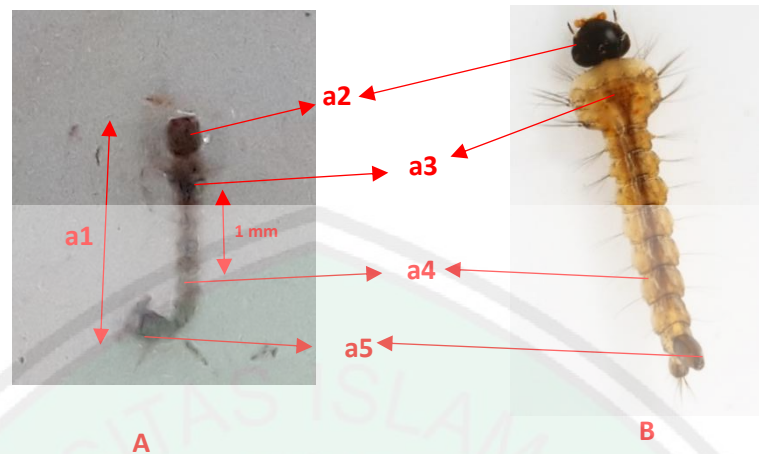
Klasifikasi Larva Nyamuk menurut Borror (1996) adalah:

Filum: Arthropoda

Kelas: Insecta

Ordo: Diptera

Famili: Culicidae



Gambar 4. 10 Morfologi Spesimen 10: A. Foto Pengamatan (a1. Panjang 3 mm, a2. Sepal, a3. Thoraks, a4. Abdomen, a5. Ekor); B. Gambar literatur larva Culicidae (bugguide.net, 2015).

k. Spesimen 11

Spesimen 11 ditemukan memiliki ciri-ciri sebagai berikut: panjang sekitar 30 mm, tubuh bewarna coklat dan warnanya lebih gelap pada thoraks dan caput, memiliki tiga pasang kaki, setiap kaki memiliki 4 ruas. Memiliki dua pasang sayap. Abdomen memiliki 11 ruas, setiap ruas terdapat titik hitam di kedua sisi nya. Mata berbentuk segitiga bila tampak dorsal dan berwarna hitam. Memiliki mulut berbentuk sejenis capit. Ciri khusus yang ditemukan adalah memiliki dua buah sayap kecil yang meruncing seperti pada Gambar 4.11.

Berdasarkan ciri-ciri tersebut, Spesimen 10 memiliki kemiripan dengan famili Gomphidae. Gomphidae masih satu keluarga dengan capung dalam subordo Anisoptera. Borrer menyebut famili ini sebagai capung ekor gada. Ditemukan di sepanjang aliran sungai, danau, dan pantai. Menurut Bouchard (2004) fungsi capit pada Gomphidae adalah untuk menangkap mangsa dengan

cara menjepitnya. Sedangkan warna tubuh yang coklat gelap memiliki tujuan kamuflase dalam lingkungannya.

Klasifikasi Gomphidae menurut Borror (1996) adalah:

Filum: Arthropoda

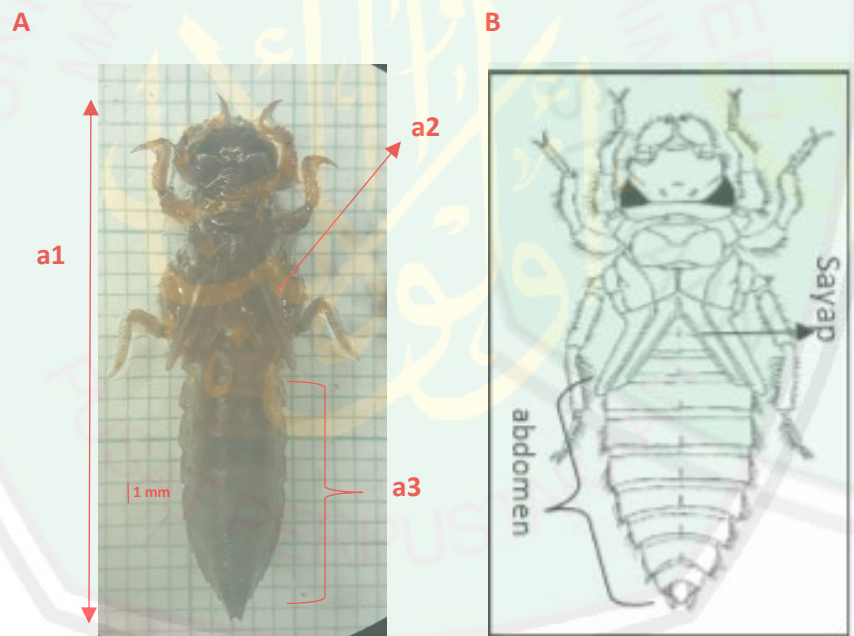
Kelas: Insecta

Ordo: Odonata

Subordo: Anisoptera

Superfamili: Aeschnoidea

Famili: Gomphidae



Gambar 4. 11 Morfologi Spesimen 11: A. Foto Pengamatan (a1. Panjang 30 mm, a2. Sayap, a3. Abdomen); B. Gambar literatur Gomphidae (Bouchard, 2004).

1. Spesimen 12

Spesimen 12 memiliki ciri-ciri sebagai berikut: panjang tubuh sekitar 3 cm, bewarna putih semi transparan, memiliki 5 pasang kaki dengan kaki terdepan berbentuk capit, abdomen berjumlah 6 ruas, ekor lebih dari satu lapis. Thoraks transparan sehingga jeroan tampak hitam dari luar. Caput berbentuk kerucut dengan dua sungut kecil dan dua sungut besar yang bergabung menjadi satu seperti pada Gambar 4.12.

Berdasarkan ciri-ciri tersebut, Spesimen 12 memiliki kemiripan dengan ciri-ciri morfologi yang dimiliki famili Astacidae. Berbeda dengan Potamonautidae, abdomen Astacidae berkembang sangat baik. Dalam ekosistem air tawar, famili ini berguna sebagai makanan hewan akuatik yang lebih besar (Borror dkk, 1996).

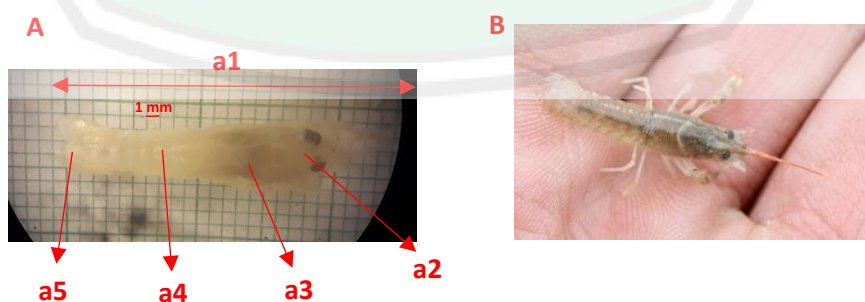
Klasifikasi Astacidae menurut Borror (1996) adalah:

Filum: Arthropoda

Kelas: Crustacea

Ordo: Decapoda

Famili: Astacidae



Gambar 4. 12 Morfologi Spesimen 12: A. Foto Pengamatan (a1. Panjang 30 mm, a2. Sepal, a3. Thoraks, a4. Abdomen, a5. Ekor); B. Gambar literatur Astacidae (bugguide.net, 2015).

m. Spesimen 13

Spesimen 13 ditemukan dengan ciri-ciri morfologi sebagai berikut: ukuran yang lebih kecil, lebih ramping, dan jumlah yang lebih banyak daripada Pachychilidae. Uliaran pertama berukuran paling besar kemudian diikuti uliran kedua, ketiga, dan seterusnya dengan ukuran yang lebih kecil. Uliarnya berjumlah sekitar 5-6 buah. Cangkang yang berulir tersebut memiliki warna hitam dan panjang sekitar 20 mm. Pada setiap ulirnya terdapat pola kecoklatan yang tidak ditemukan pada Pachychilidae. Morfologi Spesimen 13 dapat dilihat pada Gambar 4.13.

Berdasarkan ciri-ciri tersebut, Spesimen 13 memiliki kemiripan dengan ciri-ciri famili Thiaridae. Thiaridae mempunyai uliran yang mengecil secara teratur dari anterior ke posterior seperti pada penelitian Isnaningsih (2014) (Gambar 4.13 B). Famili ini terdapat sangat melimpah di Stasiun I Ulangan IV yang notabene adalah area dengan masukan limbah organik berupa dedaunan terbanyak dan mengendap di dasarnya. Hal itu menunjukkan bahwa habitat tersebut cocok untuk famili Thiaridae.

Kemelimpahan Famili Thiaridae selain karena faktor ekologis yang mendukung, juga disebabkan sifat perkembangbiakannya yang parthenogenesis. Jadi jika satu ekor dari famili ini terpisah dari yang lainnya, maka satu ekor tersebut akan membuat koloni baru dengan cepat. Hal inilah yang menurut Gregoric (2007) menyebabkan famili ini mempunyai populasi yang melimpah dengan kerapatan yang tinggi di suatu habitat air tawar.

Klasifikasi Thiaridae menurut Gerber (2002) dalam Hamid (2013)

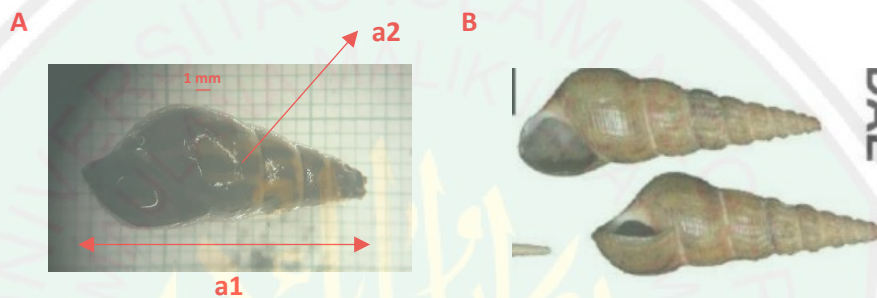
adalah:

Filum: Mollusca

Kelas: Gastropoda

Ordo: Mesogastropoda

Famili: Thiaridae



Gambar 4. 13 Morfologi Spesimen 13: A. Foto Pengamatan (a1. Panjang 20 mm, a2. Ulir ramping); B. Gambar literatur Thiaridae (Marwoto, 2011).

n. Spesimen 14

Spesimen 14 ditemukan memiliki ciri-ciri morfologi sebagai berikut: panjang tubuh kurang lebih 9 mm, bewarna coklat gelap, memiliki tiga pasang kaki, sepal lebih besar daripada abdomen dengan mata besar bewarna hitam, bentukan capit pada mulut, dan capit besar yang menjulur dari bawah mulut. Thoraks lebih sempit daripada sepal. Abdomen berbentuk menggembung lebih besar dari keduanya. Ujung abdomen berupa ekor yang terbelah dua. Morfologi Spesimen 14 dapat dilihat pada Gambar 4.14.

Berdasarkan ciri-ciri tersebut, Spesimen 14 memiliki kemiripan dengan ciri-ciri morfologi Formicidae. Formicidae adalah salah satu famili dari ordo Hymenoptera (serangga bersayap selaput) yang menyebar luas, terdapat di

mana-mana dan lebih banyak dari hewan darat lainnya. Oleh karena semut adalah hewan darat maka menjadi pertanyaan tersendiri tentang keberadaan tiga famili ini di Stasiun I Ulangan IV. Menurut Borror (1996), semut dengan koloninya yang berjumlah ribuan bersarang di segala tempat diantaranya adalah: rongga-rongga tanaman, membuat lubang di kayu, dan kebanyakan membangun sarangnya di tanah yang berupa jaringan lorong-lorong dan terowongan. Sarang tersebut bisa jadi tampak kecil di permukaan namun sangat besar di bawah tanah. Oleh karenanya semut yang bersarang di bawah tanah inilah yang diprediksi terbawa air dan berada di Stasiun I Ulangan IV. Selain itu, kemungkinan lain keberadaan semut tersebut di dalam air adalah aktivitasnya mencari makan. Makanan semut menurut Borror (1996) adalah sangat beragam: hewan lain yang hidup atau mati, tumbuh-tumbuhan baik fisiknya maupun cairannya, jamur, madu dan sejenisnya, maupun sekresi dari semut lain. Stasiun I Ulangan IV adalah area dengan banyak limbah organik yang mengendap sehingga kemungkinan daun-daun dan limbah organik tersebut yang menjadi makanan famili Formicidae yang ditemukan ini.

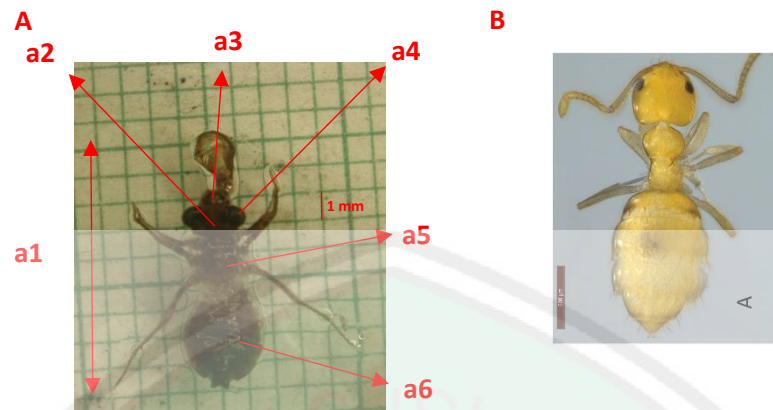
Klasifikasi Formicidae menurut Borror (1996) adalah:

Filum: Arthropoda

Kelas: Insecta

Ordo: Hymenoptera

Famili: Formicidae



Gambar 4. 14 Morfologi Spesimen 14: A. Foto Pengamatan (a1. Panjang 9 mm, a2. Sepal, a3. Capit pada mulut, a4. Mata, a5. Thoraks, a6. Abdomen); B. Gambar literatur Formicidae (Chouvenc, 2018).

o. Spesimen 15

Spesimen 15 memiliki ciri-ciri morfologi sebagai berikut: panjang sekitar 7 mm, tubuh berwarna coklat, bagian tubuh terpisah dengan jelas. Sepal memiliki sepasang mata berwarna hitam, mulut, dan sungut. Thoraks memiliki panjang dua kali sepal dan merupakan tempat tiga pasang kaki. Abdomen memiliki tiga ruas dan berujung pada ekor yang mempunyai organ sejenis rambut berjumlah tiga helai. Helaian tersebut adalah ciri khusus yang ditemukan pada Spesimen ini seperti pada Gambar 4.15.

Berdasarkan ciri-ciri tersebut, Spesimen 15 memiliki kemiripan dengan ciri-ciri famili Caenidae. Helaian pada ekor Caenidae menurut Borror (1996) merupakan tiga filament ekor. Ketika dewasa sayapnya hanya sepasang dan tidak mempunyai sayap belakang. Fase nimfa ini banyak ditemukan di berbagai habitat akuatik terutama di air tenang.

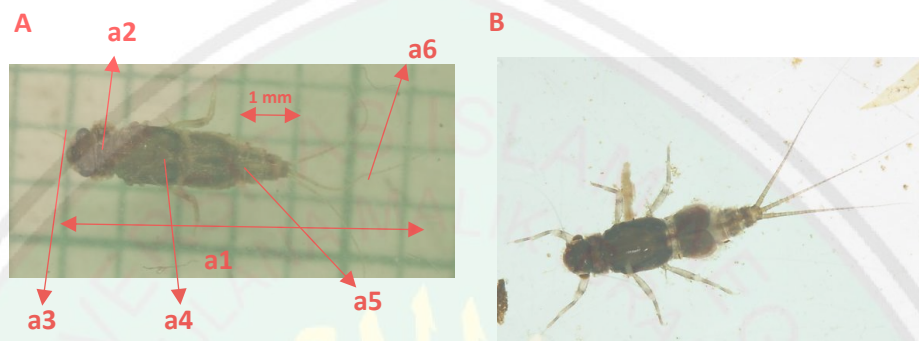
Klasifikasi Caenidae menurut Borror (1996) adalah:

Filum: Arthropoda

Kelas: Insecta

Ordo: Ephemeroptera

Famili: Caenidae



Gambar 4. 15 Morfologi Spesimen 15: A. Foto Pengamatan (a1. Panjang 7 mm, a2. Sepal, a3. Sungut, a4. Thoraks, a5. Abdomen, a6. Filamen ekor); B. Gambar literatur Caenidae (Stephen Luk, 2011) via bugguide.net

4.2 Indeks Keanekaragaman (H') dan Indeks Dominansi (D) Makrozoobentos di Sumber Taman dan Alirannya

Jumlah famili Makrozoobentos yang ditemukan pada 3 Stasiun berbeda di Sumber Taman dan Alirannya dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Jumlah famili Makrozoobentos

No	Famili	Stasiun 1				Stasiun II			Stasiun III		
		1	2	3	4	1	2	3	1	2	3
1	Sp 1 (Pachychilidae)	3	16	21	11	8	7	19	9	15	12
2	Sp 2 (Lymnaeidae)								4	2	3
3	Sp 3 (Lumbricidae I)								5		
4	Sp 4 (Tubificidae)								2		1
5	Sp 5 (Hydropcysidae)					19	13	8	6	10	11
6	Sp 6 (Lumbricidae II)								2		

7	Sp 7 (Lumbricidae III)					3	2
8	Sp 8 (Baetidae)	22	5	17	9	1	9
9	Sp 9 (Potamonautidae)	1	1		1	1	1
10	Sp 10 (Culicidae)			23		3	2
11	Sp 11 (Gomphidae)	4		1			
12	Sp 12 (Astacidae)	7					
13	Sp 14 (Thiaridae)			13			
14	Sp 15 (Formicidae)			3			
15	Sp 16 (Caenidae)	1					

Berdasarkan data tersebut dapat dihitung masing-masing Indeks baik Keanekaragaman maupun Dominansi yang ditunjukkan pada Tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4. 2 Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H') dan Indeks Dominansi Simpson (D)

<i>Stasiun</i>	<i>Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H')</i>	<i>Indeks Dominansi Simpson (D)</i>
<i>Stasiun I</i>	1.58	0.25757
<i>Stasiun II</i>	1.43	0.25363
<i>Stasiun III</i>	1.85	0.2066

Berdasarkan Tabel 4.2. dapat diketahui nilai H' makrozoobentos di Perairan Sumber Taman beserta alirannya. Apabila diurutkan dari tinggi ke rendah berturut-turut adalah Stasiun III (1,85), kemudian Stasiun I (1,58) dan terakhir Stasiun II (1,4). Indeks keanekaragaman tertinggi ditemukan di Stasiun III (kawasan air mengalir, dangkal, bersih, banyak kerikil kecil, terang, dekat dengan jembatan, sekitar 100 meter dari pemukiman penduduk). Sedangkan

yang terendah ditemukan pada Stasiun II (daerah padat aktivitas penduduk yaitu mencuci baju dan mandi, serta ditemukan banyak sampah plastik di substrat dasar).

Satu-satunya famili yang terdapat di semua stasiun adalah Pachychilidae yang tergolong dalam kelas Gastropoda. Kelas ini mempunyai penyebaran yang cukup luas pada substrat berbatu, berpasir, maupun berlumpur (Suartini, 2010). Pachychilidae menurut Bouchet dan Rocroi (2005) dikenal lebih umum oleh kebanyakan ilmuwan sebagai Thiaridae. Beberapa literatur menyebutkan bahwa Thiaridae dapat digunakan sebagai bioindikator untuk kualitas perairan yang kurang baik karena hewan ini ditemukan hampir di seluruh area, mulai dari yang paling bersih hingga yang paling tercemar (Suheriyanto dan Kristanti, 2013). Thiaridae dalam penelitian Siahaan dk (2012) termasuk famili yang dapat bertahan di dalam air dengan oksigen rendah, turbiditas tinggi dan pencemaran organik. Melanoides (salah satu spesies dalam famili Thiaridae) mampu bertahan dalam lingkungan dengan kandungan bahan organik yang rendah (Erni, 2014). Namun dalam penelitian ini, justru Pachychilidae yang ditemukan pada hampir seluruh area. Diduga Pachychilidae inilah yang dimaksud dalam Suheriyanto & Kristanti (2013) dan Siahaan dkk (2012). Sedangkan Melanoides (Thiaridae) hanya ditemukan pada Stasiun I Ulangan IV dengan kandungan bahan organik yang cukup tinggi.

Rendahnya indeks keanekaragaman di stasiun II diduga karena banyaknya sampah di dalam substrat dasar. Substrat sangat menentukan kehidupan makrozoobentos. Sampah plastik yang sangat banyak terpendam di

dasar area ini menjadi penyebab rendahnya indeks keanekaragaman makrozoobentos yang ditemukan. Selain itu, di area ini ditemukan berbagai sampah yang hanyut seperti plastik, rumput, dan barang-barang manusia seperti pembalut dan lain-lain. Padatnya aktivitas di stasiun ini tidak menambah jumlah masukan organik karena hanya ditemukan aktivitas mandi dan mencuci baju, sehingga pencemaran yang terjadi sangat mungkin adalah pencemaran deterjen. Hal ini dibuktikan dengan turbiditas yang sangat tinggi (6,1 mg/L) sebagaimana ditunjukkan oleh Tabel 4.6. Oksigen terlarut yang paling rendah (8.2 ppm) di kawasan yang mengalir menandakan tingginya nilai penguraian organik dan kimiawi yang terjadi. Kedalaman yang lumayan tinggi (1 meter) juga menyebabkan rendahnya indeks keanekaragaman di stasiun ini. Makrozoobentos yang paling mendominasi Stasiun II adalah Hydropsychidae (40 ekor). Hydropsychidae yang termasuk ordo Trichoptera mempunyai sifat yang relatif toleran terhadap pencemaran (Beasley & Kneale, 2004). Hydropsychidae mengindikasikan sebuah perairan tercemar ringan (Trihadiningrum dan Tjondronegoro, 1998).

Stasiun II dan Stasiun III dibagi masing-masing 3 ulangan dengan karakteristik air dan substrat yang hampir sama/tidak terlalu berbeda. Sedangkan Stasiun I dibagi menjadi 4 ulangan yang ternyata hasilnya sangat berbeda. Hal ini dikarenakan pada Stasiun I karakteristik air dan substrat yang berbeda meskipun jaraknya sangat dekat antar stasiun.

Pada Stasiun I Ulangan 1 tidak ditemukan makrozoobentos kecuali 3 ekor Pachychilidae (dikenal juga sebagai Thiaridae oleh mayoritas ilmuwan

abad ke-20). Hal ini dikarenakan Ulangan 1 memiliki kedalaman yang paling tinggi (1.5 meter) (Tabel 4.4) yang menyebabkan air sedikit gelap dan kekurangan cahaya. Oksigen terlarut yang terdapat di stasiun I tersebut juga termasuk rendah diantara yang lain (9.5 ppm) (Tabel 4.6). Air yang berada di area ini cenderung tetap dan tidak bergerak. Kondisi air yang cenderung tetap menurut Ghazali et.al. (2015) tidak dapat mengundang makrozoobentos lain untuk datang. Selain itu, satu-satunya aktivitas manusia yang ditemukan di area ini adalah berenang, sehingga gangguan fisik di substrat dasar oleh manusia amat sangat mungkin menyebabkan tiadanya makrozoobentos yang menghuni area ini.

Stasiun I Ulangan II adalah tempat dengan substrat berupa kerikil kecil, pasir, dan bebatuan besar. Area ini memiliki luas yang lebih kecil (kurang dari seperempat dari luas kolam Stasiun I Ulangan I) dan airnya mengalir beberapa kali lebih cepat dari Stasiun I Ulangan I. Di ujung ulangan ini dijumpai aktivitas manusia berupa mencuci baju yang menyebabkan airnya tercampur dengan limbah detergen namun tidak sampai mencemari seluruh area, hanya area-area setelahnya. Di area ini keanekaragaman lebih tinggi daripada ulangan sebelumnya. Ditemukan 3 famili yaitu Pachychilidae, Astacidae, dan Potamonautidae. Adanya spesies dari Famili Astacidae jika mengacu pada Ministry of Environment Republic of Korea (2010) mengindikasikan air di area ini masih bersih dan bisa dikategorikan kelas 1.

Stasiun I Ulangan III adalah permulaan sungai dengan substrat kerikil. Area ini bersebelahan dengan sawah, mendapat masukan air darinya dan

memungkinkan terpapar limbah pestisida. Selain itu, area ini berada di bawah WC umum sehingga memungkinkan mendapat masukan darinya. Limbah detergen dari aktivitas mencuci di Stasiun I Ulangan II juga mengalir ke area ini. Ditemukan Pachychilidae yang termasuk Filum Moluska, Potamonautidae dan Gomphidae yang termasuk Filum Arthropoda. Kedua filum ini lazim ditemukan di substrat dasar bebatuan (Hynes, 1976). Adanya Gomphidae sebagai indikator perairan tercemar ringan. (Trihadiningrum dan Tjondronegoro, 1998).

Stasiun I Ulangan IV merupakan sebuah kolam yang mendapat aliran dari Ulangan I. Air di kolam ini tenang dan hampir tidak bergerak kecuali di ujung yang mengalir ke Stasiun I Ulangan III. Di kolam ini terdapat banyak sekali limbah organik seperti daun-daun yang jatuh, sisa-sisa ranting, kayu, dan beberapa sampah plastik dari warga sekitar. Banyaknya sampah di kolam ini menyebabkan kolam ini mempunyai kekeruhan dan COD tertinggi sebagaimana pada Tabel 4.6. Famili yang mendominasi di area ini adalah Thiaridae dan Potamonautidae. Melimpahnya Thiaridae di area ini mengindikasikan tempat ini sangat cocok dan memberikan kecukupan makanan bagi Thiaridae.

Adapun nilai Indeks Dominansi Simpson (D) mengacu pada Tabel 4.2. masing-masing stasiun adalah 0,2521 (Stasiun I), 0,2536 (Stasiun II), dan 0,2066 (Stasiun III). Semua stasiun memiliki nilai D mendekati 0. Hal tersebut berarti struktur komunitas makrozoobentos di Sumber Taman stabil terutama pada Stasiun III. Namun demikian tetap ada spesies yang lebih banyak

jumlahnya (lebih dominan) daripada spesies lain, contohnya adalah Pachychilidae dan Thiaridae. Hal tersebut dikarenakan kedua famili ini lebih resisten pada tekanan lingkungan (Siahaan dkk, 2012) (Beasley & Kneale, 2004).

4.3 Kualitas Air Sumber Taman dan Alirannya ditinjau dari sifat fisika dan kimia air

Berikut ini disajikan dua tabel yang berbeda pada masing-masing sifat fisika dan kimia air. Tabel 4.3 dan Tabel 4.5 adalah nilai rata-rata pada masing-masing stasiun (tidak meninjau ulangan). Sedangkan Tabel 4.4 dan Tabel 4.6 menyajikan data yang terukur pada setiap ulangan/substasiun di Stasiun I dikarenakan stasiun ini memiliki ulangan/substasiun yang berjarak lumayan jauh dan memiliki karakteristik yang berbeda satu sama lain.

Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Sifat Fisika Air (rata-rata setiap Stasiun)

Stasiun	S1	S2	S3
Parameter	U1-U4	U1-U3	U1-U3
Suhu (°C)	25	24,5	26,5
Intensitas Cahaya (Lux)	28.875	28.466	19.400
Kedalaman	390,75 cm	1000 cm	7,5 cm

Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Sifat Fisika Air di Stasiun I

Stasiun	S1			
Parameter	U1	U2	U3	U4
Suhu (°C)	25	25	25	25
Intensitas Cahaya (Lux)	44.500	2.500	18.000	50.500
Kedalaman	1.5 m	30 cm	18 cm	15 cm

4.3.1 Suhu

Suhu yang didapatkan dari pengukuran setiap stasiun didapatkan bahwa setiap stasiun memiliki suhu yang tidak terlalu berbeda (Tabel 4.3). Perbedaan yang tidak terlalu jauh ini disebabkan oleh hari pengukuran yang sama, jarak antar stasiun yang tidak terlalu jauh (masing-masing 500 meter), serta kondisi yang tidak terlalu fluktuatif. Kondisi yang tidak terlalu fluktuatif ini adalah akibat dari iklim tropis (Barus, 2004). Adapun perbedaan yang sedikit tersebut mungkin hanya disebabkan oleh luas permukaan perairan yang langsung terkena sinar matahari serta kedalaman badan air (Ginting, 2006). Hal ini dibuktikan dengan suhu tertinggi yang ditemukan di Stasiun III yang merupakan stasiun dengan kedalaman terendah. Namun demikian, suhu pada stasiun III justru sangat optimal bagi kelangsungan hidup makrozoobentos. Nybakken (1992) menyebutkan bahwasanya suhu yang baik untuk kehidupan makrozoobentos adalah berkisar antara 26-30 °C. Hal ini dibuktikan dengan tingginya indeks keanekaragaman makrozoobentos di stasiun tersebut.

4.3.2 Intensitas Cahaya

Berbedanya intensitas cahaya antar stasiun (Tabel 4.3) dan antar ulangan pada Stasiun I (Tabel 4.4) disebabkan waktu pengambilan sampel adalah di musim peralihan antara kemarau-penghujan, sehingga intensitas cahaya yang tidak bisa maksimal karena tertutupi awan. Selain itu, pepohonan besar seperti beringin, dan pohon-pohon kecil seperti pohon

cherry menjadi kanopi yang menghalangi sebagian cahaya. Namun demikian perbedaan angka-angka tersebut tidak terlalu berpengaruh pada suhu air secara keseluruhan di Sumber Taman dan alirannya. Demikian pun dengan kedalaman pada area penelitian tidak ada yang lebih dari 1,5 meter dan semuanya masih dapat ditembus cahaya matahari.

Intensitas cahaya berpengaruh pada suhu air. Jika intensitas tinggi di luar batas normal maka suhu air akan naik, sampai dimana suhu sudah tidak optimal lagi untuk kehidupan makrozoobentos ($>30^{\circ}\text{C}$), maka keanekaragaman makrozoobentos akan semakin sempit. Dengan demikian kebutuhan oksigen akan semakin tinggi dan oksigen terlarut akan semakin rendah. Kondisi ini lama kelamaan akan menurunkan keanekaragaman makrozoobentos (Odum, 1993).

4.3.3 Kedalaman

Kedalaman berpengaruh pada penetrasi cahaya. Kedalaman yang tinggi akan mempengaruhi maksimalnya cahaya yang masuk. Pada zona dimana cahaya sudah mulai surut (mesofotik/remang-remang, afotik/gelap total), tidak mendukung fotosintesis yang berujung pada menurunnya keanekaragaman makrozoobentos. Spesies bentik sangat melimpah di zona litoral karena tersedianya cahaya dan nutrisi yang cukup.

Sumber Taman dan alirannya memiliki kedalaman yang rendah yaitu hanya ukuran senti meter, sehingga semua area yang digunakan untuk penelitian masih termasuk zona eufotik (masih tersentuh cahaya). Dua area yang memiliki kedalaman tertinggi adalah Stasiun I Ulangan I (1,5 meter)

(Tabel 4.4) dan Stasiun II (1 meter) (Tabel 4.3). Kedalaman ini cukup mempengaruhi keberadaan makrozoobentos di dalamnya. Pada Stasiun I Ulangan I, kedalaman yang sangat tinggi, sifat air yang cenderung tetap, tidak adanya buangan organik, serta air yang sedikit asam mengakibatkan tidak adanya makrozoobentos di daerah ini kecuali hanya tiga ekor Pachychilidae. Sedangkan di Stasiun II, kedalaman yang tinggi, keruhnya air, dan cemaran detergen dan bahan organik menyebabkan stasiun ini secara kumulatif memiliki keanekaragaman terendah dari semua stasiun.

Tabel 4. 5 Hasil Parameter Kimia Air(rata-rata setiap Stasiun)

	S1	S2	S3	Mutu Air Kelas*		
	U1-U4	U1-U3	U1-U3	I	II	III
pH	6.45	6.6	7.0	6-9	6-9	6-9
DO (ppm)	10.62	8.2	12.63	6	4	3
BOD (mg/L)	12.735	10.72	10.48	2	3	6
COD (mg/L)	29.79	27.83	28.86	10	25	50
TSS (mg/L)	5.7	6.1	5.2	50	50	400

Tabel 4. 6 Hasil Parameter Kimia Air di Stasiun I

	S1			
	U1	U2	U3	U4
pH	6.0	6.6	6.6	6.6
DO (ppm)	9.5	11.43	11.51	10.05
BOD (mg/L)	13.84	12.29	12.71	12.10
COD (mg/L)	25.23	29.47	31.05	33.35
TSS (mg/L)	5.6	5.4	5.8	6.3

4.3.4. Derajat Keasaman (pH)

Berdasarkan data derajat keasaman pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6, dapat dilihat bahwasanya pH air naik mulai dari Stasiun I Ulangan I sampai Stasiun III, dengan kenaikan yang tidak begitu signifikan (6.0-6.6-7.0). Semuanya masih tergolong air yang layak mengacu pada PP. No. 82 tahun 2001 tentang kriteria baku mutu air. Semua stasiun memiliki mutu air kelas I.

Mengacu pada Mahida (1993), biota air termasuk makrozoobentos sangat sensitive terhadap perubahan pH dan menyukai pH normal yang berkisar antara 7 sampai 8.5. Itulah mengapa pada Stasiun III dengan pH 7 memiliki keanekaragaman yang lebih tinggi pada cakupan yang lebih sempit. Sementara pada Stasiun I Ulangan I yang memiliki pH 6.0, hanya satu jenis makrozoobentos yang ditemukan. Pada air yang sedikit lebih asam daripada yang lain ini kemungkinan telah terpapar asam bikarbonat dan asam-asam mineral lainnya. Kedatangan asam-asam tersebut diakibatkan oleh air yang cenderung tenang. Air yang cenderung tenang dan tidak bergerak menurut Sastrawijaya (2000) akan menjadi asam secara perlahan-lahan. Hal ini disebabkan penambahan bahan-bahan organik yang kemudian membebaskan CO₂ jika terurai dan menjadi sumber asam karbonat.

Memasuki Stasiun I Ulangan II, limbah-limbah seperti detergen, sampo, dan sabun menjadikan air lebih basa daripada sebelumnya. Hal ini dapat dilihat dari kenaikan yang terjadi per stasiun (Tabel 4.5.). Namun demikian

pertambahan pH ini justru menguntungkan bagi makrozoobentos karena semakin mendekati normal. Terbukti dengan indeks keanekaragaman semua ulangan yang lebih tinggi daripada Stasiun I Ulangan I. Limbah detergen yang terjadi di Stasiun I Ulangan II, hanya menaikkan pH namun tidak sampai mengganggu makrozoobentos yang hidup di dalamnya. Kenaikan yang tidak begitu signifikan tersebut masih mendukung kehidupan makrozoobentos di dalamnya. Adapun kondisi yang terlalu asam atau terlalu basa akan berbahaya bagi kehidupan makrozoobentos karena terganggunya metabolisme dan respirasi (Wardhana, 1995).

4.3.5. Dissolved Oxygen (DO)

Hasil uji Oksigen Terlarut (DO) di Sumber Taman beserta alirannya ditemukan berturut-turut dari tinggi ke rendah, mengacu pada Tabel 4.5. dan Tabel 4.6 adalah Stasiun III (12,63 ppm), Stasiun I Ulangan III (11,51 ppm), Stasiun I Ulangan II (11,43 ppm), Stasiun I Ulangan IV (10,05 ppm), Stasiun I Ulangan I (9,5 ppm), dan terakhir adalah Stasiun II (8,2 ppm).

Data tersebut menunjukkan Stasiun III yang memiliki Indeks Keanekaragaman (H') tertinggi selaras dengan kandungan oksigen terlarutnya yang paling tinggi. Meskipun Stasiun III mendapat buangan organik dari lingkungan warga, akan tetapi nilai BOD pada stasiun ini lebih rendah dari stasiun lain dan memiliki kadar oksigen terlarut yang paling tinggi. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kedalaman sungai yang relatif dangkal, air yang jernih, dan tidak banyak sampah atau limbah yang terlihat di dasar. Ketiga faktor ini menurut Sastrawijaya (2000) termasuk tiga dari

enam faktor yang mempengaruhi tingginya oksigen terlarut dalam perairan, sehingga mencukupi kebutuhan makrozoobentos untuk kehidupannya.

Stasiun II merupakan stasiun yang paling rendah kadar oksigen terlarutnya (Tabel 4.5). Mengacu pada Sastrawijaya (2000), hal ini kemungkinan disebabkan oleh kedalaman yang cukup tinggi (1 meter). Stasiun II juga lebih keruh dari Stasiun yang lain. Terdapat banyak buangan detergen, shampoo, dan sabun akibat aktivitas warga di sekitarnya. Selain itu berbagai sampah seperti rumput dan daun kerap dijumpai mengalir. Sampah plastik juga banyak terdapat di dasar/substrat Stasiun II. Sampah-sampah tersebut selain menyebabkan kekeruhan yang tinggi, juga mengundang organisme pengurai yang dalam prosesnya menguraikan sampah-sampah tersebut menggunakan oksigen.

Stasiun I Ulangan I memiliki oksigen terlarut yang rendah pula (Tabel 4.5) dikarenakan stasiun ini memiliki kedalaman yang tinggi pula (1,5 meter). Penelitian ini menunjukkan bahwa area-area yang memiliki kedalaman lebih dari 1 meter memiliki oksigen terlarut di bawah 10 ppm. Meskipun Stasiun I Ulangan I lebih dalam daripada Stasiun II (dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4), namun oksigen terlarutnya sedikit lebih tinggi karena air pada Stasiun I Ulangan I lebih jernih. Menurut Salmin (2005), sumber oksigen dalam air diantaranya berasal dari difusi oksigen dari udara bebas. Namun kecepatan difusi juga dipengaruhi oleh beberapa faktor yang salah satunya adalah tingkat kekeruhan.

Stasiun I Ulangan II dan III memiliki oksigen terlarut yang lumayan tinggi (11,43 dan 11,51 ppm) (Tabel 4.6), dikarenakan kedalaman yang rendah (30 dan 18 cm) (Tabel 4.4). Adapun Stasiun I Ulangan IV, meskipun kedalamannya rendah (15 cm) (Tabel 4.4), namun memiliki oksigen terlarut yang rendah (10.05 ppm) (Tabel 4.6) dikarenakan terdapat banyak sekali sampah organik dan beberapa sampah anorganik bekas penduduk.

Dibandingkan dengan Baku Mutu Air dalam PP Nomor 82 Tahun 2001, kriteria untuk air kelas I adalah memiliki DO sebesar 6 ppm. Adapun semua stasiun memiliki DO di atas 6 ppm sehingga jika DO dijadikan acuan, semua Stasiun memiliki air yang layak dimasukkan kedalam kelas I.

Adapun menurut Lee et.al (1975) dalam Tabel 2.1, kualitas air Sumber Taman dan alirannya pada semua Stasiun apabila ditinjau dari kadar oksigen yang terkandung di dalamnya adalah termasuk air yang belum tercemar.

4.3.6. Biochemical oxygen Demand (BOD)

Nilai BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk suatu proses penguraian secara biologis. Semakin tinggi nilai BOD berarti semakin banyak aktivitas mikroorganisme perairan dalam menggunakan oksigen dalam proses degradasi bahan-bahan organik yang terdapat dalam perairan tersebut. Data dalam Tabel 4.6 menunjukkan bahwa Stasiun I Ulangan I memiliki nilai BOD tertinggi yang berarti aktivitas penguraian bahan organik menggunakan oksigen terjadi di Stasiun tersebut, yang menyebabkan oksigen terlarut menjadi berkurang. Stasiun I Ulangan I adalah area yang dikelilingi pohon-pohon besar dan lebat daunnya

(Lampiran 2.5.) sehingga banyak daun yang jatuh ke dalam air akan mengundang bakteri organik untuk mendegradasinya. Kondisi air yang relatif tenang (tidak mengalir/mengalir sangat lambat) juga kemungkinan menjadi salah satu penyebab daun-daun dan sampah organik yang tercebur dalam area ini tak kunjung berpindah/menetas, sehingga semakin lama semakin banyak dan mengundang mikroorganisme pengurai tersebut. Hal ini dibuktikan pula dengan tren nilai BOD yang terus menurun hingga didapatkan yang paling kecil berada di Stasiun III (10,48 mg/L) (Tabel 4.5). Namun demikian, semua stasiun menurut PP No. 82 Tahun 2001 termasuk air dengan mutu kelas 3 karena memiliki BOD lebih dari 6 ppm.

4.3.7. Chemical Oxygen Demand (COD)

Nilai COD menunjukkan kadar oksigen total yang dibutuhkan untuk menguraikan limbah biologi, baik yang dapat diuraikan melalui reaksi biologis, atau yang tidak dapat terurai dengan reaksi biologis, yaitu dengan reaksi kimia (Yulianti, 2007). Kadar COD yang diperoleh di Sumber Taman dan Alirannya adalah rata-rata di atas 25 mg/L (Tabel 4.5 dan Tabel 4.6). Stasiun dengan kadar COD tertinggi ditemukan di Stasiun I Ulangan IV (33,35 mg/L), dan paling rendah ditemukan di stasiun I Ulangan I (25,23 mg/L). Nilai tertinggi yang ditemukan pada Stasiun I Ulangan IV menunjukkan tingginya limbah biologi di Ulangan ini. Hal ini disebabkan oleh banyaknya daun yang jatuh, limbah dari MCK, serta limbah-limbah lain yang mengendap di kolam kecil ini (Lampiran 2.8). Limbah-limbah ini sebagian tidak bisa terurai dengan oksidasi biologis saja, sehingga harus

diuraikan dengan reaksi kimia. Adapun stasiun dengan kadar COD terendah adalah Stasiun I Ulangan I. Hal ini dikarenakan Stasiun ini adalah permulaan sumber, dan jumlah limbah yang terdapat dalam ulangan ini tidak sebanyak stasiun lainnya (Lampiran 2.5). Limbah organik yang jatuh pada ulangan ini hanyalah daun-daun dan limbah tersebut tidak mengendap. Limbah tersebut akan terus mengikuti aliran meski dengan kecepatan yang sangat lambat (hampir diam). Adapun semua Stasiun menurut PP No. 82 Tahun 2001 tentang Baku Mutu Kualitas Air, seluruh stasiun apabila diukur dengan parameter COD termasuk pada Mutu Air Kelas II.

4.3.8. Total Suspended Solid (TSS)

TSS adalah jumlah padatan total tersuspensi yang terdapat pada suatu perairan, seperti lumpur, jasad renik (Ghufran dan Baso, 2007), selain itu juga berupa pasir, kikisan tanah yang terbawa air saat erosi (Effendi, 2003). Hasil pengukuran dalam Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 menunjukkan bahwa nilai TSS tertinggi terdapat pada stasiun I Ulangan IV (6,3 ppm), diikuti Stasiun II (6,1 ppm), Stasiun I Ulangan III (5,8 ppm), Stasiun I Ulangan I (5,6 ppm), Stasiun I Ulangan II (5,2 ppm) dan yang terendah adalah Stasiun III (5,2 ppm). Semua stasiun sebenarnya tingkat kekeruhannya masih tergolong rendah karena semuanya memiliki nilai TSS di bawah 10 ppm. Batas akhir nilai TSS untuk Air Kelas I menurut PP No. 82 Tahun 2001 tentang Baku Mutu Kualitas Air adalah 50 ppm, yang berarti semuanya masih tergolong bagus dan jernih.

Stasiun I Ulangan IV memiliki nilai TSS yang lebih tinggi daripada yang lain terjadi karena di area ini mengendap limbah organik maupun anorganik yang cukup banyak. Hal itu bisa dilihat dari nilai COD stasiun ini yang paling tinggi diantara stasiun yang lain (Tabel 4.6). Area ini memiliki karakteristik yaitu diam atau bergerak sangat lambat. Area ini adalah kolam kecil dan limbah yang terakumulasi seperti daun-daun tidak langsung mengalir ke sungai akan tetapi mengendap di dasarnya (Lampiran 2.8). Namun demikian, karena kolam ini sangat dangkal (15 cm) cahaya matahari masih sanggup melakukan penetrasi. Suspensi organik yang sangat tinggi di sini menjadikan tempat ini sangat cocok bagi famili Thiaridae yang ditemukan sangat melimpah pada area ini.

Stasiun II memiliki nilai TSS yang tidak jauh berbeda dari Stasiun I Ulangan IV. Meski nilai TSS nya lebih rendah (6,1 ppm) (Tabel 4.5), namun area ini memiliki kedalaman yang lebih tinggi (1 meter). Aktivitas yang ditemukan di area ini adalah pertanian, mandi, dan mencuci baju sehingga limbah-limbah yang diprediksi berdampak pada kekeruhan area ini adalah limbah organik dan anorganik seperti detergen dan sabun. Terlihat kekeruhan Stasiun II pada Lampiran 2.9.

Nilai TSS terendah didapatkan pada Stasiun III (Tabel 4.5) yang notabene adalah sungai dangkal dan jernih (Lampiran 2.10). Rendahnya kekeruhan di sini disebabkan karena jarang aktivitas langsung yang mengotori sungai dan juga arus yang membuat air selalu berganti dan oksigen yang melimpah (12,63 ppm) (Tabel 4.5). Kekeruhan dan kedalaman

adalah dua hal yang membatasi penetrasi cahaya matahari dan akhirnya membatasi fotosintesis (Arisandi, 2001). Rendahnya TSS ditambah kedalaman yang rendah pula menjadikan fotosintesis dalam air dan juga oksigen sangat melimpah di stasiun ini, yang berakibat beranekaragamnya spesies makrozoobentos yang dapat hidup

4.4. Keanekaragaman Makrozoobentos dalam Pandangan Islam

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 oleh tangan (perbuatan) manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka agar mereka kembali (ke jalan yang benar).” Q.S Ar-Ruum: 41

Monib (2011) menjelaskan bahwasanya alam memang ditundukkan untuk manusia. Manusia sebagai khalifah tentu berhak memanfaatkan alam untuk kepentingan hidupnya. Namun demikian semua harus dengan adab dan syarat-syarat tertentu. Banyak manusia membabi buta dalam memanfaatkan alam. Memanfaatkan secara membabi buta bukan hanya diartikan sebagai eksploitasi saja, namun juga tindakan-tindakan lain yang berujung pada kerusakan alam. Nurchlish Majid dalam Monib (2011) mensyaratkan pemanfaatan alam harus berfondasi pada kebermanfaatan yang luas, termasuk pada flora, fauna, dan habitatnya. Banyak diantara manusia yang melupakan hal ini. Sebagai contoh ketika manusia ingin panen bagus, pestisida akan digunakan. Pestisida memang bisa mematikan hama, namun juga mematikan spesies lain non hama dan

mencemari lingkungan. Allah telah mengatur alam sedemikian rupa termasuk pengendali hayati, organisme pemangsa hama yang berperan mengendalikan hama tanpa merusak ekosistem. Namun keserakahan manusia menjadikan kerusakan pada alam.

Penelitian ini pula tak luput menjadi contoh. Allah telah mengatur sedemikian rupa bahwasanya limbah dari alam akan menguntungkan pula bagi alam. Akan tetapi sebaliknya, limbah dari manusia ada yang menguntungkan, ada pula yang merugikan. Stasiun I Ulangan IV membuktikan bahwa banyaknya limbah organik seperti daun-daun yang jatuh dan mengendap justru menjadi makanan bagi famili Thiaridae. Adapun limbah dari manusia semisal pestisida, detergen, plastik, dan sabun justru akan menambah kekeruhan (seperti pada Stasiun II) dan menurunkan keanekaragaman. Terbukti Stasiun II merupakan stasiun dengan keanekaragaman terendah akibat pencemarannya.

An-Nuhhas dalam kitab Tafsir Al-Qurthuby dan Ath-Thobari menjelaskan kerusakan di laut yang dimaksud dalam surah Ar-Ruum ayat 41 adalah termasuk pula kurangnya hewan buruan dari ikan-ikan dan sejenisnya. Banyak spesies dari Makrozoobentos yang bisa dimanfaatkan sebagai makanan seperti Astacidae dari kelas Krustasea dan akan mati bila terkena limbah-limbah tersebut. Hal ini mengindikasikan keanekaragaman hayati yang berkurang adalah termasuk konsekuensi dari perbuatan manusia. Hal tersebut sebagai akibat yang ditanggung manusia agar kembali bertaubat dan melakukan perbaikan pada alam.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Makrozoobentos yang berhasil ditemukan dan diidentifikasi di Sumber Taman Desa Karangsono, Pagelaran, Kabupaten Malang dan alirannya di tiga stasiun terdiri dari 12 famili yaitu Pachychilidae, Lymnaeidae, dan Thiaridae dari filum Mollusca; Lumbricidae dan Tubificidae dari filum Annelida; serta Hydropsychidae, Baetidae, Potamonautidae, Culicidae, Gomphidae, Astacidae, Formicidae, dan Caenidae dari filum Arthropoda.
2. Indeks keanekaragaman makrozoobentos di Sumber Taman dan alirannya di Desa Karangsono, Pagelaran, Kabupaten Malang berturut-turut adalah Stasiun I (1,58), Stasiun II (1,4), dan Stasiun III (1,85). Sedangkan nilai Indeks Dominansi Simpson (D) berturut-turut adalah Stasiun I (0,25757), Stasiun II (0,25363), dan Stasiun III (0,2066).
3. Kualitas perairan Sumber Taman dan Alirannya jika dibandingkan dengan Baku Mutu Kualitas Air menurut PP No. 82 Tahun 2001 tergolong air kelas I jika ditinjau dari pH, DO, dan TSS. Adapun ditinjau dari BOD dan COD maka termasuk air kelas III.

5.2 Saran

Diduga terdapat kaitan yang kuat antara struktur komintas makrozoobentos yang ditemukan di setiap stasiun dan di setiap ulangan

pada Stasiun I dengan kandungan zat organik baik di substrat maupun yang terlarut dalam air. Kandungan zat organik tersebut belum dibahas di penelitian ini, karena itu perlu dilakukan penelusuran lebih jauh terkait hal tersebut.

Adapun beberapa foto Spesimen terdapat yang cacat dan tidak sempurna untuk bias diidentifikasi. Karena itu saran kedua yang dapat diberikan adalah foto spesimen yang diambil harus sempurna semua bagiannya.



DAFTAR PUSTAKA

- Al-Qurthubiy, Muhammad bin Ahmad abi Bakr Abi ‘Abdullah. 2006. *Tafsir al-Qurthubi al Jami’ li Ahkam al-Qur’an*. Beirut: Daar Ar-Risalah.
- Terjemahan oleh Muhyiddin Masrida. 2008. Jakarta Selatan: Pustaka Azzam.
- American Public Health Association (APHA). 1992. *Standard Methods for Examination of Water and Waste 18th Edition*. Washington DC: American Public Health Association.
- Anwar. 2011. Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu dan Berkelanjutan. *Tapak*. Vol 1. No 1.
- Arisandi, P. 2001. *Partisipasi Masyarakat Kunci Utama Mengembalikan Kualitas Air Kali*. Retrieved from [http:// Ecoton@ecoton.or.id](http://Ecoton@ecoton.or.id).
- Arkhipova, N. R. 1996. Morphology of Pectinate Setae in Tubificids (Tubificidae, Oligochaeta). *Zoologicheskii Zhurnal* (Russia). Volume 75. No 2.
- Asdak, C. 2004. *Hidrologi dan Pengolahan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: UGM Press.
- Astirin, O. P., dan Setyawan, A. D. 2000. Biodiversitas Plankton di Waduk Penampung Banjir Jabung, Kabupaten Lamongan dan Tuban. *Biodiversitas*. Vol 1. No 2.
- Astuti, drh Lilis Sri. 2007. *Klasifikasi Hewan*. Jakarta: Kawan Pustaka.
- Barus, T. A. 2004. *Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Air Daratan*. Medan: USU Press.
- Beasley, Gary and Pauline Kneale. 2004. HeavyMetal and PAH Contamination of Urban Streambed Sediments on Macroinvertebrates. *Water, Air, & Soil Polution: Focus*. Volume 4. No 2.
- Berger, S. 2014. [*Infectious Diseases of Vietnam*](#). Los Angeles: Gideon Informatics, Inc.
- Bland, Roger G. 1978. *How to Know The Insects*. Iowa: W.C. Brown Co.
- Borror, Donald J., Charles A. Triplehorn., Norman F. Johnson. 1996. *Pengenalan Pelajaran Serangga Edisi Keenam*. Diterjemahkan oleh drh. Soetiyono Partosoedjono. Yogyakarta: UGM Press.
- Bouchard, R. W. 2004. *Guide to Aquatic Macroinvertebrata of the Upper Midwest*. Minnesota: Water Resources Center, University of Minnesota.
- [Bouchet, Philippe](#); [Rocroi, Jean-Pierre](#); Frýda, Jiri; Hausdorf, Bernard; [Ponder, Winston](#); Valdés, Ángel & Warén, Anders. 2005. "[Kelasifikasi and](#)

- [nomenclator of gastropod families](#)". *Malacologia*. Hackenheim, Germany: ConchBooks. 47 (1–2).
- Campbell, Neil A., Jane B. Reece, Lawrence G. Mitchell. 2004. *Biology*. Jakarta: Erlangga.
- Chandra, Dr. Budiman. 2007. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Chouvenc, Thomas *et.al.* 2018. Establishment of Alluaud's Little Yellow Ant, *Plagiolepis alluaudi* Emery (Hymenoptera: Formicidae: Formicinae): First Continental World Record. *Florida Entomologist*. Volume 10. No 1.
- Department of Entomology, Iowa State University. 2004. *Baetidae*. (online). <https://bugguide.net/node/view/9042>.
- Department of Entomology, Iowa State University. 2005. *Hydropsychidae*. (online). <https://bugguide.net/node/view/13136>.
- Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lebak. 2017. *Fosfat dalam Air Permukaan*. (online). <http://dlh.lebakkab.go.id/detail/fosfat-dalam-air-permukaan/>, diakses pada tanggal 14 November 2018 pukul 11.09 WIB.
- Djajasasmita, M. 1999. Keong dan Kerang Sawah: 36. LIPI-Seri Panduan Lapangan. Bogor: Puslitbang Biologi LIPI.
- Edmonson. 1959. *Fresh Water Biology*. New York: John Willey and Sons.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Erni, D.F. 2014. Kondisi Perairan dan Struktur Komunitas Makrozoobentos di Sungai Belumai Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatra Utara. (SKRIPSI). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Fachrul, M. F. 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Ferdinand, Fictor P., dan Moekti Ariewibowo. 2010. *Biologi*. Jakarta: Visindo Media Pratama.
- [Fischer P.](#) & [Crosse H.](#) 1892. "Mission Scientifique au Mexique et dans l'Amérique Centrale". *Recherches zoologiques*, Volume 2. No 13.
- Gerber, A. 2002. *Aquatic Invertebrates Of South African Rivers*. Africa: Institute For Water Quality Studies.
- Ghazali, Achmad, Dwi Suheriyanto, dan Romaidi. 2015. Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Ranu Pani-Ranu Regulo di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru. *Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam*.
- Ghufran, M.H. dan Baso, B. T. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budi Daya Perairan*. Jakarta: Rineka Cipta.

- Ginting, E. H. 2006. Kualitas Perairan Hulu Sungai Ciliwung Ditinjau dari Struktur Komunitas Makrozoobentos. (SKRIPSI). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Goldman, R. C., dan A. J. Horne. 1983. *Lymnology*. Mc Graw Hill International Book Company.
- Gregoric DEG, V Nunez, NS Ferrando, and A Rumi. 2007. First Record of Invasive Snail *Melanoides tuberculatus* (Muller) (Gastropoda : Prosobranchia : Thiariidae) from the Iguazu River Basin, Argentina-Brasil. *Comunicaciones de la Sociedad Malacologica d e l Uruguay* 9(90), 109 – 112.
- Hamid, Nurkholish. 2013. *Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Brantas Malang*. Skripsi. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Hamka. 1984. *Tafsir Al-Azhar Juz XXX*. Jakarta: Pustaka Panji Mas.
- Hellawel, J.M. 1986. *Biological Indicators of River Water Quality*. Toronto: A James and L. Evison ed. And Sons Ltd.
- Herman. 2012. *Sumber Taman Wisata Alam di Pagelaran*. (online). (<http://www.kabmalang.com/2012/02/sumber-taman-wisata-alam-di-pagelaran.html>, diakses tanggal 7 November 2018 pukul 19.50 WIB).
- Hidayat, Herman., John Haba dan Robert Siburian. 2011. *Politik Ekologi Pengelolaan Taman Nasional Era OTDA*. Jakarta: LIPI Press dan Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Hornby, D dan G. L. Bateman. 1997. *Potential Use of Plant Root Pathogens as Bioindicators of Soil Health in Biological Indicators of Soil Health*. UK: CAB International.
- Hynes, HBN. 1976. *The Ecology With of Running Water*. England: Liverpool University Press.
- Jamieson, Barrie G. M. 2006. *Lumbricus-Lumbricidae*. (online). https://www.researchgate.net/figure/Lumbricus-terrestris-Lumbricidae-A-External-features-of-worm-turned-slightly-to-one_fig41_305701540.
- Jati, W. N. 2003. Studi Komparasi Keanekaragaman Bentos di Waduk Sempor, Waduk Kedungombo dan Waduk Gajah Mungkur Jawa Tengah. *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Biologi Universitas Atmaja.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 02 Tahun 1988 tentang Baku Mutu Air dan Nomor 37 Tahun 2003 tentang Metode Analisis Pengujian Kualitas Air Permukaan dan Pengambilan Contoh Air Permukaan (SNI 06-6989.3-2004, Air dan Air Limbah Bagian 3).
- Koesoebiono. 1987. *Ekologi Perairan*. Bogor: Fakultas Perikanan IPB.
- Kristanto, P. 2004 (2002). *Ekologi Industri*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.

- Lee *et.al.* 1991. Adaptive Control of Dissolved Oxygen Concentration in a Bioreactor. *Biotechnology Bioengineering*. Volume 37. Number 7.
- Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2001 Nomor 153 tentang *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001* tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Mahida, U. N. 1993. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri Edisi Keempat*. Jakarta: PT Rajawali Grafindo.
- Marwoto, Ristiyanti M., dan Nur R. Isnaningsih. 2014. Tinjauan Keanekaragaman Moluska Air Tawar di Beberapa Situ Di Das Ciliwung-Cisadane. *Berita Biologi*. Volume 13. Nomor 2.
- Marwoto, Ristiyanti M., dkk. 2011. *Keong Air Tawar Pulau Jawa (Moluska, Gastropoda)*. Bogor: LIPI
- Maryono, A. 2005. Ecological Hydraulics of River Development. Edisi Kedua. Magister Sistem Teknik Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- McGeoch, M. 1998. The Selection, Testing and Application of Terrestrial Insects as Bioindicators. *Biological Reviews*, 73.
- Ministry of Environment Republic of Korea. (2010). Indicator Organisme Tells the Health of Rivers. (online). http://eng.me.go.kr/content.do?method=moveContent&menuCode=res_kid_wat_abo_organisme.
- Monib, Muhammad., dan Islah Bahrawi. 2011. *ISLAM & HAK ASASI MANUSIA dalam Pandangan NURCHOLISH MADJID*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Munarto. 2010. Studi Komunitas Gastropoda di Situ Salam Kampus Universitas Indonesia. (SKRIPSI). Fakultas MIPA, Universitas Indonesia.
- Ngabekti, S. 2004. *Limnologi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Nurul Rachmawati, Allifatur. 2012. *Struktur Komunitas Plankton Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Telaga Beton Kecamatan Ponjong Kabupaten Gunung Kidul Yogyakarta*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Nybakken, J. W. 1988. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Biologis*. Jakarta: Gramedia.
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. Jakarta: Gramedia.
- Odum, E. P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi Edisi Ketiga*. Yogyakarta: UGM Press.
- Odum, E. P. 1996. *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi Ketiga. Yogyakarta: UGM Press
- Ozcoz, Jr. 2011. *Identification Guide of Freshwater Macroinvertebrates of Spain*. New York: Springer.

- Pemerintah Kecamatan Pagelaran Kabupaten Malang. 2014. *Sumber Taman*. (online). http://pagelaran.malangkab.go.id/?page_id=5186, diakses pada tanggal 11 November 2018 pukul 11.05 WIB.
- Pennak, R. W. 1987 (1989). *Fresh-Water Invertebrates of the United States. Protozoa to Mollusca. Third Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Priyambada, I. B., Oktiawan W, dan R.P.E Suprpto. 2008. Analisa Pengaruh Perbedaan Fungsi Tata Guna Lahan Terhadap Beban Pencemaran BOD Sungai (Studi Kasus Sungai Serayu Jawa Tengah). *Jurnal Presipitasi* 5: 55-62.
- Quthb, Sayyid. 2004. *Tafsir fi Zhilalil-Qur'an Jilid 9*. Penerjemah As'ad Yasin. Jakarta: Gema Insani Press.
- Ramli, D. 1989. *Ekologi*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Ratih, Iin., Wahyu Prihanta dan Rr. Eko Susetyarini. 2015. Inventarisasi Keanekaragaman Makrozoobentos di Daerah Aliran Sungai Brantas Kecamatan Ngoro Mojokerto sebagai Sumber Belajar Biologi SMA Kelas X. *Jurnal Pendidikan Indonesia*. Volume 1 Nomor : 158-169.
- Rosenberg, D. M., dan Resh. 1993. *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. London: Champman and Hall, New York.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Jurnal Oseana*. Volume 30.
- Sastrawijaya, A. T. 1991. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sastrawijaya, A. T. 2000. *Pencemaran Lingkungan Edisi Kedua*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Satino. 2010. *Diktat Kuliah Biologi Perairan*. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Satino. 2010. *Handout Limnologi*. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Setyobudiandi, I. 1997. *Makrozoobentos*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Siahaan, Ratna dkk. 2012. Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai Indikator Kualitas Air Sungai Cisadane, Jawa Barat-Banten. *JURNAL BIOSLOGOS*. Volume 2. No 1.
- Simamora, D. R. 2009. Studi Keanekaragaman Makrozoobentos di Aliran Sungai Padang Kota Tebing Tinggi. *Skripsi*. Medan: USU.
- Sinaga, T. 2009. Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Perairan Danau Toba Balige Kabupaten Toba Samosir. *Tesis*. Medan: USU.
- Slack, G. A. 1973. Non-metallic Crystals with High Thermal Conductivity. *Journal of Physics and Chemistry of Solids* 34: 321-335.

- Stimpson, K.S.; Klemm, D.J. (1982). "A guide to the freshwater Tubificidae (Annelida: Clitellata: Oligochaeta) of North America". U.S. Environmental Protection Agency: 1–61.
- Suartini, N. M. dkk. 2007. Identifikasi Makrozoobentos di Tukad Bausan, Desa Pererenan, Kabupaten Badung, Bali. *ECOTROPHIC* 5(1).
- Suheriyanto, Dwi dan Risma Aprinda Kristanti. 2013. Keanekaragaman Biota Akuatik Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Brantas. *SAINTIS*. Volume 1. Nomor 1: 18-26.
- Sumenge, V. 2008. *Penentuan Kualitas Air Sungai Sendangan Kakas Dengan Bioindikator Keanekaragaman Serangga Air* (Skripsi). Manado: Universitas Samratulangi.
- Susanto, H dan A. Rochidanto. 2008. *Kiat Budi Daya Ikan Mas di Lahan Kritis*. Depok: Penebar Swadaya.
- Susanto, P. 2000. *Pengantar Ekologi Hewan*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Syahza, Almasdi., dkk. 2017. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Secara Terpadu: Implementasi Pengendalian Kerusakan Daerah Tangkapan Air Sebagai Upaya Perlindungan dan Pengelolaan Ekosistem. Pekanbaru: LPPM Universitas Riau.
- Trihadiningrum, Y., dan I. Tjondronegoro. 1998. Makroinvertebrata Sebagai Bioindikator Badan Air Tawar Indonesia. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan*. 18(1):1-7.
- Utzinger J and M Tanner. 2000. Microhabitat Preferences of *Biomphalaria pfeifferi* and *Lymnaea natalensis* in a Natural and a Man-made Habitat in Southeastern Tanzania. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. Volume 95. No 3.
- Wardhana, A. W. 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan, Edisi II*. Yogyakarta: Andi.
- Wardhana, W. 2006. *Metoda Prakiraan Dampak dan Pengelolaannya pada Komponen Biota Akuatik. Makalah Pelatihan Penyusunan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*. Jakarta: PPSML UI.
- Warlina, L. 2009 (2004). *Pencemaran Air: Sumber, Dampak dan Penanggulangannya. Makalah Pribadi*. Bogor: IPB.
- Welch, P. S. 1952. *Limnological Methods*. New York: Mc. Graw-Hill Book Company, Inc.
- Yulianti, E. 2007. *Kimia Lingkungan*. Malang: UIN Press.
- Zug, G. R.; Vitt, L. J.; Caldwell, J. P. 2001. *Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. Cambridge: Academic Press.

Zulkifli, H dan Setiawan, D. 2011. Struktur dan Fungsi Komunitas Makrozoobentos di Perairan Sungai Musi Kawasan Pulokerto sebagai Instrumen Biomonitoring. *Jurnal Natur Indonesia*. 14(1): 95-99.



LAMPIRAN I

Dokumentasi



Lampiran1.1. Pengamatan Makrozoobentos di Stasiun II



Lampiran 1.2. Proses mengambil sampel Makrozoobentos



Lampiran 1.3. Menyortir Makrozoobentos yang tertangkap



Lampiran 1.4. Penghitungan salah satu sifat fisika air



Lampiran 1.5. pH di Stasiun I Ulangan I



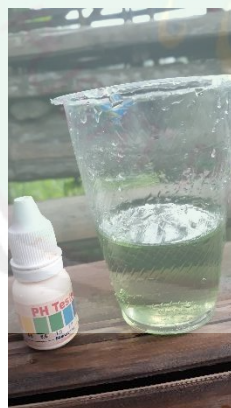
Lampiran 1.6. pH di Stasiun I Ulangan II



Lampiran 1.7. pH di Stasiun I Ulangan III



Lampiran 1.8. pH di Stasiun I Ulangan IV



Lampiran 1.9. pH di Stasiun II Semua Ulangan



Lampiran 1.10. pH di Stasiun III Semua Ulangan

LAMPIRAN II

Peta Lengkap Stasiun dan Ulangan



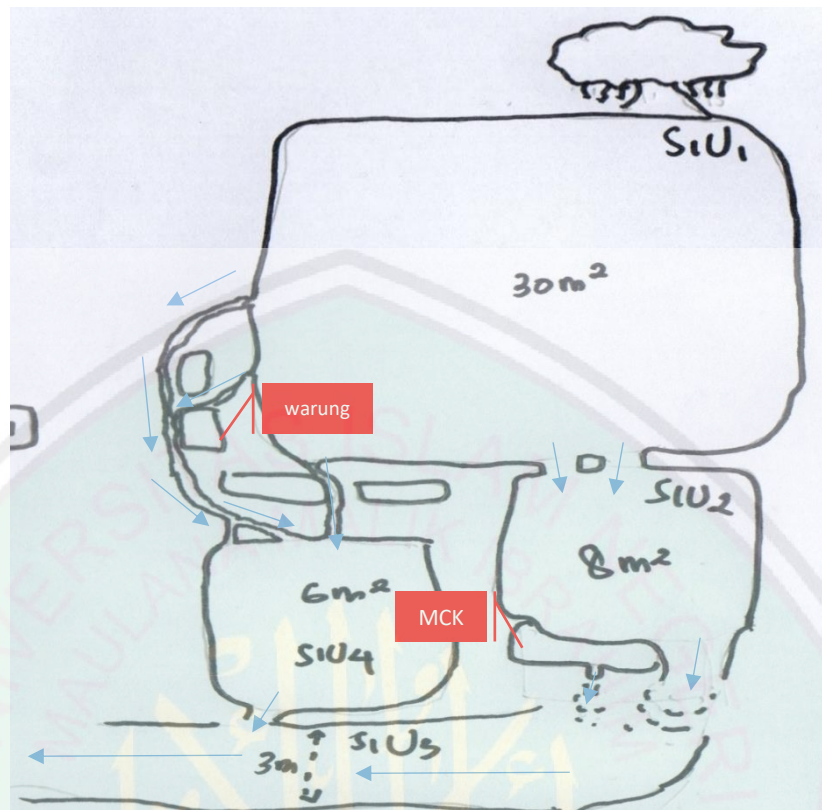
Lampiran 2.1. Jarak dari Stasiun I ke Stasiun II



Lampiran 2.2. Jarak antara Stasiun I ke Stasiun III



Lampiran 2.3. Jarak antar Ulangan (Substasiun) pada Stasiun I



Lampiran 2.4. Skema aliran air di Stasiun I



Lampiran 2.5. Stasiun I Ulangan I



Lampiran 2.6. Stasiun I Ulangan II



Lampiran 2.7. Stasiun I Ulangan III



Lampiran 2.8. Stasiun I Ulangan IV



Lampiran 2.9. Stasiun II



Lampiran 2.10. Stasiun III

LAMPIRAN III
Penghitungan H' dan D pada Excell

Stasiun 1	jml sp	pi	lnpi	pi lnpi	pi ²
Pachychilidae	34	0.3736	-0.9845	-0.36783	0.13959667
baetidae	27	0.2967	-1.21502	-0.3605	0.08803285
potamonautidae	2	0.022	-3.81771	-0.08391	0.00048303
gomphidae	4	0.044	-3.12457	-0.13734	0.00193213
astacidae	7	0.0769	-2.56495	-0.1973	0.00591716
thiaridae	13	0.1429	-1.94591	-0.27799	0.02040816
formicidae	3	0.033	-3.41225	-0.11249	0.00108683
canidae	1	0.011	-4.51086	-0.04957	0.00012076
	91			-1.58694	0.25757759
		H=	1.586938		
stasiun 2	jml sp	pi	lnpi	pi lnpi	pi ²
pachychilidae	34	0.272	-1.30195	-0.35413	0.073984
hydropsychidae	40	0.32	-1.13943	-0.36462	0.1024
baetidae	26	0.208	-1.57022	-0.32661	0.043264
potamonautidae	1	0.008	-4.82831	-0.03863	0.000064
gomphidae	1	0.008	-4.82831	-0.03863	0.000064
culicidae	23	0.184	-1.69282	-0.31148	0.033856
	125			-1.43409	0.253632
		H=	1.434087		
stasiun 3	jml sp	pi	lnpi	pi lnpi	pi ²
pachychilidae	36	0.3396	-1.07992	-0.36677	0.11534354
lymnaeidae	9	0.0849	-2.46621	-0.2094	0.00720897
lumbricidae I	5	0.0472	-3.054	-0.14406	0.00222499
tubificidae	3	0.0283	-3.56483	-0.10089	0.000801
hydropsychidae	27	0.2547	-1.3676	-0.34835	0.06488074
lumbricidae II	2	0.0189	-3.97029	-0.07491	0.000356
lumbricidae III	5	0.0472	-3.054	-0.14406	0.00222499
baetidae	10	0.0943	-2.36085	-0.22272	0.00889996
potamonautidae	2	0.0189	-3.97029	-0.07491	0.000356
culicidae	7	0.066	-2.71753	-0.17946	0.00436098
	106			-1.86552	0.20665717
		H=	1.865521		



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN BIOLOGI**

Jalan Gajayana No. 50 Malang 65144
Telepon 551354/ Faksimile (0341) 572533
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id>
Email: biologi@uin-malang.ac.id

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Irtaqo Rizqu Ulinnuha Muhammad
NIM : 14620002
Program : S1 Biologi
Semester : Genap TA 2018/2019
Pembimbing : Mujahidin Ahmad, M.Sc.
Judul Skripsi : Studi Keanekaragaman Makrozoobentos di Sumber Taman dan
Alirannya, Desa Karangsono, Kecamatan Pagelaran, Kabupaten
Malang

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd Pembimbing
1	12 November 2018	Bab I-III	
2	23 Mei 2019	Data Hasil	
3	24 Mei 2019	Bab IV-V	
4	21 Juni 2019	Revisi Bab I-III	
5	21 Juni 2019	Revisi Bab IV-V	

Pembimbing Skripsi

Mujahidin Ahmad, M.Sc.
NIPT. 19860512201608011060



Malang, 21 Juni 2019
Ketua Jurusan

Romaidi, M.Si, D.Sc
NIPT. 19810201 200901 1 019



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN BIOLOGI**

Jalan Gajayana No. 50 Malang 65144
Telepon 551354/ Faksimile (0341) 572533
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id>
Email: biologi@uin-malang.ac.id

BUKTI KONSULTASI INTEGRASI ISLAM DAN SAINS

Nama : Irtaqo Rizqu Ulinnuha Muhammad
NIM : 14620002
Program : S1 Biologi
Semester : Genap TA 2018/2019
Pembimbing : Dr. Ahmad Barizi, M.A.
Judul Skripsi : Studi Keanekaragaman Makrozoobentos di Sumber Taman dan Alirannya, Desa Karangsuko, Kecamatan Pagelaran, Kabupaten Malang

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd Pembimbing
1	16 November 2018	Integrasi Bab I-II	
2	24 Mei 2019	Integrasi Bab II	
3	25 Mei 2019	Integrasi Bab IV	
4	21 Juni 2019	Revisi Integrasi Bab II	
5	21 Juni 2019	Revisi Integrasi Bab IV	

Pembimbing Skripsi

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

Malang, 21 Juni 2019

Ketua Jurusan



Romaidi M. Si. D. Sc

NIP. 19810201 200901 1 01