

**KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS SEBAGAI  
BIOINDIKATOR KUALITAS AIR SUNGAI COKRO  
MALANG**

**SKRIPSI**

oleh:

**LIA HIKMATUL MAULA  
11620051**



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2018**

**KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS SEBAGAI  
BIOINDIKATOR KUALITAS AIR SUNGAI COKRO  
MALANG**

**SKRIPSI**

**Diajukan Kepada:**

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

**Oleh:**

**LIA HIKMATUL MAULA  
NIM. 11620051**



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MAULANA MALIK  
IBRAHIM MALANG  
2018**

KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS SEBAGAI  
BIOINDIKATOR KUALITAS AIR SUNGAI COKRO  
MALANG

SKRIPSI

Oleh:

LIA HIKMATUL MAULA  
NIM : 11620051

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji  
Tanggal: 3 Januari 2018

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

  
Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd  
NIP. 19630114 199903 1 001

  
Ach. Nashichuddin, M.A  
NIP. 19730705 2000311 002

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Biologi



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

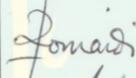
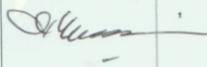
KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS SEBAGAI  
BIOINDIKATOR KUALITAS AIR SUNGAI COKRO  
MALANG

SKRIPSI

oleh:  
LIA HIKMATUL MAULA  
NIM : 11620051

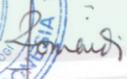
Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Tanggal: 3 januari 2018

No.	Susunan Dewan Penguji		Tanda Tangan
1	Penguji Utama	<u>Romaidi, M. Si., D. Sc</u> NIP. 19810201 200901 1 019	
2	Ketua Penguji	<u>Mujahidin Ahmad, M.Sc</u> NIP. 1986051220160811060	
3	Sekretaris Penguji	<u>Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd</u> NIP. 196301141999031001	
4	Anggota Penguji	<u>Ach. Nasichuddin, M. Ag</u> NIP. 197307052000031002	

Mengetahui dan Mengesahkan,  
Ketua Jurusan Biologi



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

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Lia Hikmatul Maula  
Nim : 11620051  
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/ Biologi  
Judul Penelitian : Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai  
Bioindikator Kualitas Air Sungai Cokro Malang

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

Malang, 3 Januari 2018

Yang membuat pernyataan,



Lia Hikmatul Maula  
NIM. 11620051

**MOTTO**

لَا حَوْلَ وَلَا قُوَّةَ إِلَّا بِاللَّهِ

"Tidak Ada Daya Dan Upaya  
Kecuali dengan Pertolongan Allah"



## PERSEMBAHAN

Skripsi ini dipersembahkan kepada :

Orang tua saya, Bpk. Amir Zainul Ansori dan Ibu Qurrotul A'yun yang selalu membimbing dan memberikan do'a serta semangat buat saya dengan tak pernah lelah mendidik saya untuk selalu mencari ilmu, belajar, ibadah, dan berdo'a.

Adik saya Alm Yusrotul Ummah dan Alm Muhammad yang selalu memberi semangat, dan adik Zeidatul Maskuro dan Zeidatul Masruro yang selalu menghibur saya ketika saya sedih.

Semua guru-guru saya yang tidak pernah lelah mendidik mulai belajar membaca dan berhitung sampai belajar tentang biologi khususnya tentang makrozoobentos

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air sungai Cokro Malang" ini. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabatnya.

Pada kesempatan selanjutnya penulis ucapkan terima kasih teriring doa dan harapan *jazakumullah ahsanal jaza'* kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr.Sri Harini, M.Sii, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Romaidi, M.Si, D.Sc, selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd, selaku dosen pembimbing Jurusan Biologi yang telah sabar memberikan bimbingan, arahan dan memberikan waktu untuk membimbing penulis sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik.

5. Ach. Nashichuddin, M.A, selaku dosen pembimbing integrasi sains dan agama yang memberikan arahan serta pandangan sains dari perspektif Islam sehingga skripsi ini bisa terselesaikan.
6. Dr.Evika Sandi Savitri, M.P, selaku dosen wali yang telah membimbing dan mengarahkan perjalanan panjang selama di jurusan biologi
7. Segenap sivitas akademika Jurusan Biologi, terutama seluruh Bapak dan Ibu dosen, terimakasih atas segenap ilmu dan bimbingannya.
8. Kedua orang tua yang selalu ada dan memberi semangat serta do'a sampai detik ini.
9. Seluruh teman-teman biologi angkatan 2011 yang berjuang bersama-sama untuk mencapai kesuksesan yang diimpikan.
10. Semua pihak yang turut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik berupa materiil maupun moril

Semoga Allah SWT memberikan balasan atas bantuan dan pemikirannya. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya serta menambah khasanah ilmu pengetahuan. *Amin Ya Rabbal Alamin.*

*Wassalamu 'alaikum Wr.Wb*

Malang, 3 Januari 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGAJUAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>v</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xvii</b>
<b>مختص البحث</b> .....	<b>xviii</b>
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Batasan Masalah.....	6
 <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Keanekaragaman Hewan Air dalam Al-Qur'an.....	8
2.2 Pembagian Ekosistem Perairan.....	10
2.3 Komponen Ekosistem Perairan.....	11
2.4 Pencemaran Air.....	13
2.5 Makrozoobentos.....	14
2.5.1 Klasifikasi Makrozoobentos.....	15
2.5.2 Habitat.....	16
2.5.3 Cara makan.....	17
2.5.4 Beberapa Macam Makrozoobentos.....	18
2.5.4.1 Molluska.....	18
2.5.4.2 Isekta.....	20
2.5.5 Peranan dalam Ekosistem.....	24
2.5.6 Faktor Fisika dan Kimia dalam Perairan.....	29
2.5.6.1 Temperatur.....	29
2.5.6.2 Derajat Keasaman / pH.....	31
2.5.6.3 Warna dan Kekeruhan.....	32
2.5.6.4 BOD.....	33
2.5.6.5 COD.....	34
2.5.6.6 Oksigen Terlarut (DO).....	35

2.5.6.7 Substrat Dasar.....	36
2.6 Hubungan Faktor Lingkungan dengan Faktor Biotik Keanekaragaman.....	37
2.7 Sungai Cokro.....	40

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Rancangan Penelitian.....	45
3.2 Waktu dan Tempat.....	45
3.3 Alat dan Bahan.....	45
3.4 Prosedur Penelitian.....	46
3.4.1 Uji Pendahuluan.....	46
3.4.2 Pengambilan Sampel.....	47
3.4.3 Identifikasi Makrozoobentos.....	48
3.4.4 Pengukuran Faktor Fisika dan Kimia Air.....	48
3.5 Analisis Data.....	49
3.5.1 Indeks Keanekaragaman.....	49
3.5.2 Indeks Dominansi.....	49
3.5.3 Hubungan antara keanekaragaman makrozoobentos dan parameter fisika kimia.....	50

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Data Makrozoobentos.....	53
4.2 Keanekaragaman dan Dominansi Makrozoobentos.....	68
4.3 Hasil Parameter Fisika dan Kimia Air Sungai Cokro.....	71
4.3.1 Suhu.....	72
4.3.2 DO (Oksigen Terlarut).....	73
4.3.3 BOD.....	74
4.3.4 COD.....	75
4.3.5 TDS.....	76
4.3.6 TSS.....	77
4.3.7 pH.....	78
4.4 Analisis Hubungan Parameter Fisika-Kimia dengan Keanekaragaman Makrozoobentos.....	79
4.5 Keanekaragaman Hewan Air (Makrozoobentos) dalam Pandangan Islam.....	83

### **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan.....	89
5.2 Saran.....	90

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN- LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pembagian Zona Pada Perairan Letik.....	11
Gambar 2.2 Morfologi Kelas Gastropoda.....	18
Gambar 2.3 Morfologi Kelas Bivalvia.....	19
Gambar 2.4 Morfologi Ordo Coleoptera.....	21
Gambar 2.5 Morfologi Ordo Odonata.....	22
Gambar 2.6 Morfologi Ordo Hemiptera.....	22
Gambar 2.7 Morfologi Ordo Ephemeroptera.....	23
Gambar 2.8 Morfologi Larva Trichoptera.....	24
Gambar 2.9 Faktor-Faktor Kualitas Air (Sifat Fisika-Kimia) yang Mempengaruhi Komunitas Bentos.....	40
Gambar 2.10 Kawasan Kabupaten Malang.....	43
Gambar 2.11 Kawasan Sungai Cokro.....	44
Gambar 3.1 Peta Pengambilan Sampel.....	46
Gambar 4.1 Spesimen I.....	54
Gambar 4.2 Spesimen II.....	56
Gambar 4.3 Spesimen III.....	57
Gambar 4.4 Spesimen IV.....	59
Gambar 4.5 Spesimen V.....	60
Gambar 4.6 Spesimen VI.....	62
Gambar 4.7 Spesimen VII.....	64
Gambar 4.8 Spesimen VIII.....	65
Gambar 4.9 Spesimen IX.....	66
Gambar 4.10 Spesimen X.....	67

### Daftar Tabel

Tabel 2.1 Makrozoobentos indikator untuk menilai kualitas air.....	28
Tabel 2.2 Pengaruh pH terhadap komunitas biologi perairan.....	32
Tabel 2.3 Hubungan antara beberapa parameter fisika kimia air pada dengan makrozoobentos.....	40
Tabel 3.1 Deskripsi lokasi pengamatan.....	47
Tabel 3.2 Tabel pengamatan.....	48
Tabel 3.3 Interval Korelasi dan Tingkat Hubungan Antar Faktor.....	52
Tabel 4.1 Makrozoobentos yang ditemukan di Sungai Cokro.....	53
Tabel 4.2 Nilai Indeks Keanekaragaman (H') dan Indeks Dominansi (D) makrozoobentos pada masing-masing stasiun penelitian di Sungai Cokro.....	69
Tabel 4.3 Nilai parameter fisika-kimia air Sungai Cokro.....	72
Tabel 4.4 Baku Mutu Air Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 tahun 2001.....	72
Tabel 4.5 Nilai analisis korelasi Pearson (r) antara faktor fisik kimia dengan indeks keanekaragaman makrozoobentos.....	75

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran I. Indeks Keanekaragaman ( $H'$ ) dan Indeks Dominansi (D) Makrozoobentos Sungai Brantas Malang.....	95
Lampiran II. Hasil uji korelasi Pearson.....	99
Lampiran III. Gambar alat bahan yang digunakan.....	101
Lampiran IV. Hasil Analisis Air.....	102



## ABSTRAK

Maula, Lia Hikmatul. 2017. **Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Cokro Malang**. Skripsi. Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd. Pembimbing II: Ach. Nashichuddin, M.A

---

Kata Kunci: Keanekaragaman, Makrozoobentos, Bioindikator Sungai Cokro Malang.

Makrozoobentos adalah hewan perairan yang dapat dijadikan bioindikator kualitas perairan karena perubahan populasinya sangat dipengaruhi faktor lingkungan perairan. Penelitian ini dilakukan di kecamatan pakis dan kecamatan tumpang kabupaten malang karena wilayah perairan tersebut terdapat sumber bahan pencemar dengan kondisi yang diduga berbeda-beda. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui hubungan sifat fisika dan kimia pada perairan Sungai Cokro Malang dengan indeks keanekaragaman dan dominansi makrozoobentos.

Penelitian ini termasuk jenis deskriptif kuantitatif. Wilayah penelitian dibagi menjadi empat stasiun berdasarkan dugaan tingkat pencemaran. Pengambilan sampel dengan *purposive sampling*. Perhitungan indeks keanekaragaman dan dominansi dengan rumus indeks keanekaragaman Shannon-Wiener. Variabel yang diukur meliputi suhu, pH, DO, BOD, COD, TDS, dan TSS. Analisis hubungan antara indeks keanekaragaman dengan variabel fisika kimia menggunakan rumus Pearson dengan menggunakan SPSS 16.0.

Hasil penelitian menunjukkan makrozoobentos yang ditemukan terdiri dari 10 famili yaitu Lymnaeidae, Hydropsychidae, Philopotamidae, Ghomphidae, Chironomidae, Heptageniidae, Chaenidae, Pyralidae, Thiaridae, dan Coenagrionidae. Pada masing-masing stasiun pengamatan terdapat beberapa perbedaan berdasarkan nilai indeks keanekaragaman, Stasiun I dan Stasiun II memiliki keanekaragaman yang sedang ( $1 < H' < 3$ ) sedangkan pada Stasiun III dan Stasiun IV menunjukkan keanekaragaman rendah ( $H' < 1$ ). Berdasarkan analisis korelasi Pearson menunjukkan adanya hubungan sangat kuat keanekaragaman makrozoobentos dengan variabel suhu, kuat dengan variabel TDS dan pH, sedang dengan variabel COD, dan rendah dengan variabel TSS, BOD, dan DO. Keanekaragaman tertinggi terdapat pada stasiun II yaitu 1,25 dan family yang mendominasi adalah kelas gastropoda yaitu family Lymnaeidae dan Triaridae. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa DO berkorelasi searah sedangkan pH, suhu, COD, TSS, TDS dan BOD berkorelasi berlawanan.

## ABSTRACT

Maula, Lia Hikmatul. 2017. **Diversity of Macrozoobentos as Bioindicator of Cokro River Water Quality Malang**. Thesis. Department of Biology, Faculty of Science and Technology. State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor: 1) Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd) Ach. Nashichuddin, M.A

---

Keywords: Diversity, Makrozoobentos, Bioindicator, Cokro River Malang.

Macrozoobentos are aquatic animals that can be used as bio-indicators of water quality because the population changes are strongly influenced by the aquatic environment. This research was conducted in sub-district of Pakis and subdistrict of Malang Regency, because the water area contained the source of pollutant with different suspected condition. The purpose of this study is to determine the relationship of physical and chemical properties in the waters of Cokro River Malang with the index of diversity and dominance of macrozoobentos.

This research includes quantitative descriptive type. The study area was divided into four stations based on alleged pollution level. It use purposive sampling as the sampling method. Calculation of indices of diversity and dominance with Shannon-Wiener diversity index formula. factors measured include temperature, pH, DO, BOD, COD, TDS and TSS. Analyze the relationship using the Pearson formula using SPSS 16.0.

The results showed that the macrozoobentos were found: 10 families: Lymnaeidae, Hydropsychidae, Philopotamidae, Ghomphidae, Chironomidae, Heptageniidae, Chaenidae, Pyralidae, Thiaridae, and Coenagrionidae. In each observation station there are some differences based on the value of diversity index, Station I and Station II have moderate diversity ( $1 < H' < 3$ ) while in Station III and Station IV show low diversity ( $H' < 1$ ), whereas based on Pearson correlation analysis using SPSS 16.0 indicates a linkage between physical and chemical factors with the value of the macrozoobenthic diversity index located on the Cokro River. The highest diversity found in station II is 1.25 and the family that dominates is the class of gastropods namely family Lymnaeidae and Triaridae. The results of the analysis also show that the DO correlates unidirectional while the pH, temperature, COD, TSS, TDS and BOD are correlated opposite.

### ملخص البحث

مولى ليا حكمتل ٢٠١٧ تنوع ماكروزيونتوس لمؤشرات بيولوجية لنوعية المياه النهر جو كرو مالانج، بحث العلمي قسم علم الحياة في كلية العلوم والتكنولوجيا بجامعة مولان مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانج. تحت الإشراف

الدكتور بودي مينامو الماجستير وأحمد نسيخ الدين الماجستير

الكلمة الرئيسية : التنوع، ماكروزيونتوس، مؤشرات بيولوجية، النهر جو كرو مالانج

ماكروزيونتوس هي الحيوانات المائية التي يمكن استخدامها لمؤشرات البيولوجية لنوعية المياه لأن التغيرات السكانية تؤثر على البيئة المائية. وأجري هذا البحث في منطقة فاكيس و منطقة تومفانج في مالانج لأنه في مصدر المياه من الملوثات على ظروف المختلفة. و هدف هذا البحث لمعرفة العلاقة بين الخصائص الفيزيائية والكيميائية في مياه نهر كوكرو في مالانج مع مؤشر التنوع والهيمنة على الماكروزيونتوس.

ويشمل هذا البحث النوع الوصفي الكمي. و قسمت منطقة الدراسة إلى أربع محطات استنادا إلى مستويات التلوث المزعومة. و أخذ العينات بالعينات المادفة. وحساب مؤشرات التنوع والهيمنة مع صيغة مؤشر التنوع شانون-وينر. وتشمل المتغيرات قياس عن درجة الحرارة، ودرجة الحموضة، DO، BOD، COD، TDS، و TSS. و تحليل العلاقة بين مؤشر التنوع مع متغير الفيزياء الكيميائية باستخدام صيغة بيرسون باستخدام SPSS ١٦.٠.

وأظهرت النتائج أن ماكروزيونتوس تم العثور على أن تتكون على عشرة جنسا وهي يمينيادي، هدروسيبيدي، فيلوبوتاميدي، غومفيادي، تشيرونوميادي، هيبتاجينيادي، شينيادي، بيرليادي، ثياريدي، و كيناغريونيادي. وفي كل محطة مراقبة توجد بعض الفروق استنادا إلى قيمة مؤشر التنوع، أظهر في المحطتين الأولى والثانية تنوع معتدل ( $1 < H' < 3$ ) بينما تظهر في المحطة الثالثة والمحطة الرابعة تنوعا منخفضا ( $H' < 1$ ). استنادا إلى تحليل الارتباط بيرسون يظهر علاقة قوية جدا من التنوع من ماكروزيونتوس مع درجات الحرارة المتغيرة، وقوية مع المتغيرات TDS ودرجة الحموضة، في حين أن المتغيرات COD، وانخفاض متغير TSS، BOD، DO. أعلى تنوع وجدت في المحطة الثانية هو ١.٢٥ والأسرة التي تهيمن هي فئة من غاستروبودس وهما ليمنادي والأسرة ترياريدي. وأظهر التحليل أيضا أن DO يرتبط في نفس اما في درجة الحموضة، ودرجة الحرارة، COD، TSS، و TDS، وترتبط العكس.

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Keanekaragaman makhluk hidup telah dijelaskan dalam Al-Qur'an Surat An-Nur ayat 45 sebagai berikut:

وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِّن مَّاءٍ ۖ فَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَىٰ بَطْنِهِ ۖ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَىٰ رِجْلَيْنِ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَىٰ أَرْبَعٍ ۗ تَخْلُقُ اللَّهُ مَا يَشَاءُ ۗ إِنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ

*“Dan Allah telah menciptakan semua jenis hewan dari air, Maka sebagian dari hewan itu ada yang berjalan di atas perutnya dan sebagian berjalan dengan dua kaki sedang sebagian (yang lain) berjalan dengan empat kaki. Allah menciptakan apa yang dikehendaki-Nya, Sesungguhnya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu”.*

Al-Qarni (2007) menafsirkan ayat tersebut yaitu Allah menciptakan beranekaragam makhluknya seperti manusia, hewan, ular, dan hewan lainnya yang melata di bumi yang berasal dari pembuahan ovum oleh sperma. Ada di antara hewan-hewan itu yang berjalan di atas perutnya, seperti ular, ada yang berjalan dengan dua kaki, seperti manusia, dan ada pula yang berjalan dengan empat kaki, seperti hewan ternak. Selain kelompok hewan tersebut Allah menciptakan hewan bentos yang tempat hidupnya di dasar perairan. Dengan beranekaragamnya makhluk ciptaan Allah, maka beragam pula peranannya dalam ekosistem.

Keanekaragaman makhluk hidup tidak lepas dengan peranannya, satu diantara peranan makhluk hidup adalah sebagai bioindikator ekosistem. Bioindikator berasal dari dua kata yaitu bio dan indikator, bio artinya hidup dan mengarah pada makhluk hidup, sedangkan indikator artinya petunjuk yang dapat menunjukkan terjadinya perubahan kondisi makhluk hidup itu sendiri atau lingkungannya dari waktu ke waktu. Dengan demikian bioindikator adalah komponen biotik (makhluk hidup) yang dijadikan sebagai indikator (petunjuk). Sastrawijaya (1991) juga menemukan bahwa bioindikator juga merupakan indikator biotis yang dapat menunjukkan perubahan kualitas lingkungan yang telah terjadi karena aktivitas manusia.

Menurut Soegianto (2004) satu diantara bioindikator kualitas perairan adalah bentos. Bentos adalah organisme yang hidup di permukaan perairan atau di dalam dasar perairan. Menurut Simamora (2009) bentos berdasarkan ukurannya bentos dibagi menjadi makrobentos (berukuran  $> 0,1$  mm), meiobentos ( $0,1$  mm -  $0,1$  mm), dan mikrobentos ( $< 0,1$  mm). Makrozoobentos meliputi Crustacea, Gastropoda, dan Bivalvia, insekta dan lain-lain, sedangkan Setyobudiandi (1997) menyebutkan bahwa komunitas bentos dapat juga dibedakan berdasarkan pergerakannya, yaitu kelompok hewan bentos yang hidupnya menetap (*sesile*), dan hewan bentos yang hidupnya relatif berpindah-pindah (*motile*).

Makrozoobentos menjadi bioindikator yang penting untuk kualitas perairan dibandingkan jenis bentos yang lain sebab dari sisi bioindikator makrozoobentos lebih mudah terdeteksi. Hal ini memungkinkan terjadi karena ukuran makrozoobentos yang lebih besar dari pada jenis bentos lain. Bentos memiliki

cara hidup menetap (*sesile*) dan terus-menerus terdedah oleh kualitas air yang cenderung berubah-ubah. Sebagaimana dikemukakan oleh Hewan bentos yang hidup *sesile* sering kali digunakan sebagai indikator kondisi perairan. Odum (1993) mengemukakan bila kualitas air mengalami perubahan maka besarnya populasi yang berupa keragaman dan kelimpahan serta dominansi bentos akan berubah pula. Dengan demikian dapat dikatakan kelimpahan bentos dipengaruhi oleh suhu, pH, kekeruhan, tipe substrat, arus, kedalaman, gas-gas terlarut, dan interaksi dengan organisme lain.

Pada penelitian ini makrozoobentos dijadikan bioindikator berdasarkan kuantitas organismenya, kuantitas ekologi makrozoobentos seperti indeks dominansi, dan indeks keanekaragaman. Kuantitas ekologi tersebut sangat berkaitan dengan faktor-faktor lingkungan perairan seperti DO, TDS, TSS, BOD, dan COD. Dengan demikian keberadaan atau macam makrozoobentos dapat mengalami perubahan tergantung dari tingkat pencemaran yang terjadi pada ekosistem perairan. Hal inilah yang menyebabkan makrozoobentos dijadikan bioindikator kualitas perairan.

Satu diantara ekosistem perairan adalah Sungai Cokro, Sungai Cokro merupakan anak dari Sungai Brantas yang terletak di Kecamatan Tumpang Kabupaten Malang dan alirannya mengalir ke Kecamatan Pakis. Di sekitar Sungai Cokro terdapat industri kertas, kulit, tahu dan lain-lain. Berdasarkan wawancara dengan warga setempat, masa sebelum berdiri industri tersebut perairan Sungai Cokro secara visual dalam kondisi yang baik (sangat jernih, tidak berbau). Kondisi saat ini secara visual air Sungai Cokro berubah menjadi cukup keruh,

disamping itu, juga banyak warga yang mengalami penyakit kulit yang kemungkinan disebabkan oleh perubahan faktor kimia perairan. Diduga perairan Sungai Cokro telah mengalami pencemaran (polusi), dan perubahan kualitas perairan dari sisi sifat kimia perairan seperti DO, TDS, TSS, BOD, dan COD. Sifat kimia tersebut penting untuk diukur, guna mengetahui hubungannya dengan kehidupan makrozoobentos. Hubungan antara sifat kimia perairan dengan makrozoobentos dapat dijadikan tolak ukur kualitas perairan Sungai Cokro. Apabila indeks keanekaragaman makrozoobentos masih tinggi maka artinya kualitas perairan dikatakan baik.

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan terkait kualitas air dan makrozoobentos antara lain yang dilakukan Purnomo, *dkk.* (2013) yakni Kajian Kualitas Air dan Status Mutu Air Sungai Metro Di Kecamatan Sukun Kota Malang menghasilkan kesimpulan bahwa kualitas air dipengaruhi oleh faktor fisika dan kimia berupa suhu, pH, DO, TDS, TSS, BOD, dan COD.

Penelitian lain juga menjelaskan tidak hanya faktor fisika dan kimia saja yang dapat mempengaruhi kualitas perairan, akan tetapi keberadaan biota perairan juga berpengaruh terhadap kualitas perairan. Satu diantara biota perairan adalah makrozoobentos. Penelitian makrozoobentos pernah dilakukan oleh Lubis (2013) yakni Keanekaragaman dan Kelimpahan Makrozoobentos di Sungai Naborsahan Kabupaten Toba Samosir Sumatera Utara menghasilkan kesimpulan parameter fisika kimia sangat mempengaruhi keanekaragaman dan kelimpahan makrozoobentos. Jika terjadi perubahan nilai ambang batas pada setiap parameter maka sangat mempengaruhi kehidupan makrozoobentos.

Marmita (2013) di Sungai Ranoyapo selain faktor kimia fisika juga dapat digunakan faktor biologi dengan menggunakan keanekaragaman makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas air. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa Sungai Ranoyapo telah tercemar ringan dan sebagian yang lain tercemar sedang. Makrozoobentos yang dapat digunakan sebagai indikator biologis untuk pencemaran ringan yaitu Ephemeroptera (*Stenonema* sp, *Baetis* sp), Plecoptera (*Acroneturia* sp, *Pteronarcys* sp) dan untuk pencemaran sedang yaitu Gastropoda. Penelitian lain juga dilakukan di Sungai Brantas Malang oleh Hamid (2012) yakni Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Brantas Malang menyebutkan bahwa makrozoobentos dapat dijadikan tolak ukur kualitas perairan dan dapat menentukan tingkat pencemaran.

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka perlu dilakukan penelitian yang berjudul Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai Bioindikator Pencemaran Air Sungai Malang.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka terdapat beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Makrozoobentos apa saja yang ada di perairan Sungai Cokro Malang?
2. Bagaimana indeks keanekaragaman dan indeks dominansi makrozoobentos di Sungai Cokro Malang?
3. Bagaimana hubungan sifat fisika dan kimia pada perairan Sungai Cokro Malang dengan indeks keanekaragaman makrozoobentos?

### **1.3 Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan dilaksanakannya penelitian ini ialah untuk:

1. Mengetahui makrozoobentos yang ada di perairan Sungai Cokro Malang.
2. Mengetahui indeks keanekaragaman dan indeks dominansi makrozoobentos di Sungai Cokro Malang.
3. Mengetahui hubungan sifat fisika dan kimia pada perairan Sungai Cokro Malang dengan indeks keanekaragaman dan dominansi makrozoobentos.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini dilaksanakan adalah :

1. Memberikan informasi kepada instansi dan masyarakat sekitar tentang keanekaragaman dan dominansi makrozoobentos yang terdapat pada perairan Sungai Cokro serta hubungannya dengan kualitas perairan di Sungai Cokro Malang.
2. Memberi wawasan kepada masyarakat tentang hubungan atau keterkaitan antara keberadaan biota perairan dengan kondisi perairan, serta wawasan bahwa ancaman terhadap keberadaan biota perairan pada akhirnya juga akan mengancam kehidupan manusia.

### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Lokasi perairan yang diamati berada di daerah aliran Sungai Cokro Malang yang terbagi menjadi 4 stasiun.
2. Pemilihan stasiun didasarkan pada pendugaan perbedaan tingkat pencemaran dari sumber bahan pencemar yang berbeda.
3. Makrozoobentos diidentifikasi berdasarkan ciri-ciri morfologi sampai tingkat famili menggunakan buku Borror *et al* (1992), Gerber (2002), Vosshell (2002), dan Bouchard (2004).
4. Sifat fisika dan kimia yang akan dianalisis antara lain: pH, suhu, TDS, TSS, DO, BOD, dan COD.
5. Indeks keanekaragaman menggunakan rumus Shannon-Wiener dan indeks dominansi menggunakan rumus Simpson.
6. Analisis korelasi antara sifat fisika kimia dan indeks keanekaragaman dan dominansi menggunakan Korelasi *Product Moment* dari Pearson.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Keanekaragaman hewan air dalam Al-Qur'an

Keragaman hewan air sebenarnya telah dikemukakan dalam Al-Qur'an surat Al-Fathir ayat 12 sebagai berikut:

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

*“Dan tiada sama (antara) dua laut; yang ini tawar, segar, sedap diminum dan yang lain asin lagi pahit. dan dari masing-masing laut itu kamu dapat memakan daging yang segar dan kamu dapat mengeluarkan perhiasan yang dapat kamu memakainya, dan pada masing-masingnya kamu Lihat kapal-kapal berlayar membelah laut supaya kamu dapat mencari karunia-Nya dan supaya kamu bersyukur”.*

Al-Qurtubi (2009) menafsirkan ayat tersebut menafsirkan adanya pembagian perairan air tawar dan air asin, disebutkan pula bahwa dalam perairan juga memiliki fungsi yang berbeda. Diantara fungsinya hewan perairan dapat dimanfaatkan sebagai sumber makanan seperti ikan, udang, kepiting, dan lain sebagainya dan perhiasan seperti mutiara yang dikeluarkan dari kulit kerang, batu akik yang berasal dari batu karang, selain itu perairan juga dapat digunakan sebagai sarana transportasi yang dapat digunakan sebagai tempat berdagang.

Menurut Ibnu Katsir (1988) Allah berfirman mengingatkan tentang kekuasaan-Nya Yang besar dalam menciptakan sesuatu yang beranekaragam. Dia menciptakan dua buah lautan, yang satu tawar dan segar dan itulah sungai yang mengalir di antara manusia, baik kecil maupun besar, sesuai dengan kebutuhan yang ada di benua, negeri, pemukiman, tempat-tempat sunyi, daratan dan hutan. Air tawar tersebut siap diminum bagi siapa yang membutuhkannya dan air laut dapat digunakan untuk berlayar oleh kapal-kapal besar, dan air tersebut rasanya asin dan pahit. Allah juga berfirman bahwa Allah juga menciptakan makhluk dalam perairan tersebut yang dapat dimanfaatkan, diantaranya daging (ikan, udang, cumi-cumi, kepiting dan lain sebagainya) yang dapat digunakan sebagai sumber makanan dan perhiasan (mutiara yang berasal dari kulit kerang, batu akik yang berasal dari batu karang, kulit kerang dan lain sebagainya) yang dapat digunakan. Diantara manfaat perairan juga dapat digunakan berlayar. Mujahid berpendapat angin yang mendorong kapal. Ayat tersebut menjelaskan manfaat dari perairan supaya kita dapat bersyukur.

Menurut Asy-Syuyuthi dan Al-Mahalliy (2008) Allah menyebutkan bahwa Allah membagi perairan dengan memberi perbedaan rasa yaitu sangat tawar dan sangat asin. Dari masing-masing kedua perairan itu mempunyai fungsi diantaranya daging segar yang dapat dimakan yaitu ikan, perhiasan yang dapat diperoleh dari perairan air asin maupun air tawar yaitu berupa mutiara dan batu Marjan, perahu yang dapat berlayar diatas air baik maju atau pun mundur hanya dengan satu arah angin. Ayat tersebut diturunkan supaya kita dapat mencari

karunia Allah SWT melalui berniaga dengan memakai jalan laut dan supaya kita bersyukur kepada Allah atas hal tersebut.

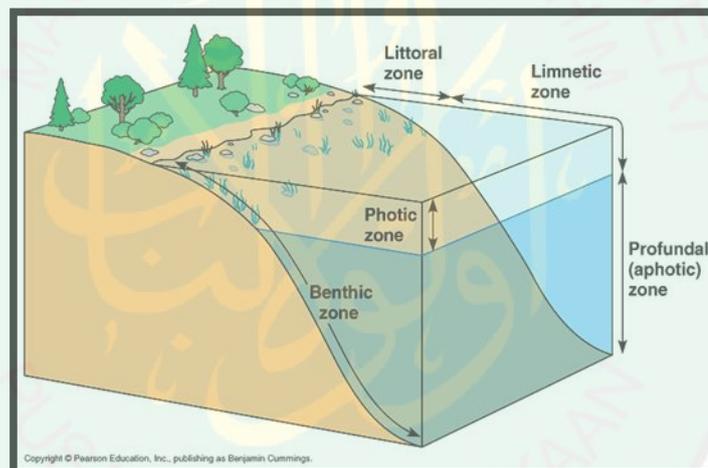
Menurut (Rosyadi, 2008) fenomena keanekaragaman hewan apabila diamati dan diteliti berdasarkan ada tidaknya tulang belakang dapat dibedakan menjadi dua yaitu invertebrata dan vertebrata. Mulai dari hewan bersel satu sampai yang bersel banyak. Fenomen keanekaragaman ini menampakkan dari segi perbedaan antara spesies dan antara kelompok atau kelas. Sedikit saja ada perbedaan dapat dikategorikan satu spesies atau kelompok lain. Tetapi sedikit saja ada persamaan maka dapat dimasukkan dalam satu kelas atau satu kelompok. Bila realita ini diamati secara seksama, benar-benar menunjukkan keagungan Tuhan pencipta keunikan dalam keanekaragaman.

## **2.2 Pembagian Ekosistem Perairan**

Ekosistem perairan yang terdapat di daratan dibagi atas dua kelompok yaitu perairan lentik (perairan tenang) misalnya danau dan perairan lotik (perairan berarus deras) misalnya sungai (Payne, 1996). Perbedaan utama antara perairan lotik dan lentik adalah kecepatan arus air. Perairan lentik mempunyai kecepatan arus yang lambat serta terjadi akumulasi massa air dalam periode waktu yang lama, sedangkan perairan lotik umumnya mempunyai kecepatan arus yang tinggi disertai perpindahan air yang berlangsung dengan cepat (Barus, 2004). Pembagian zona pada perairan lentik dapat dilihat pada gambar 2.1.

Di dalam kolam, sungai, rawa dan danau berdasarkan daerah atau subhabitatnya terdapat tiga zona yaitu, zona litoral, limnetik dan profundal. Zona

littoral merupakan daerah perairan yang dangkal dengan penetrasi cahaya sampai dasar. Zona limnetik adalah daerah air terbuka sampai kedalaman penetrasi cahaya yang efektif, pada umumnya tingkat ini berada di mana kedalaman di mana intensitas cahaya penuh. Sedangkan zona profundal merupakan bagian dasar dan daerah air yang dalam dan tidak tercapai oleh penetrasi cahaya efektif. Dalam danau, zona limnetik dan profundal, relatif besar ukurannya dibanding zona littoral. Bila sifat-sifat kebalikan biasanya disebut kolam, jadi rawa adalah daerah dengan ciri antara danau dan kolam (Ngabekti, 2004).



Gambar 2.1 Pembagian zona pada perairan letik (Campbell, 2004).

### 2.3 Komponen Ekosistem Perairan

Ekosistem sungai terdiri dari komponen biotik dan abiotik yang saling berinteraksi membentuk satu kesatuan yang teratur dan tidak ada satu komponen pun yang dapat berdiri sendiri melainkan mempunyai keterikatan dengan komponen lain secara langsung atau tidak langsung, besar atau kecil. Aktivitas

suatu komponen selalu memberi pengaruh pada komponen ekosistem yang lain (Asdak, 2004).

Dalam komponen ekosistem biotik, terdapat bermacam-macam bermacam jenis dan spesies makhluk hidup, baik hidup di darat maupun di air atau bahkan dalam hidup di darat dan air. Oleh karena itu dalam suatu sistem ekologi, ekologi, komponen biotik diklasifikasikan dalam dua bentuk, yaitu produsen dan konsumen. Klasifikasi tersebut didasarkan atas bagaimana mereka memperoleh makanan atau unsur nutrisi organik untuk mempertahankan kehidupan mereka (Resosoedarmo dkk, 1992).

Dalam suatu komponen ekosistem abiotik, terdapat suatu komponen ekosistem yang berpengaruh besar terhadap ekosistem itu sendiri. Pengaruh tersebut antara lain terjadinya perubahan cuaca, bencana alam, kekeringan dan banjir, yang semuanya diakibatkan oleh perubahan faktor-faktor dalam ekosistem itu sendiri. Ada dua faktor utama dalam sistem abiotik, yaitu faktor fisik dan faktor kimiawi (Resosoedarmo dkk, 1992).

Lingkungan abiotik dapat dilihat dari dua hal, yakni komponen atau sumber daya abiotik dan faktor abiotik. Sumber daya abiotik adalah lingkungan abiotik yang diperlukan oleh organisme dan ketersediaannya akan berkurang jika dimanfaatkan oleh organisme, misalnya air, udara, tanah dan sebagainya. Faktor abiotik adalah jenis parameter abiotik selain sumber daya, misalnya suhu pH kadar air tanah, kelembaban udara, salinitas dan sebagainya. Jika faktor abiotik tersebut menentukan keberadaan atau ketiadaan suatu organisme di suatu habitat

maka faktor tersebut dikenal sebagai faktor pembatas yang menentukan distribusi dan sebaran suatu organisme (Leksono, 2007).

Faktor fisik yang berpengaruh besar terhadap ekosistem seperti sinar matahari dan awan, suhu rata-rata dan frekuensi suhu, rata-rata presipitasi (hujan) dan distribusinya sepanjang tahun, angin, Latitude (jarak dari garis katulistiwa), Altitude (tinggi dari permukaan laut), kondisi tanah secara alamiah kebakaran (ekosistem darat), arus laut (ekosistem air), dan jumlah endapan padat (ekosistem air) sedangkan faktor kimiawi yang berpengaruh besar terhadap ekosistem seperti kandungan air dan oksigen dalam tanah, kandungan unsur nutrisi tanaman yang larut dalam kelembaban tanah untuk ekosistem darat) dan dalam air (untuk ekosistem air), kadar garam dalam air (ekosistem air), dan kandungan oksigen terlarut (ekosistem air) (Resosoedarmo dkk, 1992).

#### **2.4 Pencemaran Air**

Pencemaran air adalah penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal, bukan dari kemurniannya. Air yang tersebar di alam semesta ini tidak pernah terdapat dalam bentuk murni. Namun bukan berarti bahwa semua air sudah tercemar. Misalnya, walaupun di daerah pegunungan atau di daerah terpencil dengan udara yang bersih dan bebas dari pencemaran air hujan yang turun selalu mengandung bahan-bahan terlarut, seperti  $\text{CO}_2$  dan  $\text{N}_2$ , serta bahan-bahan tersuspensi misalnya debu dan partikel-partikel lainnya yang terbawa air hujan dari atmosfer (Kristanto, 2004).

Berdasarkan sumbernya (Mudarisin, 2004), jenis limbah cair yang dapat mencemari air dapat dikelompokkan menjadi beberapa golongan yaitu: Limbah cair domestik (limbah cair yang berasal dari pemukiman, tempat-tempat komersial dan tempat-tempat rekreasi), Limbah cair industri (limbah cair yang dikeluarkan oleh industri sebagai akibat dari proses produksi), Limbah pertanian (limbah yang bersumber dari kegiatan pertanian seperti penggunaan pestisida, herbisida, fungisida dan pupuk kimia yang berlebihan), dan *Infiltration/inflow* (limbah cair yang berasal dari perembesan air yang masuk ke dalam dan luapan dari sistem pembuangan air kotor).

Menurut (Soegianto, 2010) Sumber pencemaran tersebut dapat pula diklasifikasikan ke dalam (1) sumber tetap atau berasal dari lokasi yang dapat diidentifikasi, dan (2) sumber tidak tetap. Kualitas kehidupan di dalam air sangat dipengaruhi oleh kualitas perairan itu sendiri sebagai media hidup organisme air. Makin buruk kualitas perairan, makin buruk pula kehidupan di dalam perairan tersebut. Ini berarti bahwa komunitas organisme yang hidup di perairan jernih berbeda dengan yang hidup di perairan tercemar. Berdasarkan pada kenyataan inilah kemudian dapat dilakukan pendugaan tingkat pencemaran perairan melalui pendekatan biologis.

## **2.5 Makrozoobentos**

Biota akuatik merupakan kelompok biota, baik hewan atau tumbuhan yang sebagian atau seluruh hidupnya berada di perairan. Berdasarkan cara hidupnya biota akuatik dapat dikelompokkan menjadi neuston (organisme yang beristirahat

atau berenang pada permukaan), peuston, nekton (organisme yang dapat bergerak dengan kemauan sendiri), plankton (organisme mengapung yang pergerakannya kira-tergantung pada arus), perifeton, bentos dan demersal (Wardhana, 2006).

Bentos merupakan organisme yang mendiami dasar perairan dan tinggal di dalam atau pada sedimen dasar perairan (Barus, 2004). Bentos yang relatif mudah diidentifikasi dan peka terhadap perubahan lingkungan perairan adalah jenis-jenis yang termasuk dalam kelompok invertebrata makro (makrozoobentos). Menurut Hellawell (1986) Makrozoobentos dipilih sebagai indikator biologi perairan sungai karena hidupnya relatif menetap (*sesile*) dengan daur hidup yang relatif lama, kelimpahan dan keanekaragamannya tinggi, mempunyai kemampuan merespon kondisi kualitas air secara terus menerus mulai dari tingkat seluler sampai struktur komunitas, mudah dianalisa dan prosedur pengambilannya relatif mudah.

### 2.5.1 Klasifikasi Makrozoobentos

Berdasarkan ukurannya, Lind (1979) mengklasifikasikan zoobentos menjadi dua kelompok besar yaitu mikrozoobentos dan makrozoobentos. Sedangkan menurut Simamora (2009) berdasarkan ukurannya bentos dapat dibagi atas :

1. Mikrobentos, kelompok bentos yang berukuran  $\leq 0,1$  mm. Kelompok ini merupakan hewan yang terkecil. Hewan yang termasuk kedalamnya adalah protozoa khususnya Ciliate.
2. Mesobentos, kelompok bentos yang berukuran antara 0,1 mm -1 mm. Kelompok ini adalah hewan dengan kisaran ukuran tersebut yang dapat

ditemukan di pasir atau lumpur. Hewan yang termasuk kelompok ini meliputi Moluska, cacing dan Crustacea dengan kisaran ukuran tersebut.

3. Makrobentos, kelompok hewan yang lebih besar dari 1 mm. Kelompok ini adalah hewan bentos yang terbesar.

### 2.5.2 Habitat

Bentos sering disebut sebagai organisme-organisme yang hidup pada dasar perairan, Menurut Odum (1993) bentos adalah organisme yang melekat atau beristirahat pada dasar atau hidup di dasar endapan. Berdasarkan ukurannya, hewan bentos yang tersaring dengan saringan bentos berukuran 0,5 mm disebut makrobentos (Setyobudiandi, 1997), sedangkan zoobentos adalah hewan yang melekat atau beristirahat pada dasar atau hidup di dasar endapan (Odum, 1993).

Berdasarkan tempat hidupnya, zoobentos dibagi atas dua kelompok, yaitu (Nybakken, 1992) :

- a. Epifauna yaitu organisme benthik yang hidup dan berasosiasi dengan permukaan substrat dan,
- b. Infauna yaitu organisme benthik yang hidup di dalam sedimen (substrat) dengan cara menggali lubang.

Kelompok infauna sering mendominasi komunitas substrat yang lunak dan melimpah di daerah subtidal, sedangkan epifauna adalah makrozoobentos yang hidup di permukaan dasar perairan yang bergerak dengan lambat di atas permukaan dari sedimen yang lunak atau menempel pada substrat yang keras dan melimpah di daerah intertidal (Nybakken, 1992).

Selanjutnya Odum (1994) menyatakan makrozoobentos dapat dimasukkan kedalam jenis hewan makroinvertebrata. Taksa utama dari kelompok ini umumnya adalah insekta, moluska, chaetopoda, dan crustaceae. Umumnya bentos yang sering dijumpai di suatu perairan adalah dari taksa crustaceae, moluska, insecta, chaetopoda (Barus, 2004).

### 2.5.3 Cara makan

Menurut Jeffries & Mills (1996), makrozoobentos dapat dibedakan dalam empat golongan berdasarkan kebiasaannya yaitu :

1. Perumput (*grazer*) dan pengikis (*scraper*) yaitu herbivora pemakan alga yang tumbuh melekat pada substrat
2. Pemarut (*shredder*), yaitu detritivora pemakan partikel ukuran besar
3. Kolektor (*collector*) yaitu detritivora pemakan partikel halus baik yang berupa suspensi dan berupa endapan
4. Predator yaitu berupa hewan karnivora

Selanjutnya Odum (1993) membedakan hewan bentos berdasarkan cara makannya, yaitu pemakan penyaring (*filter feeder*), contohnya kerang dan pemakan deposit (*deposit feeder*), contohnya siput. Di samping itu, bentos dapat juga dibedakan berdasarkan pergerakannya, yaitu hewan benthik yang hidupnya menetap (*sessil*) dan hewan benthik yang hidupnya berpindah (*motil*).

Menurut Noortiningsih, dkk (2008) pada suatu ekosistem akuatik, baik air tawar atau laut, makrozoobentos, meiofauna dan foraminifera, merupakan bagian dari rantai makanan yang keberadaannya bergantung pada populasi

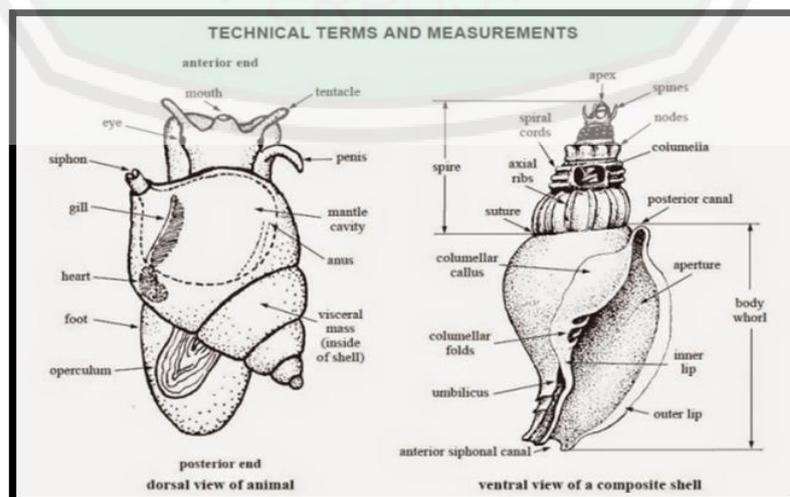
organisme yang tingkatnya lebih rendah sebagai sumber pakan (misalnya ganggang) dan hewan predator yang tingkat trofiknya lebih tinggi. Makrozoobentos, meiofauna dan foraminifera adalah organisme yang hidup pada dasar perairan.

Berdasarkan fakta bahwa arus adalah searah, dapat diperkirakan bahwa bagian atas sungai. Dalam kondisi normal, dilaporkan  $\pm 160$  individu per  $100 \text{ m}^3$  aliran air yang mencapai puncak pada malam hari, khususnya segera setelah matahari terbenam (Bishop, 1973). Kemungkinan fenomena ini disebabkan selama siang hari beberapa organisme bersembunyi diantara kerikil atau sedimen dari sungai dan makan di permukaan air setelah intensitas sinar terhalang, atau karena menjadi aktif setelah matahari tenggelam, khususnya hewan-hewan predator (Goltenboth *et al.*, 2012).

## 2.5.4 Beberapa Macam Makrozoobentos

### 2.5.4.1 Molluska

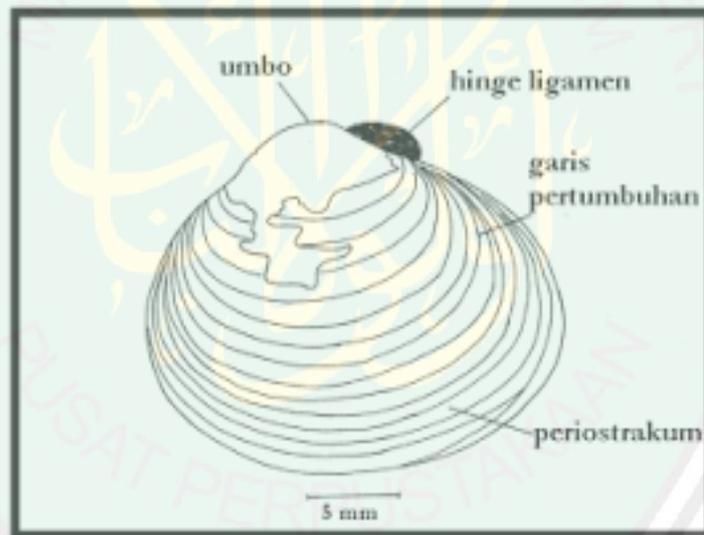
#### a. Gastropoda



Gambar 2.2 Morfologi Kelas Gastropoda (Kastawi, 2005)

Kelas Gastropoda merupakan kelompok moluska perairan yang terbanyak. Kelompok moluska jenis Gastropoda umumnya bersembunyi di balik batu, melekat pada tumbuhan air atau membenamkan diri di pasir. Habitat yang berpasir umumnya lebih banyak dijumpai kerang (Pelecypoda) daripada keong (Gastropoda) (Pratiwi, 2006). Gastropoda memiliki ciri-ciri mollusca yaitu adanya cangkang, mantel, kaki, organ, viseral, radula dan biasanya memiliki sebuah atau beberapa insang (Kastawi, 2005). Morfologi gastropoda dapat dilihat pada gambar 2.2.

#### b. Bivalvia



Gambar 2.3 Morfologi Kelas Bivalvia (Kastawi, 2005)

Kelas Pelecypoda/Bivalvia dengan cangkang setangkup, biasanya hidup di dasar laut atau ditemukan melekat dengan kakinya yang disebut "bysus". Makanannya berupa plankton yang tersaring melalui lubang yang terdapat di dalam tubuhnya atau disebut juga hewan penyaring (Pratiwi, 2006). Bivalvia/Pelecypoda juga mempunyai ciri-ciri khas molluska yaitu memiliki cangkang yang keras. Bivalvia memiliki umbo, ligament

periostakum, dan garis pertumbuhan yang menunjukkan masa pertumbuhan/umur spesies tersebut. Morfologi bivalvia dapat dilihat pada gambar 2.3.

#### 2.5.4.2 Insekta

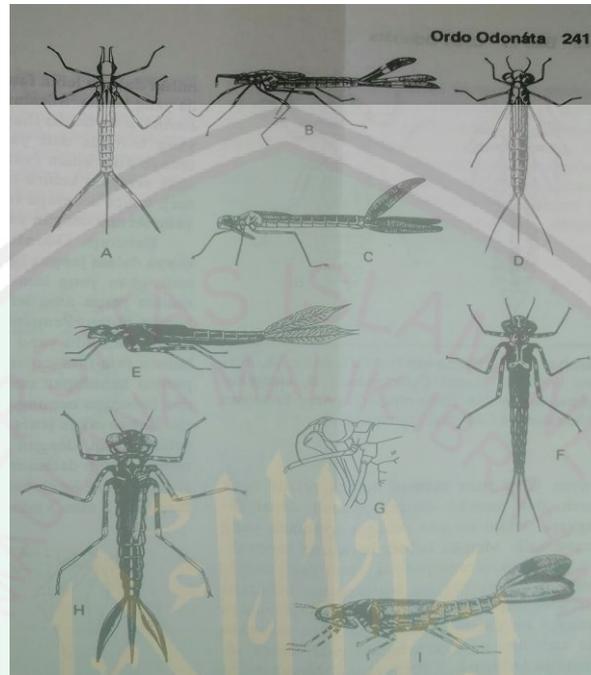
##### a. Coleoptera



**Gambar 2.4 Morfologi Ordo Coleoptera (Borror *et al.*, 1992)**

Coleoptera merupakan serangga yang hampir sepenuhnya hidup di air, baik tahap larva maupun dewasa. Pada tahap larva, serangga ini umumnya berpindah ke daratan membentuk pipa, lalu kembali ke air untuk berubah menjadi tahap dewasa penuh. Serangga akuatik dari ordo ini umumnya bersifat sebagai predator baik tingkat larva maupun dewasa serta menyukai habitat dengan arus yang lambat hingga sedang dan memiliki tumbuhan air (Borror *et al.*, 1992). Anggota-anggota jenis dari ordo Coleoptera seperti *Psephenus*, menyukai habitat berbatu dan sedikit berarus (Aswari, 2001). Morfologi dari ordo coleoptera dapat dilihat pada gambar 2.4.

## b. Odonata



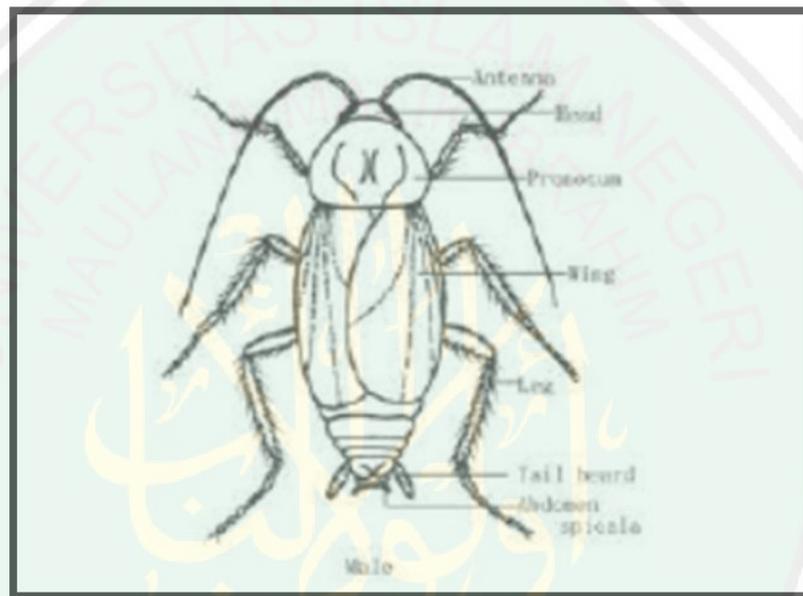
**Gambar 2.5** Morfologi Ordo Odonata (Borror *et al.*, 1992)

Odonata merupakan serangga hemimetabola. Larva hidup di air dan berikutnya sangat berbeda dengan dewasa. Bentuk dewasa terbang dan terlihat jelas, sering kali ini dengan warna-warna terang dan lebih aktif dibandingkan kebanyakan serangga air yang hidup di darat (terrestrial). Kondisi ini sebenarnya dipengaruhi banyak hal diantaranya keadaan air, besar kecilnya arus air dan faktor-faktor ekologi lain (Borror *et al.*, 1992). Morfologi dari ordo Odonata dapat dilihat pada gambar 2.5

## c. Hemiptera

Hemiptera adalah kelompok serangga yang besar dan tersebar sangat luas, memiliki ciri-ciri tubuh panjang dan ramping. Hemiptera ini mempunyai kaki depan untuk menangkap mangsa, kaki tengah untuk

mengayun dan kaki belakang sebagai kemudi. Tarsi (jari) ditutupi rambut-rambut yang sulit basah oleh air. Ordo ini mempunyai empat mata, dua di permukaan atas kepala dan dua di permukaan bawah kepala, yang dibawah berfungsi untuk melihat keadaan di air (Borror et al., 1992). Morfologi dari ordo odonata dapat dilihat pada gambar 2.6.



**Gambar 2.6** Morfologi Ordo Hemiptera (Borror et al., 1992)

#### d. Ordo Ephemeroptera (Mayfly)

Secara umum, morfologi dari nimpha dewasa memiliki ciri tubuh yang memanjang, bagian kepala yang besar, bagian mandibula pada mulut yang berkembang dengan baik, kaki yang kuat, antena filiform (berbentuk seperti jarum) dan mata majemuk yang besar. Bagian abdomen atau perut terdiri dari 10 segmen dan memiliki insang trakeal pada permukaan dorsal (punggung) atau lateral (perut) di bagian tersebut. Biasanya pada ujung abdomen terdapat dua atau tiga filament ekor (filamen kaudal) yang

berjumbai dan bersegmen (Pennak, 1989). Morfologi dari ordo Ephemeroptera dapat dilihat pada gambar 2.7.

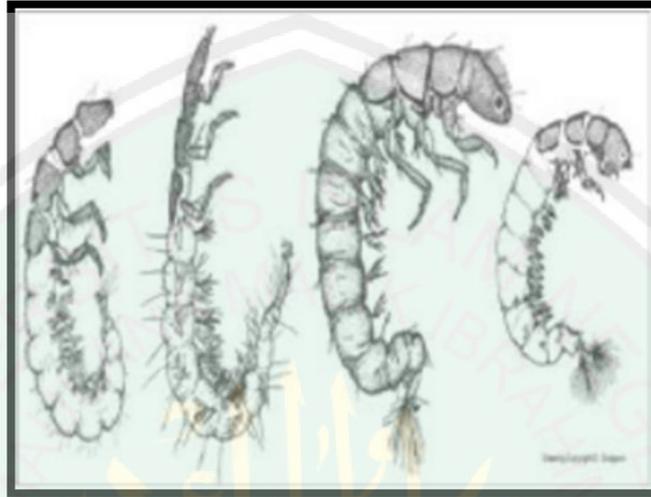


**Gambar 2.7 Morfologi Ordo Ephemeroptera (Borror *et al.*, 1992**

#### **e. Ordo Trichoptera (Caddisfly)**

Secara umum larva ordo ini memiliki bagian kepala dan dada yang tersklerotisasi (terbuat dari zat tanduk) dan berwarna gelap. Ketiga bagian dada terpisah satu dengan yang lainnya. Bagian abdomen biasanya lembut dan berwarna hijau, coklat, abu-abu, krem atau keputih-putihan. Pada bagian kepala terdapat sepasang antena yang sangat kecil, mulut termasuk ke dalam tipe pengunyah dan memiliki dua ocelli (mata tunggal) berwarna hitam. Kaki prothorax biasanya kuat dan kecil, berfungsi untuk memegang makanan tetapi tidak digunakan untuk pergerakan. Pada bagian ujung tubuh terdapat sepasang proleg yang berbentuk kait sehingga larva dapat mengaitkan diri pada sarang atau substrat hidupnya. Pada bagian samping tubuh terdapat garis samping tubuh dan memiliki rumbai rambut pada setiap

sisi beberapa segmen abdomen bagian atas (Pennak, 1989). Morfologi dari ordo trichoptera dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Morfologi Larva Trichoptera (Borror *et al.*, 1992)

#### 2.5.5 Peranan dalam ekosistem

Menurut Setiawan (2008), bahwa peranan bentos di perairan adalah :

- a. Mendaur ulang bahan organik dan membantu proses mineralisasi

Dalam komunitas perairan, makrozoobentos memiliki peranan yang penting dalam mendaur ulang bahan organik sehingga dapat digunakan dalam menduga tingkat kesuburan perairan. Menurut Odum (1993), organisme benthik mempunyai hubungan yang erat sekali dengan sumberdaya perikanan melalui hubungan rantai makanan. Hubungan ini berdasarkan atas rantai makanan detritus yang dimulai dari organisme mati. Organisme mati ini diuraikan oleh mikroorganisme, kemudian mikroorganisme beserta hancurannya dimakan oleh pemakan detritus (detritivor). Detritivor ini selanjutnya dimakan oleh beberapa jenis ikan dan udang.

b. Mempunyai kedudukan yang penting dalam rantai makanan

Rantai makanan adalah perpindahan energi dan materi dari makhluk hidup yang satu ke makhluk hidup yang lain melalui proses makan memakan dengan urutan tertentu. Suatu rantai makanan dapat disusun dalam piramida makanan adalah komposisi rantai makanan yang semakin keatas jumlahnya semakin kecil (Sumantri, 2009).

Menurut Jutting (1956), hewan dasar mempunyai kedudukan sebagai konsumen di dalam rantai makanan, yaitu zooplankton atau bahkan memakan hewan benthik lainnya. Bentos dapat pula berperan sebagai produsen, baik primer maupun sekunder. Pennak (1989) menyebutkan bahwa bentos khususnya larva serangga merupakan makanan alami bagi ikan pemakan hewan.

Menurut Alan (2009), Interaksi antar organisme dapat di kategorikan (a) netral apabila hubungan tidak saling mengganggu antar organisme dalam habitat yang sama yang bersifat tidak rugi dan tidak merugikan kedua belah pihak, (b) predasi apabila hubungan antara mangsa dan pemangsa (Predator). Hubungan ini sangat erat karena tanpa mangsa, predator tidak dapat hidup, sebaliknya predator berfungsi untuk mengontrol populasi mangsa, (c) komensalisme apabila hubungan antar organisme yang berbeda species dalam bentuk kehidupan bersama sebagai sumber makanan dalam suatu species diuntungkan yang lain tidak dirugikan, (d) parasitisme apabila hubungan antara organisme yang berbeda species salah satu hidup pada organisme mengambil makanan dari inang sehingga bersifat merugikan

mangsanya, (e) mutualisme apabila hubungan antara dua organisme berbeda species yang sama saling menguntungkan kedua belah pihak.

c. Indikator pencemaran

Beberapa alasan tentang keuntungan menggunakan makrozoobentos dibandingkan dengan biota air lainnya untuk pendugaan kualitas air seperti yang telah diungkap oleh Chessman (2003) antara lain sebagai berikut :

1. Struktur komunitas dari makrozoobentos seringkali dapat digunakan sebagai bioindikator lingkungan yang mewakili kondisi lokalnya, karena banyak dari hewan tersebut bersifat *sesile*. Dengan keterbatasan tersebut maka hewan ini sangat cocok untuk digunakan dalam penilaian pengaruh aktivitas antropogenik pada tempat spesifik.
2. Makrozoobentos mampu mengintegrasikan adanya perubahan variasi lingkungan yang relatif singkat. Banyak spesies makrozoobentos mempunyai waktu siklus hidup yang relatif kompleks dari yang satu tahun hingga lebih. Sensitivitas pada siklus hidup akan merespon stress lebih cepat dibandingkan dengan struktur komunitas.
3. Identifikasi hewan ini biasanya relatif mudah hingga sampai tingkat famili, dan banyak pula dari taksa yang tergolong toleran dapat diidentifikasi sampai pada level genus. Beberapa indeks telah disusun secara sederhana hanya dengan menggunakan tingkat famili, sehingga memudahkan dalam pendugaan status pencemaran atau tingkat gangguan pada ekosistem sungai.

4. Respon stress yang dihasilkan makrozoobentos dapat ditunjukkan pada tingkatan tropik dan kisaran toleransi yang berbeda terhadap polusi, sehingga memungkinkan untuk menggabungkan informasi tersebut ke dalam interpretasi kumulatif.
5. Sampling yang relatif mudah, peralatan yang relatif murah, dan dapat dikerjakan tanpa banyak membutuhkan tenaga manusia.
6. Makrozoobentos merupakan sumber utama bagi makanan ikan, dan banyak spesies penting yang secara komersil digunakan untuk kepentingan rekreasi.
7. Makrozoobentos di lingkungan perairan merupakan komponen utama penyusun dari aktivitas diversitas biologi sungai. Pengertian tentang hubungan pengaruh dan dampak dari aktivitas manusia terhadap kehidupan makrozoobentos akan membantu dalam menemukan cara untuk konservasi dari biota tersebut.
8. Distribusi makrozoobentos yang luas dengan bermacam-macam tipe badan air dari yang beriklim tropis hingga temperate.
9. Kemampuan untuk mengakumulasi dari bahan polutan yang bermacam-macam, sehingga dapat digunakan untuk mempelajari nasib dari suatu polutan yang dipaparkan pada biota air melalui studi bioakumulasi.

**Tabel 2.1 Makrozoobentos indikator untuk menilai kualitas air**

<b>Tingkat Cemaran</b>	<b>Makrozoobentos Indikator</b>
Tidak tercemar	Tricoptera (Sericosmatidae, Lepidosmatidae, Glossomatidae); Planaria
Tercemar ringan	Plecoptera (Perlidae, Peleodidae); Ephemeroptera (Leptophlebiidae, Pseudocloeon, Ecdyonuridae, Caebidae); Trichoptera (Hydropschydae, Psychomyidae); Odonata (Gomphidae, Plarycnematidae, Agriidae, Aeshnidae); Coleoptera (Elminthidae)
Tercemar sedang	Mollusca (Pulmonata, Bivalvia); Crustacea (Gammaridae); Odonata (Libellulidae, Cordulidae)
Tercemar	Hirudinae (Glossiphonidae, Hirudinae); Hemiptera
Tercemar agak berat	Oligochaeta (Ubificidae); Diptera (Chironomus thummi-plumosus); Syrphidae
Sangat tercemar	Tidak terdapat makrozoobentos

Sumber: Wardhana (2006)

Menurut Wardhana (2006) makrozoobentos memiliki tingkat toleransi yang berbeda. Tingkat toleransi tersebut dapat digunakan sebagai tolak ukur kualitas perairan. Makrozoobentos indikator yang dapat digunakan untuk menilai kualitas air dapat dilihat pada tabel 2.1.

Makrozoobentos yang dapat digunakan sebagai tolak ukur kualitas lingkungan atas dasar nilai kualitas hayati dan keanekaragaman hayati

hendaknya memiliki ciri-ciri sebagai berikut; (1). Harus memiliki kepekaan terhadap perubahan lingkungan perairan dan responnya cepat; (2). Memiliki daur hidup yang kompleks sepanjang tahun atau lebih dan apabila kondisi lingkungan melebihi batas toleransinya biota tersebut akan mati; (3). Hidup sesil (bentik); dan (4). Tidak mudah bermigrasi (Wardhana, 2006).

### **2.5.6 Faktor Fisika dan Kimia dalam Perairan**

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 20 Tahun 1990 menyatakan bahwa kualitas air merupakan sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain di dalam air. Kualitas air dinyatakan dengan beberapa parameter, yaitu parameter fisik (suhu, kekeruhan, padatan terlarut, dan sebagainya), parameter kimia (pH, oksigen terlarut, BOD, kadar logam, dan sebagainya), dan parameter biologi (keberadaan plankton, bentos, bakteri, dan sebagainya).

Beberapa faktor fisika dan kimia yang mempengaruhi kualitas air diuraikan sebagai berikut :

#### **2.5.6.1 Temperatur**

Air mempunyai sifat unik yang berhubungan dengan panas yang secara bersama-sama mengurangi perubahan suhu dalam air lebih kecil dan perubahan terjadi lebih lambat daripada udara. Variasi suhu dalam air tidak sebesar jika dibandingkan di udara hal ini merupakan faktor pembatas utama karena organisme akuatik sering kali mempunyai toleransi yang sempit. Perubahan suhu menyebabkan pola sirkulasi yang khas dan stratifikasi yang amat mempengaruhi kehidupan akuatik (Odum, 1993) begitu juga yang

dikatakan James & Evison (1979) temperatur merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan hewan bentos. Batas toleransi terhadap temperatur tergantung spesiesnya. Umumnya temperatur diatas 30 °C dapat menekan pertumbuhan populasi hewan bentos.

Organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu yang disukai bagi pertumbuhannya. Menurut Effendi (2003), aktivitas mikroorganisme memerlukan suhu optimum yang berbeda-beda. Setiap peningkatan suhu sebesar 10 °C akan meningkatkan proses dekomposisi dan konsumsi oksigen menjadi 2 - 3 kali lipat. Namun, peningkatan suhu ini disertai dengan penurunan kadar oksigen terlarut sehingga keberadaan oksigen sering kali tidak mampu memenuhi kebutuhan oksigen bagi organisme akuatik untuk melakukan metabolisme dan respirasi. Menurut Ghufran dan Baso (2007) dengan kata lain, semakin tinggi suhu air, semakin rendah daya larut oksigen di dalam air, dan sebaliknya. Semakin tinggi daya larut oksigen maka suhu air semakin rendah. Pengaruh suhu secara tidak langsung terhadap lingkungan adalah mempengaruhi metabolisme, daya larut gas-gas, termasuk oksigen serta berbagai reaksi kimia di dalam air. Welch (1980) menyebutkan bahwa suhu yang berbahaya bagi makrozoobenthos berkisar antara 35°C - 40°C. Suhu di perairan Situ Rawa Besar berkisar antara 28,5°C - 31,5°C (Retnowati, 2003).

James dan Evison (1979) menyebutkan temperatur merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan hewan bentos. Batas toleransi terhadap temperatur tergantung spesiesnya. Umumnya temperature diatas 30°C dapat

menekan pertumbuhan populasi hewan benthos.

#### **2.5.6.2 Derajat Keasaman / pH**

Organisme perairan mempunyai kemampuan berbeda dalam menolerir pH perairan. Batas toleransi organisme terhadap pH bervariasi dan dipengaruhi banyak faktor antara lain suhu, oksigen terlarut, alkalinitas, adanya berbagai anion dan kation serta jenis dan stadia organisme (Pescod, 1973). Jika keasaman tanah berlebihan, maka akan mengakibatkan tanah sangat peka terhadap proses biologi, misalnya proses dekomposisi bahan organik oleh makrozoobenthos. Proses dekomposisi bahan organik pada umumnya akan mengurangi suasana asam, sehingga makrozoobenthos akan tetap aktif melakukan aktivitasnya (Arief, 2003).

Kehidupan organisme akuatik sangat dipengaruhi oleh fluktuasi nilai pH. Pada umumnya organisme akuatik toleran pada kisaran nilai pH yang netral. pH yang ideal bagi organisme akuatik pada umumnya terdapat antar 7 – 8,5. Kondisi perairan yang bersifat sangat asam maupun sangat basa akan menyebabkan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi (Odum, 1994).

Setiap spesies memiliki kisaran toleransi yang berbeda terhadap pH. pH yang ideal bagi kehidupan organisme akuatik termasuk makrozoobentos pada umumnya mobilitas berbagai senyawa logam berat yang bersifat toksik. Semakin tinggi yang tentunya akan mengancam kelangsungan hidup organisme antara amonium dan amoniak dalam air akan terganggu, dimana

kenaikan pH diatas netral akan meningkat konsentrasi amoniak yang juga bersifat sangat toksik bagi organisme (Barus, 2004).

**Tabel 2.2 Pengaruh pH terhadap komunitas biologi perairan**

Nilai pH	Pengaruh Umum
6,0-6,5	Keanekaragaman bentos menurun
5,5-6,0	Penurunan nilai keanekaragaman bentos semakin tampak
5,0-5,5	Penurunan keanekaragaman dan komposisi jenis bentos besar
4,5-5,0	Penurunan keanekaragaman dan komposisi bentos semakin besar yang diikuti dengan penurunan kelimpahan total dan biomassa bentos

*Sumber: Effendi (2003)*

Sebagian besar biota akuatik menyukai nilai pH berkisar antara 5,0-9,0 hal ini menunjukkan adanya kelimpahan dari organisme makrozoobentos, dimana sebagian besar organisme dasar perairan seperti polychaeta, moluska dan bivalvia memiliki tingkat asosiasi terhadap derajat keasaman yang berbeda-beda, seperti Gastropoda lebih banyak ditemukan pada perairan dengan pH diatas 7. Bivalvia di dapatkan pada kisaran pH yang lebih lebar yaitu 5,6 – 8,3. Dalam kelompok Insekta, Coleoptera mewakili taksa dengan kisaran pH yang lebar. Sebagian besar famili Chironomidae mewakili kelompok serangga terdapat pada pH diatas 8,5 dan dibawah pH 4,5 (Hawkes, 1979). Pengaruh nilai pH terhadap komunitas biologi perairan ditunjukkan dalam Tabel 2.2.

### **2.5.6.3 Warna dan Kekeruhan**

Air dalam keadaan normal dan tidak akan berwarna, sehingga tampak bening dan jernih (Wardhana, 2001). Warna air dapat ditimbulkan

atau dipengaruhi oleh kehadiran organisme, bahan-bahan tersuspensi yang bewarna dan oleh ekstrak senyawa-senyawa organik, serta tumbuh-tumbuhan (Barus, 2004) dan Suriawiria (1996) mengatakan bahwa warna air akan berubah tergantung pada buangan yang memasuki badan air tersebut.

Menurut Jenie dan Rahayu (1993), kekeruhan biasanya disebabkan oleh adanya bahan tersuspensi (bahan organik, mikroorganisme dan partikel-partikel cecaran lain). Effendi (2003) menyatakan bahwa kekeruhan pada perairan tergenang (lentik), misalnya situ lebih banyak disebabkan oleh bahan tersuspensi yang berupa koloid dan partikel-partikel halus. Perairan yang keruh tidak disukai oleh organisme akuatik karena mengganggu perkembangan dan sistem pernapasan sehingga menghambat pertumbuhan terutama bagi makrozoobentos.

Kekeruhan dapat menyebabkan terhambatnya penetrasi cahaya ke dalam air sehingga akan menurunkan nilai kecerahan perairan (Nybakken, 1988). Selanjutnya Odum (1993) juga menyebutkan bahwa kekeruhan dapat berperan sebagai indikator bagi produktivitas hayati perairan jika kekeruhan itu disebabkan oleh bahan-bahan organik dari organisme hidup. Batas maksimum kekeruhan bagi kehidupan biota air adalah 30 NTU (Pescod, 1973).

#### **2.5.6.4 BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)**

Kebutuhan oksigen biologis atau *Biochemical Oxygen Demand* adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di dalam air untuk memecah (mendegradasi) bahan organik yang ada di dalam air

tersebut (Wardhana, 2004). Jumlah mikroorganisme dalam air lingkungan tergantung pada tingkat kebersihan air. Air yang bersih relatif mengandung mikroorganisme lebih sedikit dibandingkan yang tercemar. Air yang telah tercemar oleh bahan buangan yang bersifat antiseptik atau bersifat racun, seperti fenol, kreolin, detergen, asam sianida, insektisida dan sebagainya, jumlah mikroorganismenya juga relatif sedikit. Sehingga makin besar kadar BOD nya, maka merupakan indikasi bahwa perairan tersebut telah tercemar. Kadar oksigen biokimia (BOD) dalam air yang tingkat pencemarannya masih rendah dan dapat dikategorikan sebagai perairan yang baik berkisar 0 - 10 ppm (Salmin, 2005).

#### **2.5.6.5 COD (*Chemical Oxygen Demand*)**

Tarigan (2009) COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan jumlah total oxygen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik yang terdapat di perairan menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O dengan menggunakan oksidator kuat. Nilai COD akan meningkat sejalan dengan meningkatnya bahan organik di perairan.

Kebutuhan Oksigen Kimia (COD) menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis (*biodegradable*) maupun yang sukar didegradasi secara biologis (*non biodegradable*) menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O (Effendi, 2003). Selanjutnya Jenie (1993) menyatakan bahwa COD pada umumnya memberikan perkiraan kebutuhan O<sub>2</sub> total dari pemecahan atau teroksidasinya limbah secara relatif. Nilai

COD dipengaruhi oleh banyak faktor seperti bahan kimia yang tahan terhadap oksidasi biokimia tetapi tidak terhadap oksidasi kimia (selulosa, tanin, lignin, fenol, polisakarida dan benzena) dimana bahan-bahan kimia tersebut dapat dioksidasi secara kimia dan peka terhadap oksidasi biokimia.

Menurut Effendi (2003), pengukuran COD didasarkan pada kenyataan bahwa hampir semua bahan organik dapat dioksidasi menjadi karbondioksida dan air dengan bantuan oksidator kuat dalam suasana asam. Keberadaan bahan organik dapat berasal dari alam ataupun dari aktivitas rumah tangga dan industri. Perairan yang memiliki nilai COD tinggi tidak diinginkan bagi kepentingan perikanan dan pertanian. Nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/L.

#### **2.5.6.6 Oksigen Terlarut (DO)**

Oksigen Terlarut (DO) merupakan banyaknya oksigen terlarut dalam suatu perairan. Oksigen terlarut merupakan faktor yang sangat penting di dalam ekosistem perairan, terutama sekali dibutuhkan untuk proses respirasi bagi sebagian besar organisme-organisme air. Kelarutan oksigen di dalam air sangat dipengaruhi terutama oleh faktor temperatur. Dengan terjadinya peningkatan temperatur akan menyebabkan konsentrasi oksigen akan menurun dan sebaliknya suhu yang semakin rendah akan meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut. Oksigen terlarut di dalam air bersumber terutama dari adanya kontak antara permukaan air dengan udara dan dari proses fotosintesis. Selanjutnya air kehilangan oksigen melalui pelepasan dari permukaan ke atmosfer dan melalui aktivitas respirasi dari organisme

akuatik. Kisaran toleransi makrozoobentos terhadap oksigen terlarut berbeda-beda (Barus, 2004). Menurut Sastrawijaya (1991), kehidupan air dapat bertahan jika ada oksigen terlarut minimum sebanyak 5 mg/L serta selebihnya tergantung pada ketahanan organisme, derajat keaktifan, kehadiran pencemaran, temperatur dan sebaliknya.

Menurut Effendi (2003) pada umumnya air pada perairan yang telah tercemar, kandungan oksigennya sangat rendah. Dekomposisi dan oksidasi bahan organik dapat mengurangi kadar oksigen terlarut hingga mencapai nol (*anaerob*). Peningkatan suhu sebesar 1°C akan meningkatkan konsumsi O<sub>2</sub> sekitar 10%.

#### **2.5.6.7 Substrat Dasar**

Susunan substrat dasar penting bagi organisme yang hidup di zona dasar perairan seperti bentos, baik pada air diam maupun pada air yang mengalir (Michael, 1984). Substrat dasar merupakan faktor utama yang mempengaruhi kehidupan, perkembangan dan keanekaragaman makrozoobentos (Hynes, 1976).

Disamping adanya senyawa organik substrat dasar yang berupa batu-batu pipih dan batu kerikil merupakan lingkungan hidup yang baik bagi makrozoobentos sehingga mempunyai kepadatan dan keanekaragaman yang besar (Odum, 1994). Selanjutnya Koesbiono (1979) mengatakan bahwa dasar perairan berupa pasir dan sedimen halus merupakan lingkungan hidup yang kurang baik untuk hewan bentos.

Makrozoobentos (terutama molluska) terdapat dalam jumlah yang

sedikit pada tipe tanah liat. Hal ini dikarena substrat liat dapat menekan perkembangan dan kehidupan makrozoobentos, karena partikel-partikel liat sulit ditembus oleh makrozoobentos untuk melakukan aktivitas kehidupannya. Selain itu, tanah liat juga mempunyai kandungan unsur hara yang sedikit (Arief, 2003). Menurut Seki (1982), komponen organik utama yang terdapat di dalam air adalah asam amino, protein, karbohidrat, vitamin, dan hormon juga ditemukan di perairan. Hanya 10 % dari material organik tersebut yang mengendap sebagai substrat ke dasar perairan.

## **2.6 Hubungan Faktor Lingkungan dengan Faktor Biotik Keanekaragaman**

Menurut Wilhm (1975) perubahan sifat substrat dan penambahan pencemaran akan berpengaruh terhadap kelimpahan dan keanekaragamannya. Respon komunitas makrozoobentos terhadap perubahan lingkungan digunakan untuk menduga pengaruh berbagai kegiatan seperti industri, pertambangan, pertanian, dan tata guna lahan lainnya yang akan mempengaruhi kualitas perairan. Masukan bahan organik, bahan kimia dan perubahan substrat dapat mempengaruhi komunitas makrozoobentos.

Struktur dan komposisi komunitas akan berubah-ubah sesuai dengan perubahan musim maupun dengan berjalannya waktu. Adapun lima karakteristik struktur komunitas Odum (1993), yaitu keanekaragaman, dominansi, bentuk dan struktur pertumbuhan, kelimpahan relatif serta struktur trofik. Menyatakan bahwa baik buruknya kondisi suatu ekosistem tidak dapat ditentukan hanya dari hubungan keanekaragaman dan kestabilan komunitasnya. Suatu ekosistem yang

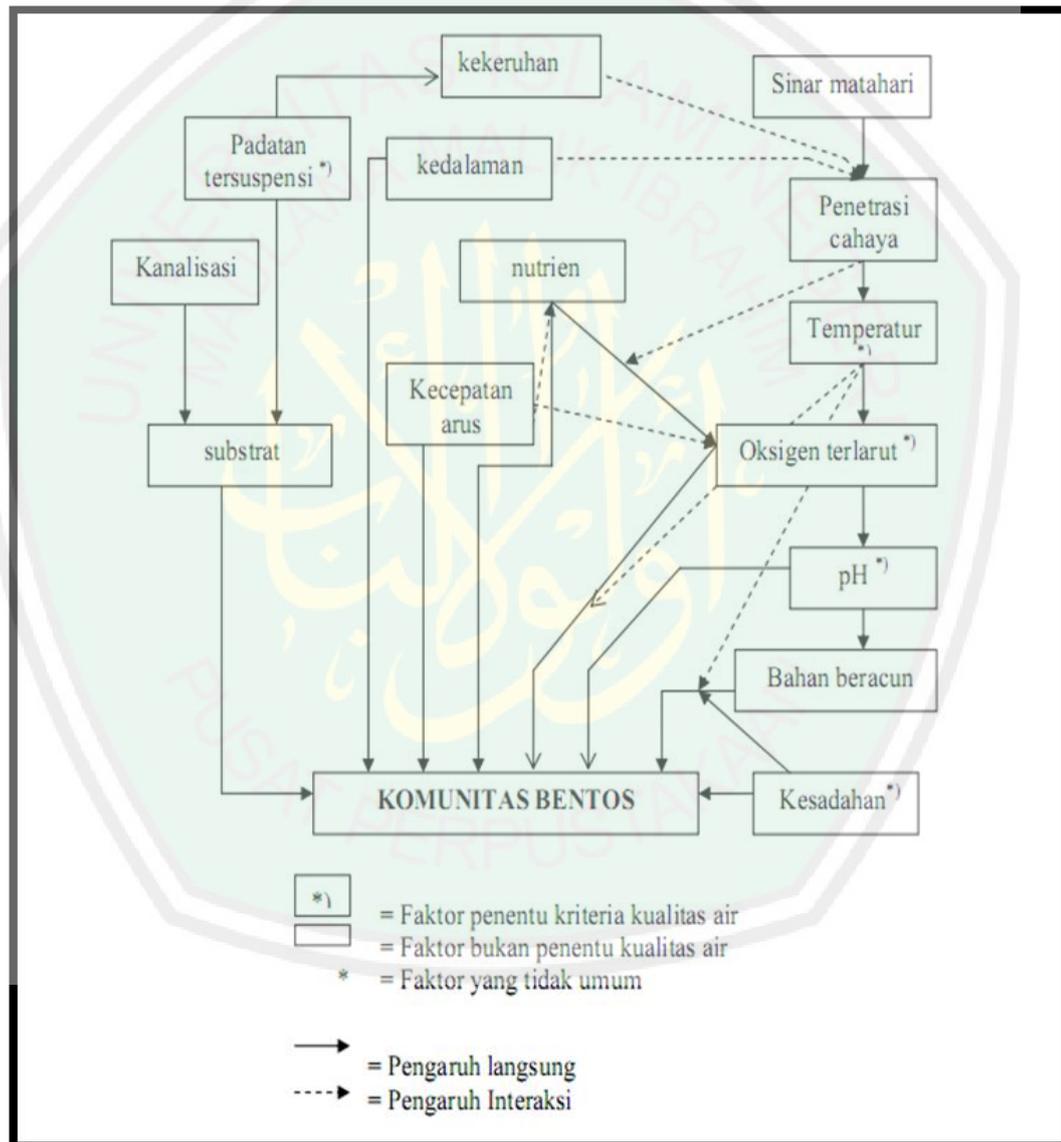
dikatakan stabil dapat saja memiliki keanekaragaman yang rendah atau tinggi, tergantung pada perubahan lingkungan daerah tersebut. Namun pada kenyataannya, ekosistem yang wajar dicirikan oleh keanekaragaman komunitas yang tinggi, tidak ada dominansi spesies serta jumlah individu tiap spesies terbagi secara merata.

Hubungan perubahan lingkungan terhadap kestabilan suatu komunitas dapat dianalisa secara kuantitatif dan kualitatif. Analisa kuantitatif dilakukan dengan melihat keanekaragaman jenis organisme yang hidup dilingkungan tersebut dan hubungannya dengan kelimpahan jenis, sedangkan secara kualitatif adalah melihat dengan melihat jenis-jenis organisme yang mampu beradaptasi pada lingkungan tertentu (Soewignyo *et al.* 1998).

Keanekaragaman yang tinggi dari suatu ekosistem yang seimbang akan memberikan timbal balik atau peranan yang besar untuk menjaga keseimbangan terhadap kejadian yang merusak ekosistem. Oleh karena itu, setiap masukan yang berlebihan (buangan sampah dan limbah) yang tidak selalu hanya terdiri dari unsur hara tetapi terdapat pula senyawa beracun di dalamnya tetap akan berpengaruh buruk terhadap kehidupan organisme makrozoobentos. Pengaruh buruk tersebut berupa mengecilnya keanekaragaman organisme makrozoobentos. Dengan kata lain, perubahan-perubahan kualitas air sangat mempengaruhi kehidupan makrozoobentos, baik komposisi maupun besar populasinya (Wilhm, 1975).

Komposisi maupun besarnya populasi makrozoobentos dapat dipengaruhi oleh perubahan kualitas perairan antara lain tipe substrat, kekeruhan, TSS, arus,

kedalaman, suhu, pH, oksigen terlarut dan bahan-bahan organik yang dikemukakan oleh Hawkes (1979) pada gambar 2.9, selanjutnya dijeaskan pada tabel 2.3 pengaruh parameter fisika dan kimia terhadap sistem pada makrozoobentos.



**Gambar 2.9 Faktor-faktor kualitas air (sifat fisika-kimia) yang mempengaruhi komunitas bentos (Hawkes, 1979).**

**Tabel 2.3. Hubungan antara beberapa parameter fisika kimia air pada kehidupan makrozoobentos**

Parameter	Pengaruh terhadap Makrozoobentos
<b>Paramater Fisika</b>	
Suhu	Metabolisme, pertumbuhan dan mortalitas, migrasi
Arus	Jenis dan sifat organisme
Kedalaman	Jumlah jenis, jumlah individu, Biomassa
Pasang-Surut	Pola penyebaran
<b>Parameter Kimia</b>	
Oksigen terlarut (DO)	Jumlah, jenis, dan mortalitas
pH	Menurunkan daya tahan terhadap stress
BOD	Jumlah, jenis, komposisi Jenis dan mortalitas
Amonia	Laju mortalitas
DHL	Stress fisiologis
Salinitas	Distribusi spesies

*Sumber: Nybakken (1988).*

## 2.7 Sungai Cokro

Daerah Aliran Sungai secara umum didefinisikan sebagai suatu hamparan wilayah/kawasan yang dibatasi oleh pembatas topografi (punggung bukit) yang menerima, mengumpulkan air hujan, sedimen dan unsur hara serta mengalirkannya melalui anak-anak sungai dan keluar pada sungai utama ke laut atau danau. Berdasarkan UU RI No 7 Tahun 2004 tentang sumber daya air DAS adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anaknya yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat

merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktifitas daratan. Sub DAS adalah bagian dari DAS yang menerima air hujan dan mengalirkannya melalui anak sungai ke sungai utama, sehingga DAS terbagi habis di dalam sub-sub DAS.

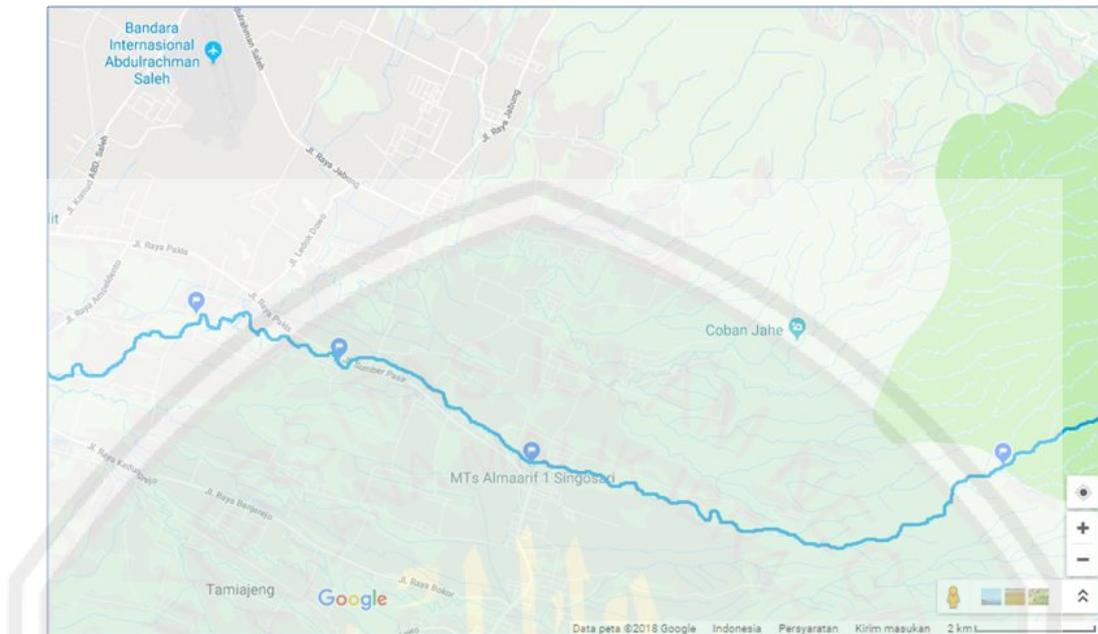
Daerah aliran sungai merupakan ekosistem, dimana unsur organisme dan lingkungan biofisik serta unsur kimia berinteraksi secara dinamis dan di dalamnya terdapat keseimbangan *inflow* dan *outflow* dari material dan energi. Dalam mempelajari ekosistem sungai, dapat diklasifikasikan menjadi daerah hulu, tengah dan hilir. Sungai bagian hulu dicirikan sebagai daerah konservasi, sungai bagian hilir merupakan daerah pemanfaatan. Sungai bagian hulu mempunyai arti penting terutama dari segi perlindungan fungsi tata air, karena itu setiap terjadinya kegiatan di daerah hulu akan menimbulkan dampak di daerah hilir dalam bentuk perubahan fluktuasi debit dan transport sedimen serta material terlarut dalam sistem aliran airnya. Dengan perkataan lain ekosistem sungai, bagian hulu mempunyai fungsi perlindungan terhadap keseluruhan sungai. Perlindungan ini antara lain dari segi fungsi tata air, dan oleh karenanya pengelolaan sungai hulu seringkali menjadi fokus perhatian mengingat dalam suatu sungai, bagian hulu dan hilir mempunyai keterkaitan biofisik melalui daur hidrologi (Anwar,2011).

Sungai Cokro terletak di Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur. Sungai Cokro merupakan anakan dari Sungai Brantas, sungai ini mempunyai panjang 29 km, sebagian besar daerah aliran Sungai Cokro ini berada di Kecamatan Tumpang Kabupaten Malang, sedangkan sebagian kecilnya berada di Kecamatan Pakis. Aliran Sungai Cokro berasal dari Gunung Semeru. Gunung Semeru merupakan

gunung tertinggi di pulau jawa. Daerah aliran Sungai Cokro melewati pemukiman warga, industri, dan persawahan. Peta kabupaten Malang dan daerah yang di aliri Sungai Cokro dapat dilihat pada gambar 2.10 dan 2.11. Terdapat 652 Ha daerah yang memanfaatkan Sungai Cokro sebagai sumber irigasi (Dinas Pengairan, 2016).



Gambar 2.10 Peta Kabupaten Malang (www.Peta-Kota, 2018)



**Gambar 2.11 Kawasan Sungai Cokro (Google Maps, 2018)**

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Rancangan Penelitian**

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif kuantitatif dengan menggunakan metode eksplorasi yang bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman makrozoobentos di Sungai Cokro Malang. Metode eksplorasi merupakan metode pengamatan dan pengambilan sampel secara langsung pada lokasi penelitian.

#### **3.2 Waktu dan Tempat**

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2017. Pengambilan sampel dilakukan di Sungai Cokro Malang. Makrozoobentos diidentifikasi di laboratorium Ekologi Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, sedangkan sampel air akan diuji di laboratorium Jasa Tirta I Malang.

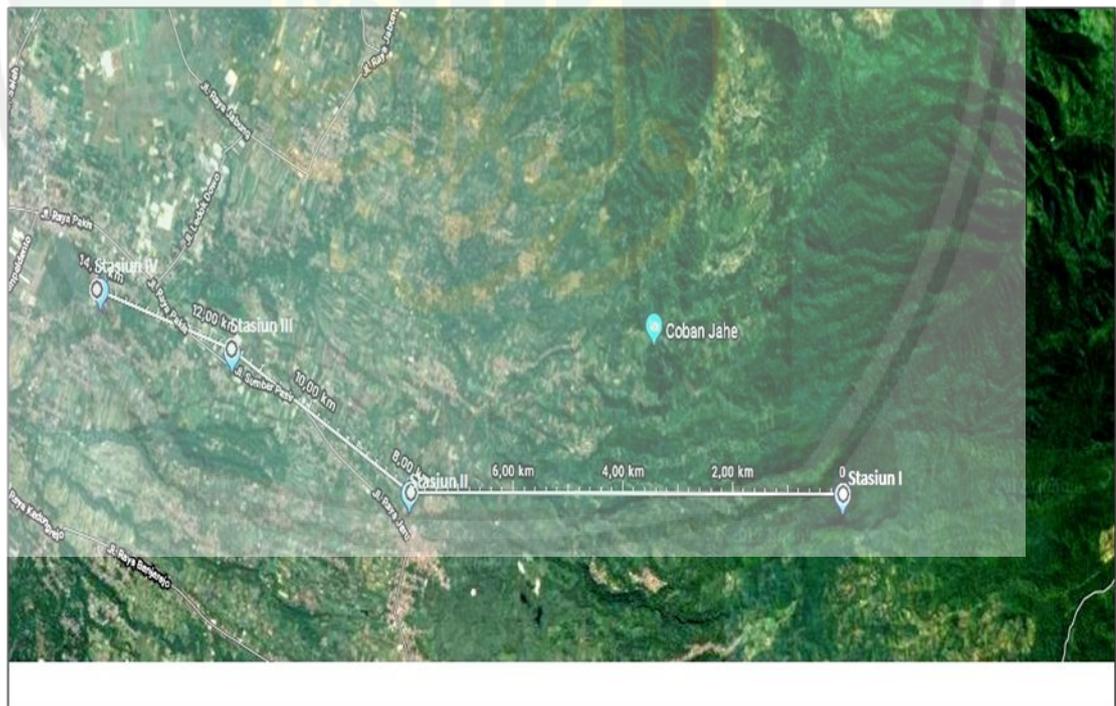
#### **3.3 Alat Dan Bahan**

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu: alat keruk ekman Drege, jaring surber pH meter, termometer, kamera digital, mikroskop stereo, meteran, alat penyaring, plastik klip, botol sample, baki plastik, dan buku identifikasi. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah formalin 4%, alcohol 70%, sampel makrozoobentos, sampel air dan subtrat tanah.

### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Uji Pendahuluan

Penentuan stasiun dilakukan pada bulan Agustus 2016 untuk menentukan stasiun yang akan diamati. Penentuan stasiun pengambilan sampling ini dilakukan dengan metode *purposive sampling* (secara terpilih) dan didasarkan pada pertimbangan topografi kondisi lingkungan dan fungsi lahan serta pemanfaatan sungai di sekitar badan utama Sungai Cokro bagian hilir dan untuk menentukan posisi lokasi sampling diukur dengan menggunakan GPS (*Global positioning system*). Berdasarkan kriteria yang telah ditentukan dan dijelaskan pada tabel 3.1.



**Gambar 3.1 Peta Pengambilan Sampel (Google Maps, 2017)**

**Tabel 3.1 Deskripsi Lokasi Pengamatan**

STASIUN	DESKRIPSI
1 (Stasiun I)	Daerah hutan di Desa Ngadirejo Kecamatan Tumpang
2 (Stasiun II)	Daerah pertanian Desa Ngadirejo Kecamatan Tumpang
3 (Stasiun III)	Daerah industri kulit dan kertas Desa Sumberpasir
4 (Stasiun IV)	Daerah industri tahu dan merupakan aliran dari industri sebelumnya Desa Pakiskembar Kecamatan Pakis

### 3.4.2 Pengambilan Sampel Makrozoobentos

Pengambilan sampel dilakukan secara terpilih (*purposive sampling*) di 4 stasiun yang telah ditentukan. Masing-masing stasiun dibagi lagi menjadi 3 sub stasiun dalam 9 hari (per 3 hari sekali) untuk pengambilan sampel biota akuatik dan sampel air.

Sampel makrozoobentos diambil dengan metode plot dengan luasan plot 40 cm x 40 cm dan sedalam lebih kurang 40 cm (Suhartini dkk, 2007). Makrozoobentos diambil dengan bantuan alat Ekman Dredge atau lebih diutamakan dengan menggunakan tangan dikarenakan alat pengeruk Ekman secara khusus cocok untuk pengambilan sample pada substrat yang lunak. Dapat juga menggunakan jaring surber pada area penelitian berbatu

Sampel substrat selanjutnya disaring dengan saringan bertingkat dan diawetkan dengan formalin 4%. Sampel yang terdapat pada masing-masing substrat pada Ekman Dredge ditumpahkan ke dalam ember yang berisi air, kemudian disaring dengan alat penyaring yang memiliki lebar

0.5 mm sedangkan material yang tersisa disortir dengan tangan (Suwondo, 2004). Biota akuatik yang diperoleh diberi label untuk diidentifikasi di laboratorium.

### 3.4.3 Identifikasi Makrozoobentos

Setelah dilakukan pengamatan di lapangan, sampel makrozoobentos diidentifikasi di Laboratorium Ekologi Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim Malang dengan menggunakan Borror (1992), Gerber (2002), Bouchard (2004) dan Voshell (2002). Sampel yang sudah diidentifikasi dimasukkan pada tabel pengamatan (Tabel 3.2).

**Tabel 3.2** Tabel pengamatan

No	Famili/Spesies	Stasiun 1			Stasiun 2			Stasiun 3			Stasiun 4		
		Ss 1	Ss 2	Ss 3									

### 3.4.4 Pengukuran Faktor Fisika dan Kimia Air

Pengukuran sampel air dan substrat untuk dianalisis sifat fisika dan kimianya dilakukan bersamaan dengan pengambilan sampel makrozoobentos. Parameter yang akan dianalisis antara lain suhu, kekeruhan (TSS dan TDS), pH air, DO, BOD, dan COD.

Pengukuran parameter fisika dan kimia dilakukan secara *insitu* (di lokasi pengamatan) dan *exsitu* (di luar lokasi pengamatan/di laboratorium).

Pengukuran parameter yang dilakukan secara insitu meliputi suhu dengan menggunakan termometer dan pH dengan menggunakan pH meter, sedangkan pengukuran parameter yang dilakukan secara exsitu meliputi DO, COD, BOD, TSS, dan TDS diujikan dilaboratorium Perum Jasa Tirta I Malang.

### 3.5 Analisis Data

#### 3.5.1 Indeks Keanekaragaman

Setelah dilakukan pengamatan dan identifikasi, dilakukan perhitungan indeks keanekaragaman dan indeks dominansi. Menurut Fachrul (2007), indeks keanekaragaman Shannon-Wiener dirumuskan dengan:

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

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

Kategori nilai indeks Shannon-Wiener mempunyai kisaran nilai tertentu yaitu :

$H' < 1$  : keanekaragaman rendah

$1 < H' < 3$  : keanekaragaman sedang

$H' > 3$  : keanekaragaman tinggi

### 3.5.2 Indeks Dominansi

Dalam suatu komunitas biasanya terdapat jenis yang mengendalikan arus energi dan mempengaruhi lingkungan daripada jenis lainnya, hal ini disebut dominan-dominan ekologi. Indeks dominansi dapat diketahui menggunakan indeks dominansi Simpson dengan persamaan (Odum, 1993):

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

Keterangan:

N<sub>i</sub> : nilai kepentingan untuk setiap jenis (jumlah individu tiap spesies)

N : nilai kepentingan total (jumlah semua individu tiap spesies)

Indeks Dominansi antara 0-1 jika indeks dominansi mendekati 0 berarti tidak terdapat generasi yang mendominasi spesies lainnya atau struktur komunitas dalam keadaan stabil. Bila indeks dominansi mendekati 1 berarti terdapat spesies yang mendominasi spesies lainnya atau struktur komunitas labil, karena terjadi tekanan ekologis. Indeks ini digunakan untuk menentukan kualitas perairan yang jumlah jenisnya banyak atau dengan keragaman jenisnya tinggi (Fachrul, 2007).

### 3.5.3 Hubungan antara keanekaragaman makrozoobentos dan parameter fisika kimia

Analisis data korelasi dengan menggunakan rumus koefisien korelasi Pearson (Suin, 2012):

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

Keterangan : r = koefisien korelasi

x = variabel bebas (*independent variable*)

y = variabel tak bebas (*dependent variable*)

Untuk mengetahui korelasi antara keanekaragaman makrozoobentos dengan sifat fisika dan kimia berupa suhu, pH, DO, BOD, COD, TDS, dan TSS pada Sungai Cokro Malang dianalisis dengan korelasi *Pearson* atau dengan menggunakan SPSS 16.0, dimana keanekaragaman sebagai variabel tak bebas (*dependent variable*) dan sifat fisika-kimia merupakan variabel bebas (*independent variable*).

Koefisien korelasi sederhana dilambangkan (r) adalah suatu ukuran arah dan kekuatan hubungan linear antara dua variabel bebas (X) dan variabel terikat (Y), dengan ketentuan nilai r berkisar dari harga  $(-1 \leq r \leq +1)$ . Apabila nilai dari  $r = -1$  artinya korelasi negatif sempurna (menyatakan arah hubungan antara X dan Y adalah negatif dan sangat kuat),  $r = 0$  artinya tidak ada korelasi.  $r = 1$  berarti korelasinya sangat kuat dengan arah yang positif. Nilai positif menunjukkan hubungan searah (X naik, maka Y naik) sementara nilai negatif menunjukkan hubungan terbalik (X naik, maka Y turun). Sedangkan arti nilai (r) akan direpresentasikan dengan tabel 3.2 sebagai berikut (Sugiyono, 2004):

**Tabel 3.3 Interval Korelasi dan Tingkat Hubungan antar Faktor**

	<b>Interval Koefisien</b>	<b>Tingkat Hubungan</b>
1	0,00 – 0,199	Sangat Rendah
2	0,20 - 0,399	Rendah
3	0,40 - 0,599	Sedang
4	0,60 – 0,799	Kuat
5	0,80 – 1,000	Sangat Kuat

(Sumber: Sugiyono, 2005)



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Makrozoobentos

Makrozoobentos yang ditemukan dan diidentifikasi pada perairan Sungai Cokro berjumlah 10 family dan terdiri dari 6 ordo. Makrozoobentos yang ditemukan pada masing-masing substasiun dapat digunakan untuk menggambarkan makrozoobentos yang berada pada perairan tersebut. Makrozoobentos yang ditemukan pada perairan Sungai Cokro dapat dilihat pada tabel 4.1 sebagai berikut:

**Tabel 4.1 Makrozoobentos yang ditemukan di Sungai Cokro (ekor)**

NO	Spesimen	JUMLAH				
		Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4	Total
1	Spesimen I	1	0	0	0	1
2	Spesimen II	30	50	0	0	80
3	Spesimen III	0	1	0	0	1
4	Spesimen IV	0	8	0	0	8
5	Spesimen V	8	5	38	20	71
6	Spesimen VI	19	19	0	0	38
7	Spesimen VII	0	1	0	0	1
8	Spesimen VIII	0	3	0	0	3
9	Spesimen IX	0	0	18	50	68
10	Spesimen X	1	0	0	0	1
Jumlah		59	87	56	70	272

Spesimen makrozoobentos yang tertangkap pada waktu penelitian di Sungai Cokro diidentifikasi berdasarkan ciri-ciri berupa:

### a. Spesimen I



**Gambar 4.1 Spesimen I Family Philopotamidae a. Hasil penelitian b. Gambar literatur (Bugguide.net, 2018).**

Spesimen I ditemukan pada stasiun I yang berjumlah 1 ekor. Spesimen ini memiliki ciri-ciri yang ditunjukkan pada gambar 4.1 yaitu: tubuhnya beruas sehingga menurut Borror dkk (1992) digolongkan pada filum artrophoda, tubuhnya terdiri dari kepala, dada dan perut, memiliki tiga pasang kaki pada dadanya sehingga dapat digolongkan pada kelas insekta. Spesimen ini berbentuk seperti ulat dengan kepala yang berkembang, tungkai-tungkai thoraks dan sepasang sepasang embelan-embelan seperti kait pada ujung abdomen sehingga spesimen ini dapat digolongkan pada ordo tricoptera. Spesimen ini memiliki warna yang berbeda, kepala dari famili ini berwarna gelap sedangkan bagian tubuhnya berwarna terang dan tubuhnya bersegmen. Larva ini ditemukan di air bersih yang mengalir deras. Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka dapat disimpulkan bahwa spesimen ini termasuk pada family Philopotamidae

Larva dari Philopotamidae membangun sutra panjang, terutama di bawah batu. Semua spesies hidup dalam air yang cepat dan terbatas, hampir seluruhnya

ke daerah berbukit atau bergunung-gunung, beberapa hanya ditemukan di aliran dingin (Edmoson, 1959).

Menurut Borrer dkk (1992) serangga tricoptera ini bervariasi panjangnya 6 mm sampai 9 mm dan mempunyai ruas terakhir dari palpus maksila yang memanjang, biasanya berwarna kecoklat-coklatan. Larva hidup di dalam aliran-aliran air yang cepat dan membuat jaring-jaring yang ditempelkan pada batu-batu sehingga membentuk selubung. selubung ini mempunyai lubang yang besar pada ujung di atasnya dan lubang yang lebih kecil pada ujung yang lainnya. Banyak jaring-jaring demikian seringkali menempel berdekatan bersama. Larva tinggal di dalam jaring dan makan makanan yang tertangkap di sana. Pupasi terjadi di dalam selubung-selubung yang terbuat dari kerikil-kerikil dan terikat dengan sutera.

Klasifikasi Spesimen I menurut Voshel (2014), adalah:

Kingdom : Animalia  
Phylum : Arthropoda  
Class : Insecta  
Ordo : Tricoptera  
Family : Philopotamidae

### **b. Spesimen II**

Spesimen II ditemukan pada stasiun I dan stasiun II dengan rincian pada stasiun I berjumlah 30 ekor dan stasiun II berjumlah 50 ekor. Spesimen ini memiliki ciri-ciri yang ditunjukkan pada gambar 4.2 yaitu: tubuhnya beruas

sehingga menurut Borror dkk (1992) digolongkan pada filum artrophoda, tubuhnya terdiri dari kepala, dada dan perut, memiliki tiga pasang kaki pada dadanya sehingga dapat digolongkan pada kelas insekta. Spesimen ini berbentuk seperti ulat dengan kepala yang berkembang, tungkai-tungkai thoraks dan sepasang sepasang embelan-embelan seperti kait pada ujung abdomen sehingga spesimen ini dapat digolongkan pada ordo tricoptera. Ekor agak menjulang, bentuk prochantin bercabang dua, venter dari prothorax mempunyai sepasang lembaran, perut dengan insang bercabang dan rambut setae menyebar. Spesimen ini ditemukan dibalik bebatuan yang aliran air sungainya deras dan bersih. Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka dapat disimpulkan bahwa spesimen ini masuk dalam family Hydropcyshidae.



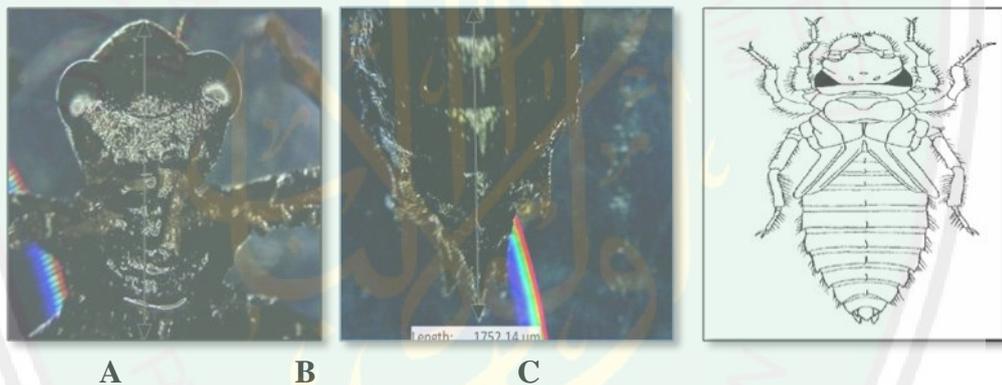
**A** **B**  
**Gambar 4.2 Spesimen II Family Hydropcyshidae a. Hasil penelitian b. Literatur (Borror dkk., 1992).**

Menurut Gerber (2002) Hydropcyshidae termasuk serangga dari ordo Trichoptera yang banyak dijumpai di sungai berarus deras dengan kandungan oksigen tinggi. Bentuknya seperti ulat, memiliki tiga pasang kaki dan bernapas dengan insang yang terletak di ruas abdomen.

Klasifikasi Spesimen II menurut Borror dkk (1992), adalah:

Kingdom : Animalia  
 Phylum : Arthropoda  
 Class : Insecta  
 Ordo : Trichoptera  
 Family : Hydropsyshidae

**c. Spesimen III**



**Gambar 4.3 Spesimen III Family Gomphidae a. Hasil penelitian proleg Famili Gomphidae b. Hasil pengamatan thorax Famili Gomphidae c. Literatur (Voshell, 2002).**

Spesimen III ditemukan pada stasiun II yang berjumlah 1 ekor. Spesimen ini memiliki ciri-ciri yang ditunjukkan pada gambar 4.3 yaitu: tubuhnya beruas sehingga menurut Borror dkk (1992) digolongkan pada filum artrophoda, tubuhnya terdiri dari kepala, dada dan perut, memiliki tiga pasang kaki pada dadanya sehingga dapat digolongkan pada kelas insekta. Abdomen panjang dan langsing, memiliki mata majemuk besar, thoraks relatif kecil dan kompak sehingga dapat digolongkan ordo odonata. Spesimen ini memiliki warna hitam,

memiliki tiga pasang kaki dengan sepasang antena. Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka dapat disimpulkan bahwa spesimen ini merupakan family gomphidae.

Tiga daun-seperti insang di dasar perut digunakan untuk mendapatkan oksigen. Famili Gomphidae membutuhkan 4 sampai 8 ppm oksigen terlarut untuk bertahan hidup. Famili Gomphidae dapat dibedakan dari nimfa capung oleh badan sempit dengan tiga insang memanjang dalam formasi tripod pada akhir tubuh. Tiga pasang kaki panjang dan kurus (Bouchard, 2004).

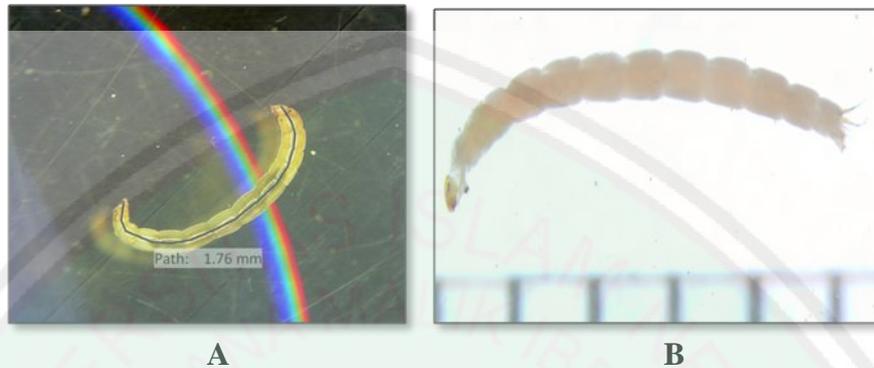
Klasifikasi Spesimen III menurut (Borror dkk., 1992), adalah:

Kingdom : Animalia  
 Phylum : Arthropoda  
 Class : Insecta  
 Ordo : Odonata  
 Family : Gomphidae

#### **d. Spesimen IV**

Spesimen IV ditemukan pada stasiun II yang berjumlah 8 ekor. Spesimen ini memiliki ciri-ciri yang ditunjukkan pada gambar 4.4 yaitu: tubuhnya beruas sehingga menurut Borror dkk (1992) digolongkan pada filum artrophoda, tubuhnya terdiri dari kepala, dada dan perut, sehingga dapat digolongkan pada kelas insekta. Spesimen ini memiliki bentuk seperti cacing dan tidak memiliki tungkai sehingga spesimen ini digolongkan ordo diptera. Tubuh spesimen ini agak sedikit kaku dengan diameter yang sama, tubuh berwarna kuning, tubuhnya bersegmen, memiliki dua pasang prolegs yang berada pada dada dan bagian akhir

dari perut. Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka spesimen ini dimasukkan dalam family Chironomidae.



**Gambar 4.4 Spesimen IV Family Chironomidae a. Hasil penelitian b. Literatur (bugguide.net , 2017).**

Menurut Voshell (2002) menyebutkan Larva serangga Chironomidae sangat umum dan menyebar. Ada dua pasang proleg di bagian bawah tubuhnya, satu pasang pada segmen pertama dari segmen thorak dan satu pasang pada segmen terakhir dari perut, sebagian besar dari larva Chironomidae berwarna merah cerah, hal ini dikarenakan larva Chironomidae mempunyai hemoglobin.

Chironomidae merupakan serangga yang tergolong holometabola yang memiliki empat fase hidup yaitu telur, larva, pupa dan dewasa. Fase larva memiliki empat instar sebelum membentuk pupa. Lama fase larva Chironomidae berkisar dari dua minggu (daerah tropik) sampai beberapa tahun (daerah temperate). Fase larva yang lama di air disebabkan larva mengalami masa dorman pada musim dingin dan terbungkus rapat dalam cases khusus (Edmoson, 1959).

Klasifikasi Spesimen IV menurut Edmondson (1959):

Kingdom : Animalia  
 Phylum : Arthropoda  
 Class : Insecta  
 Ordo : Diptera  
 Family : Chironornidae

**e. Spesimen V**



**Gambar 4.5 Spesimen V Family Lymnaeidae a. Hasil penelitian b. Literatur (Voshel, 2002).**

Spesimen V ditemukan pada stasiun I, stasiun II, stasiun III dan stasiun IV dengan rincian pada stasiun I berjumlah 8 ekor, stasiun II berjumlah 5 ekor, stasiun II berjumlah 38 ekor, dan stasiun IV berjumlah 20 ekor. Spesimen ini memiliki ciri-ciri yang ditunjukkan pada gambar 4.5 yaitu: tubuhnya dilindungi oleh cangkang sehingga dapat digolongkan pada phylum moluska, spesimen ini berjalan dengan tubuhnya dan memiliki cangkang yang semakin memanjang sehingga spesimen ini digolongkan dalam kelas gastropoda. cangkang spesimen ini berwarna gelap kehitaman dengan ukuran panjang 0,5 - 3 cm, spesimen ini

tidak memiliki operkulum. Arah perputaran cangkang berlawanan dari putaran jarum jam. Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka dapat disimpulkan bahwa spesimen ini merupakan family Lymnaeidae.

Menurut Voshell (2002) family Lymnaeidae tidak mempunyai operkulum, tubuhnya memiliki bukaan di sebelah kanan dan mengelilingi tubuhnya sampai habis, sebagian besar family Lymnaeidae berada pada america utara. Biasanya ditemukan pada permukaan yang kokoh, seperti batuan, puing-puing kayu dan tanaman air serta pada substrate yang lembut. Family Lymnaeidae merupakan hewan pencakar dan pengumpul kolektor dalam mencari makan dan memiliki tingkat toleransi yang sedang.

Klasifikasi Spesimen V menurut Voshell (2002):

Kingdom : Animalia  
 Phylum : Mollusca  
 Class : Gastropoda  
 Ordo : Hygrophila  
 Family : Lymnaeidae

#### **f. Spesimen VI**

Spesimen VI ditemukan pada stasiun I dan stasiun II dengan rincian pada stasiun I berjumlah 19 ekor dan stasiun II berjumlah 19 ekor. Spesimen ini memiliki ciri-ciri yang ditunjukkan pada gambar 4.6 yaitu: tubuhnya beruas sehingga menurut Borror dkk (1992) digolongkan pada filum artrophoda, tubuhnya terdiri dari kepala, dada dan perut, memiliki tiga pasang kaki pada

dadanya sehingga dapat digolongkan pada kelas insekta. Spesimen ini sangat lunak memanjang, berukuran sedang, mempunyai ekor seperti benang yang panjang, banyaknya dua atau tiga buah sehingga spesimen tersebut digolongkan ordo ephemeroptera.



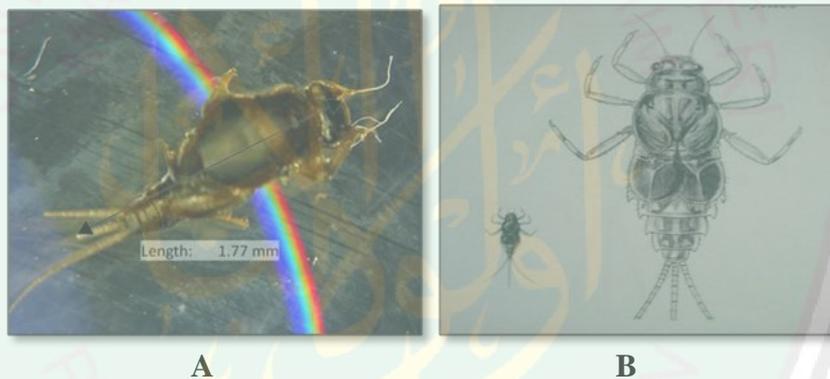
**Gambar 4.6 Spesimen VI Family Heptageniidae a. Hasil penelitian b. Literatur (Voshel, 2002).**

Heptageniidae merupakan famili yang terbesar dari serangga akhir musim semi di amerika utara, dan anggota-anggotanya adalah umum dan sangat luas tersebar. Nimfa-nimfa adalah bentuk-bentuk yang tergeletak bergelimpangan seenaknya, biasanya berwarna hitam, yang mempunyai kepala dan tubuh yang gepeng. Kebanyakan jenis terdapat di sebelah sisi bawah batu-batuan di aliran air, tetapi beberapa terdapat disungai sungai yang berpasir dan kolam-kolam yang banyak endapannya serangga yang dewasa mempunyai dua filamen ekor dan dua pasang inkalari kubitus yang agak sejajar. Tarsi pada belakang lima ruas (Borror dkk., 1992).

Klasifikasi spesimen VI menurut Edmondson (1959):

Kingdom : Animalia  
 Phylum : Arthropoda  
 Class : Insecta  
 Ordo : Ephemeroptera  
 Family : Heptageniidae

**g. Spesimen VII**



**Gambar 4.7 Spesimen VII Family Chaenidae a. Hasil penelitian b. Literatur (Borror dkk., 1992).**

Spesimen I ditemukan pada stasiun I dan stasiun II dengan rincian pada stasiun I berjumlah 19 ekor dan stasiun II berjumlah 19 ekor. Spesimen ini memiliki ciri-ciri yang ditunjukkan pada gambar 4.6 yaitu: tubuhnya beruas sehingga menurut Borror dkk (1992) digolongkan pada filum artrophoda, tubuhnya terdiri dari kepala, dada dan perut, memiliki tiga pasang kaki pada dadanya sehingga dapat digolongkan pada kelas insekta. Spesimen ini sangat lunak memanjang, berukuran sedang, mempunyai ekor seperti benang yang

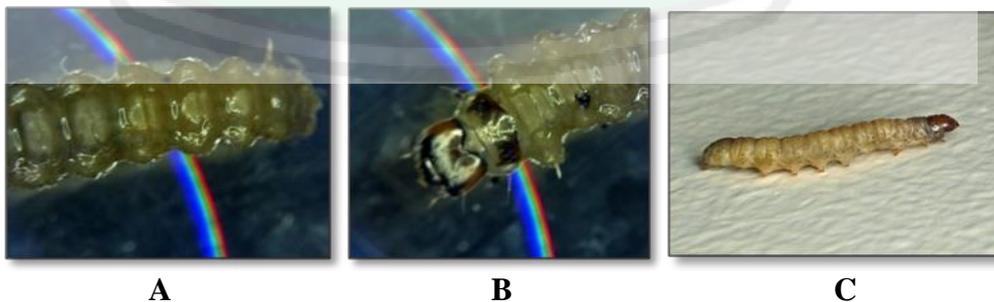
panjang, banyaknya dua atau tiga buah sehingga spesimen tersebut digolongkan ordo ephemeroptera.

Serangga akhir musim semi ini sangat kecil (sayap depan 2 sampai 6 mm) mempunyai tiga filamen ekor dan tidak mempunyai sayap belakang titik. Mereka serupa dengan Tricorythidae tetapi memiliki cabang yang simetris dan rangka-rangka sayap meluas hampir sampai ke dasar sayap. Nimfa-nimfa terdapat di berbagai habitat akuatik tetapi biasanya di dalam air tenang (Borror dkk., 1992).

Klasifikasi spesimen VII menurut Borror dkk (1992):

Kingdom : Animalia  
 Phylum : Arthropoda  
 Class : Insecta  
 Ordo : Ephemeroptera  
 Family : Caenidae

#### h. Spesimen VIII



**Gambar 4.8 Spesimen VIII Family Pyralidae (a). Hasil penelitian ekor (b). Hasil penelitian kepala (c). Gambar literatur (Zeller, 2018).**

Berdasarkan hasil pengamatan spesimen VIII yang ditunjukkan pada gambar 4.8 didapatkan ciri-ciri sebagai berikut: tubuhnya terdiri dari kepala dada dan perut, tubuh memanjang lunak dan bersegmen, memiliki warna coklat kehitaman, sepasang mata terletak di kepala atas, panjang sekitar 3 cm, serangga ini ditemukan pada bebatuan diselimuti jaring yang berasal dari dedaunan pada aliran air yang deras.

Gerber (2002) menyatakan bahwa Iarva ini memiliki karakteristik bentuk tubuh seperti ulat serta kaki dan prolegs seperti dalam. Larva ini hidup melekat atau mengambang pada vegetasi, atau di silken jaring di batu. Mulut yang disesuaikan untuk memakan ganggang di batu.

Klasifikasi spesimen VIII menurut Edmondson (1959):

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Arthropoda
Class	: Insekta
Ordo	: Lepidoptera
Family	: Pyralidae

#### **i. Spesimen IX**

Spesimen I ditemukan pada stasiun I, stasiun II, stasiun III dan stasiun IV dengan rincian pada stasiun I berjumlah 8 ekor, stasiun II berjumlah 5 ekor, stasiun II berjumlah 38 ekor, dan stasiun IV berjumlah 20 ekor. Spesimen ini memiliki ciri-ciri yang ditunjukkan pada gambar 4.5 yaitu: tubuhnya dilindungi oleh cangkang sehingga dapat digolongkan pada phylum moluska, spesimen ini

berjalan dengan tubuhnya dan memiliki cangkang yang semakin memanjang sehingga spesimen ini digolongkan dalam kelas gastropoda. Spesimen ini tidak memiliki operkulum. Arah perputaran cangkang berlawanan dari putaran jarum jam. Panjang 1-2 cm, tempurung bermenara, permukaan luar dengan pergoresan kasar dan lapisan luar miliki bintil. Wananya kecoklatan muda dan kuning terang. Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka dapat disimpulkan bahwa spesimen ini merupakan family Thiaridae.



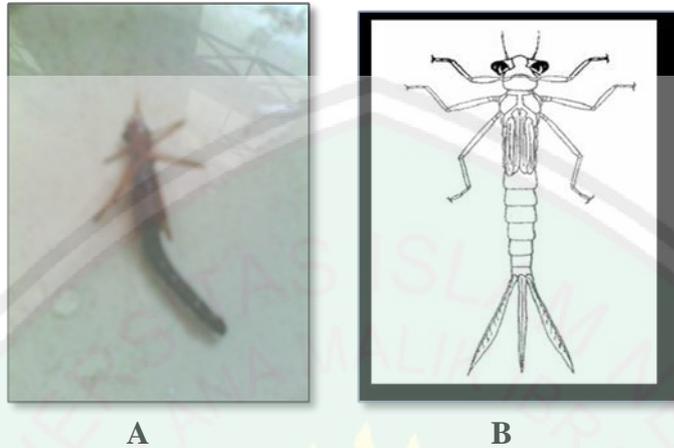
**Gambar 4.9 Spesimen IX Family Thiaridae a. Hasil penelitian b. Literatur (Bouchard, 2004).**

Menurut Bouchard (2004) Umumnya kehadiran famili Thiaridae adalah tanda kualitas air lebih baik. meskipun adanya beberapa menentang siput tidak selalu menunjukkan polusi, jumlah siput ini sering menunjukkan perairan berdampak karena mereka dapat bertahan pada kondisi oksigen rendah terlarut.

Klasifikasi Spesimen IX menurut (Gerber, 2002), adalah:

- Kingdom : Animalia
- Phylum : Mollusca
- Class : Gastropoda
- Ordo : Mesogastropoda
- Family : Thiaridae

### j. Spesimen X



**Gambar 4.10 Spesimen X Family Coenagrionidae a. Hasil penelitian (pandangan ventral) b. Hasil literatur (pandangan dorsal) (Bouchard, 2004).**

Spesimen I ditemukan pada stasiun II yang berjumlah 1 ekor. Spesimen ini memiliki ciri-ciri yang ditunjukkan pada gambar 4.3 yaitu: tubuhnya beruas sehingga menurut Borror dkk (1992) digolongkan pada filum artrophoda, tubuhnya terdiri dari kepala, dada dan perut, memiliki tiga pasang kaki pada dadanya sehingga dapat digolongkan pada kelas insekta. Abdomen panjang dan langsing, memiliki mata majemuk besar, thoraks relatif kecil dan kompak sehingga dapat digolongkan ordo odonata. Spesimen ini memiliki warna hitam kecoklatan, memiliki tiga pasang kaki dengan sepasang antena, Perilaku bergerak lambat, dan ditemukan di aliran air yang mengalir deras. Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka dapat disimpulkan bahwa spesimen ini merupakan family Coenagrionidae

Menurut Borror dkk (1992) Famili Coenagrionidae atau biasa disebut dengan capung jarum bersayap sempit ini terdapat di berbagai habitat terutama

terdapat sepanjang aliran-aliran air, yang lainnya di kolam dan rawa-rawa. Kebanyakan dari mereka adalah penerbang-penerbang yang agak lemah dan bilamana hinggap, biasanya tubuhnya ditahan horisontal dan sayap-sayap diletakkan bersama-sama di atas tubuh. Dua jenis kelamin berwarna sangat berbeda pada kebanyakan jenis, dengan jantan lebih berwarna cemerlang dari pada yang betina.

Klasifikasi Spesimen X menurut (Borror dkk., 1992), adalah:

Kingdom : Animalia  
Phylum : Arthropoda  
Class : Insecta  
Ordo : Odonata  
Family : Coenagrionidae

#### 4.2 Keanekaragaman dan Dominansi Makrozoobentos

Makrozoobentos yang diperoleh dari pengambilan sampel pada tiap-tiap stasiun diidentifikasi dan dihitung jumlahnya untuk menentukan indeks keanekaragaman dan indeks dominansinya. Hasil identifikasi dapat dilihat pada tabel 4.1.

Berdasarkan pada hasil pengambilan sampel seperti yang dipaparkan pada Tabel 4.1 dari stasiun I hingga stasiun IV ditemukan jenis makrozoobentos yang berbeda-beda pada masing-masing stasiun. Makrozoobentos yang ditemukan pada Sungai Cokro terdiri dari 6 ordo yang merupakan ordo Tricoptera, Odonata, Ephemeroptera, Diptera, Lepidoptera dan Moluska.

Nilai indeks keanekaragaman dan indeks dominansi makrozoobentos yang tertangkap di perairan Sungai Cokro dapat dilihat pada tabel 4.2 yaitu:

**Tabel 4.2 Nilai Indeks Keanekaragaman (H') dan Indeks Dominansi (D) makrozoobentos pada masing-masing stasiun penelitian di Sungai Cokro**

INDEKS	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III	Stasiun IV
<b>Keanekaragaman (H')</b>	1,13	1,25	0,63	0,60
<b>Dominansi (D)</b>	0,39	0,39	0,56	0,59

Keanekaragaman tertinggi berada pada stasiun I yang terletak pada daerah pegunungan sedangkan keanekaragaman terendah berada pada stasiun ke IV. Tingginya keanekaragaman disebabkan terpenuhinya sumber nutrisi yang diperlukan oleh makrozoobentos dan berkembang. Selain itu pada stasiun I berada pada kawasan pegunungan sehingga air pada perairan ini tergolong alami dibandingkan dengan pada kawasan pemukiman ataupun kawasan industri yang banyak diantara mereka membuang limbahnya ke sungai. Limbah berbahaya akan mengganggu sistem kehidupan pada makrozoobentos sehingga akan mempengaruhi keanekaragamannya pula. Hal ini dapat kita ketahui dari semakin rendahnya tingkat keanekaragaman makrozoobentos yang berada pada kawasan pemukiman dan industri. Deskripsi lokasi pengamatan dapat dilihat pada tabel 3.1. Pada tabel 4.2 menunjukkan pada stasiun III dan stasiun IV mempunyai tingkat keanekaragaman yang rendah hal ini disebabkan banyaknya pembuangan limbah yang dibuang langsung ke sungai baik dari limbah pemukiman, pertanian, maupun limbah pabrik.

Berdasarkan kategori nilai indeks Shannon-Wiener keanekaragaman pada Stasiun I yaitu 1,13 dan Stasiun II yaitu 1,25 menunjukkan  $1 < H' < 3$  sehingga dikategorikan keanekaragaman sedang sedangkan pada Stasiun III mempunyai nilai indeks keanekaragaman sebesar 0,63 dan Stasiun IV sebesar 0,60 menunjukkan  $1 < H'$  sehingga dikategorikan keanekaragaman rendah. Menurut Soegianto (2004) Keanekaragaman jenis yang tinggi menunjukkan bahwa suatu komunitas memiliki kompleksitas tinggi, karena dalam komunitas itu terjadi interaksi spesies yang tinggi pula. Jadi dalam suatu komunitas yang mempunyai keanekaragaman jenis yang tinggi akan terjadi interaksi spesies yang melibatkan transfer energi (jaring makanan), predasi, kompetisi, dan pembagian relung yang secara teoritis lebih kompleks.

Berdasarkan tabel 4.2 komposisi makrozoobentos tertinggi yang mendominasi pada sungai Cokro berada pada stasiun IV yaitu 0,59 sedangkan dominansi terendah berada stasiun I yaitu 0,39. Hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya DO (Oksigen Terlarut) yang kurang terpenuhi diakibatkan oleh adanya pencemaran yang mungkin mengganggu sistem kehidupan makrozoobentos. Pada perairan tersebut dominansi tertinggi pada famili thiaridae, hal ini dikarenakan jenis makrozoobentos ini memiliki toleransi yang cukup tinggi terhadap perubahan yang ada pada perairan.

Indeks Dominansi antara 0-1, jika indeks dominansi mendekati 0 berarti struktur komunitas dalam keadaan stabil. Bila indeks dominan mendekati 1 berarti struktur komunitas labil. Indeks ini digunakan untuk menentukan kualitas perairan

yang jumlah jenisnya banyak atau dengan keragaman jenisnya tinggi (Fachrul, 2007).

Makrozoobentos memiliki tingkat toleransi yang berbeda menurut Whardhana (2006) menyebutkan keberadaan family Hydrophyshidae pada suatu perairan dapat menunjukkan bahwasannya perairan tersebut mengalami pencemaran ringan sedangkan mollusca seperti dari family Lymnaeidae dan thiaridae dapat menunjukkan pencemaran sedang. Hal ini disebabkan sifatnya yang toleran terhadap pencemaran.

Beberapa makrozoobentos lainnya yang memiliki sifat toleran seperti chironomidae yang dapat hidup di perairan tercemar sedang sedangkan family Caenidae dapat bertahan hidup pada perairan yang tidak tercemar hingga tercemar sedang (Rahmawati, 2015). Sedangkan Hanafi (2013) menyebutkan bahwa family dari Caenidae dan Heptageniidae merupakan family yang tidak toleran terhadap polutan. Menurut Purdyaningrum dkk (2013) dapat digolongkan pada makrozoobentos yang memiliki tingkat toleransi yang rendah dan banyak ditemukan pada perairan yang tergolong baik.

#### **4.3 Hasil parameter fisika dan kimia air Sungai Cokro**

Hasil pengujian air menggunakan parameter fisika dan kimia pada beberapa stasiun pengamatan yang ada di Sungai Cokro dapat ditunjukkan pada tabel 4.3, sedangkan data mentah dari masing-masing substasiun disajikan pada lampiran. Nilai fisika-kimia kemudian dihubungkan dengan standar baku mutu air menurut PP No.82 tahun 2001 dapat dilihat dalam tabel 4.4 sebagai berikut

**Tabel 4.3 Nilai Parameter Fisika-Kimia Air Sungai Cokro**

NO	Parameter Abiotik	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III	Stasiun IV
1	TDS (mg/L)	162,66	143,66	181,66	163,33
2	TSS (mg/L)	6	5,34	5,03	7,8
3	BOD (mg/L)	5	6	6	7
4	COD (mg/L)	17,85	17	17,3	19,27
5	DO (mgO <sup>2</sup> /L)	6,56	6,3	6,36	6,23
6	pH	7,66	7,86	8,06	8,83
7	Suhu °C	20	20	20	24,66

**Tabel 4.4 Baku Mutu Air Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 tahun 2001**

Parameter	Satuan	Maksimum yang diperbolehkan pada kelas			
		1	2	3	4
Suhu*	°C	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 5
TDS	mg/L	1000	1000	1000	2000
TSS**	mg/L	50	50	400	400
Ph	mg/L	6-9	6-9	6-9	6-9
BOD	mg/L	2	3	6	12
COD	mg/L	10	25	50	100
Parameter	Satuan	Minimum yang diperbolehkan pada kelas			
		1	2	3	4
DO	mgO <sup>2</sup> /L	6	4	3	0

#### 4.3.1 Suhu

Berdasarkan nilai rata-rata suhu pada setiap stasiun yang ditunjukkan pada tabel 4.3 menunjukkan adanya perbedaan suhu pada setiap stasiun. Suhu pada dataran tinggi cenderung lebih rendah begitupula sebaliknya pada

stasiun pengamatan yang berada pada dataran rendah akan terjadi peningkatan suhu. Suhu dapat membatasi persebaran makrozoobentos, hal ini dipengaruhi oleh adanya faktor yang saling berhubungan diantaranya dengan DO (Oksigen Terlarut). Semakin meningkatnya suhu akan mengakibatkan semakin meningkatnya juga oksigen terlarut dalam air, sebaliknya turunnya suhu akan mengakibatkan oksigen terlarut meningkat. Rendahnya oksigen terlarut akan mempengaruhi metabolisme makrozoobentos.

Menurut Ghufran dan Baso (2007) Pengaruh suhu secara tidak langsung terhadap lingkungan adalah mempengaruhi metabolisme, daya larut gas-gas, termasuk oksigen serta berbagai reaksi kimia di dalam air. Hal ini akan mempengaruhi migrasi, laju pertumbuhan dan mortalitas mg O<sup>2</sup>/L.

#### **4.3.2 DO (oksigen terlarut)**

Berdasarkan nilai rata-rata DO pada setiap stasiun yang ditunjukkan pada tabel 4.3 menunjukkan bahwa oksigen terlarut tertinggi teletak pada stasiun satu dimana letak stasiun pengamatan pada stasiun satu berada pada wilayah dataran tinggi. Wilayah dataran tinggi umumnya memiliki kandungan oksigen terlarut yang tinggi. Sebagaimana contoh pada stasiun satu yang berada pada kawasan pegunungan mempunyai kandungan oksigen terlarut yang sangat tinggi dibandingkan stasiun lainnya yang berada pada dataran rendah. Hal ini disebabkan adanya perbedaan suhu, peningkatan suhu akan menyebabkan konsentrasi oksigen akan menurun dan sebaliknya suhu yang semakin rendah akan meningkat konsentrasi oksigen terlarut. Oksigen terlarut di dalam air bersumber terutama dari adanya kontak antara

permukaan air dengan udara dan dari proses fotosintesis. Effendi (2003) menyebutkan dekomposisi dan oksidasi bahan organik dapat mengurangi kadar oksigen terlarut hingga mencapai nol (*anaerob*). Peningkatan suhu sebesar 1°C akan meningkatkan konsumsi O<sub>2</sub> sekitar 10%. Berdasarkan PP. No 82 tahun 2001 tentang kriteria baku mutu air, untuk kelas II nilai DO batas minimum yang diperbolehkan adalah 4 mg/L, jadi mulai dari stasiun I sampai Stasiun IV masuk kedalam baku mutu kelas I.

#### 4.3.3 BOD

Berdasarkan nilai rata-rata BOD pada setiap stasiun yang ditunjukkan pada tabel 4.3 menunjukkan adanya peningkatan nilai BOD pada dataran tinggi yaitu pada stasiun satu dibandingkan pada dataran rendah pada stasiun II, III, dan IV. BOD dapat mengindikasikan kadar bahan organik didalam air sehingga dapat digunakan untuk mengukur adanya pencemaran pada perairan. Semakin besar nilai BOD pada suatu perairan maka akan semakin besar pula kadar pencemaran yang terjadi. Nilai BOD tertinggi pada Sungai Cokro berada pada stasiun IV sebesar 7 mg/L yang berada pada kawasan dataran rendah sedangkan nilai terendah berada pada stasiun I sebesar 5 mg/L yang berada pada kawasan dataran rendah. Berdasarkan PP. No 82 tahun 2001 tentang kriteria baku mutu air, untuk kelas III nilai BOD batas maximum yang diperbolehkan adalah 6 mg/L, jadi mulai dari stasiun Stasiun I sampai Stasiun II masuk kedalam baku mutu kelas III.

Menurut Kristanto (2002), BOD menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk menguraikan atau mengoksidasi

bahan-bahan buangan di dalam air. Jika konsumsi oksigen tinggi, yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya sisa oksigen terlarut di dalam air, maka berarti kandungan bahan buangan yang membutuhkan oksigen adalah tinggi. Semakin banyak bahan buangan pada suatu perairan maka akan semakin banyak pula oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme dalam air untuk mendegradasi bahan organik dalam air tersebut sehingga oksigen terlarut akan berkurang. Hal ini akan mempengaruhi jumlah, jenis, dan mortalitas yang akan mengakibatkan keanekaragaman juga akan berubah.

#### 4.3.4 COD

Tabel 4.2 menunjukkan adanya perbedaan nilai COD pada masing-masing stasiun. Nilai COD terendah pada stasiun II yang berada pada kawasan pertanian dan pemukiman penduduk, sedangkan nilai COD tertinggi pada stasiun IV yang berada pada kawasan pemukiman penduduk dan kawasan industri. Menurut Effendi (2003) kebutuhan Oksigen Kimia (COD) menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis (*biodegradable*) maupun yang sukar didegradasi secara biologis (*non biodegradable*) menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  sehingga segala macam bahan organik, baik yang mudah diurai maupun yang sulit diurai, akan teroksidasi. Dengan demikian, selisih nilai antara COD dan BOD memberikan gambaran besarnya bahan organik yang sulit diurai yang ada di perairan. Jadi COD menggambarkan jumlah total bahan organik yang ada. Berdasarkan PP. No 82 tahun 2001 tentang kriteria baku mutu air, untuk kelas II nilai COD batas

maximum yang diperbolehkan adalah 25 mg/L, jadi mulai dari stasiun I sampai II masuk kedalam baku mutu kelas II.

Bahan buangan organik akan dioksidasi oleh Kalium Bichromat menjadi gas  $\text{CO}^2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  serta sejumlah ion chrom. Kalium Bichromat digunakan sebagai sumber oksigen. Jumlah Oksigen yang diperlukan untuk reaksi oksidasi terhadap bahan buangan organik sama dengan jumlah ion kalium Bichromat yang dipakai pada reaksi tersebut. Makin banyak kalium Bichromat yang dipakai pada reaksi oksidasi berarti makin banyak oksigen yang diperlukan, sehingga oksigen terlarut akan berkurang. Hal ini akan mempengaruhi keberadaan organisme perairan yang berkompetisi untuk memenuhi kebutuhan oksigen (Whardhana, 2004).

#### 4.3.5 TDS

Berdasarkan tabel 4.2 nilai TDS pada perairan Sungai Cokro memiliki rata-rata 162,8 mg/L, dengan rincian nilai TDS tertinggi terletak pada stasiun III yang berada pada kawasan industri sedangkan nilai terendah terletak pada Stasiun II yang berada pada kawasan pertanian dan pemukiman. Nilai TDS pada perairan sungai Cokro dapat dikategorikan masuk pada kelas 1 dimana nilai maksimum untuk kelas 1 sebesar 1000 mg/L.

Menurut Wardhana (2004) menyebutkan bahwa apabila bahan buangan padat larut di dalam air, maka kepekatan air atau berat jenis cairan akan naik. Adakalanya kelarutan bahan buangan padat di dalam air akan disertai pula perubahan warna air. Air yang mengandung larutan pekat dan berwarna gelap akan mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam air

akibatnya proses fotosintesis tanaman dalam air menjadi terganggu. Jumlah Oksigen yang terlarut di dalam air juga akan berkurang. Hal ini sudah tentu berakibat pula terhadap kehidupan organisme yang hidup di dalam air.

Padatan terlarut total mencerminkan jumlah kepekatan padatan dalam suatu sampel air. TDS juga dinyatakan dalam miligram perliter (mg/L) atau dalam bagian juta, misalnya suatu contoh air dengan padatan terlarut total 200, artinya dalam 1 liter terdapat 200 mg padatan terlarut (Sastrawijaya, 1991).

#### 4.3.6 TSS

Nilai rata-rata TSS pada tabel 4.2, di perairan Sungai Cokro sebesar 6,9 mg/L. Nilai TSS tertinggi sebesar 7,80 mg/L pada stasiun IV yang berada pada kawasan industri tahu, sedangkan nilai TSS terendah terletak pada stasiun III yang berada pada kawasan industri kertas. Menurut peraturan pemerintah NO 82 tahun 2001 tentang kriteria baku mutu air menjelaskan nilai TSS maksimum yang diperbolehkan untuk kelas 1 dan 2 yaitu 50 mg/l. Berdasarkan kriteria baku mutu air pada peraturan pemerintah NO 82 tahun 2001 perairan sungai Cokro layak masuk pada kelas 1.

Menurut Whardhana (2004) kalau bahan buangan padat berbentuk kasar atau butiran besar dan berat serta tidak larut dalam air maka bahan buangan tersebut akan mengendap di dasar sungai. Terjadinya endapan di dasar sungai tersebut sangat mengganggu kehidupan organisme di dalam air karena endapan akan menutupi permukaan dasar air yang mungkin mengandung telur organisme sehingga telur organisme tersebut tidak akan

dapat menetas. Di samping itu adanya endapan tersebut juga menghalangi sumber makanan yang ada di dasar sungai sehingga jumlah makanan bagi organisme perairan menjadi berkurang. Populasi organisme perairan pun akan menyusut. Endapan juga dapat menghalangi datangnya sinar matahari sehingga fotosintesis terganggu.

Padatan total tersuspensi biasanya terdiri dari fitoplankton, zooplankton, kotoran manusia dan hewan, lumpur, sisa pertanian, sisa tanaman dan hewan serta limbah industri. Padatan total tersuspensi suatu sampel air ialah jumlah bobot bahan yang tersuspensi dalam suatu volume air tertentu. TSS biasanya ditunjukkan dalam miligram perliter atau bagian perjuta (Sastrawijaya, 1991).

#### **4.3.6 pH**

Berdasarkan tabel 4.2 terdapat perbedaan nilai pH antar setiap stasiun. Nilai pH terendah terletak pada stasiun I yang secara geografis berada pada dataran tinggi, sedangkan pH tertinggi terletak pada stasiun IV yang berada pada kawasan dataran rendah. Nilai pH pada perairan air sungai umumnya antara 6-9. Nilai pH pada air dapat berubah, perubahan tersebut dapat berasal dari pembuangan limbah baik limbah yang berasal dari pabrik, rumah atau limbah pertanian.

Menurut Mahida (2003) limbah buangan industri dan rumah tangga dapat mempengaruhi nilai pH perairan. Adanya karbonat, bikarbonat dan hidroksida akan menaikkan kebasahan air, sementara adanya asam-asam mineral bebas dan asam karbonat menaikkan keasaman suatu perairan. Setiap

organisme memiliki batas toleransi yang berbeda terhadap pH. Perubahan tersebut dapat berdampak pada pada setiap organisme yang mengalami kontak dengan perairan satu diantaranya biota perairan seperti makrozoobentos. Biota perairan menyukai nilai pH sekitar 7–8,5 (Effendi, 2003).

#### 4.4 Analisis Hubungan Parameter Fisika-Kimia Dengan Keanekaragaman Makrozoobentos

Untuk mengetahui hubungan antara masing-masing parameter fisika-kimia dengan parameter biologi berupa keanekaragaman makrozoobentos di perairan Sungai Cokro digunakan perhitungan dengan rumus korelasi dari Pearson. Hasil korelasi dapat dilihat pada tabel 4.5, sedangkan tingkat hubungan antar faktor diketahui berdasarkan Interval Koefisien Korelasi pada tabel 3.2.

**Tabel 4.5 Nilai Analisis Korelasi Pearson (r) antara Faktor Fisik Kimia dengan Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos**

KORELASI PEARSON	TDS	TSS	BOD	COD	DO	pH	Suhu
Indeks Keanekaragaman (H')	-0,748	-0,21	-0,284	-0,426	0,232	-0,746	-0,876
Tingkat Korelasi	Kuat	Rendah	Rendah	Sedang	Rendah	Kuat	Sangat Kuat
Dominansi (D)	0,619	0,175	0,413	0,420	-0,339	0,83	0,947
Tingkat Korelasi	Kuat	Sangat Rendah	Sedang	Sedang	Rendah	Kuat	Sangat Kuat

Keterangan: Nilai (+) = Arah korelasi searah

Nilai (-) = Arah korelasi berbanding arah (berlawanan)

Berdasarkan tabel diatas tingkat korelasi antara keanekaragaman dengan parameter fisika-kimia bervariasi begitu pula arah korelasi setiap parameter fisika

dan kimia terhadap keanekaragaman juga bervariasi, nilai positif (+) menunjukkan hubungan yang searah antara nilai faktor fisika-kimia maka nilai keanekaragaman akan semakin besar pula, sedangkan nilai negatif (-) menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik antara nilai faktor fisika-kimia perairan dengan nilai indeks keanekaragaman ( $H'$ ). Hasil uji korelasi diatas menunjukkan nilai TDS, TSS, BOD, COD, pH, dan suhu mempunyai arah korelasi negatif (-) artinya semakin tinggi nilai parameter tersebut maka nilai indeks keanekaragaman akan semakin kecil, begitu juga sebaliknya DO mempunyai arah korelasi positif (+) artinya semakin tinggi nilai DO maka akan semakin tinggi juga nilai indeks keanekaragaman.

Korelasi antara suhu dengan indeks keanekaragaman ( $H'$ ) sebesar -0,876 dinyatakan memiliki tingkat hubungan sangat kuat (0,80 – 1,000) dan mempunyai arah korelasi negatif (-), artinya semakin tinggi suhu maka akan semakin rendah keanekaragaman makrozoobentos. Menurut Whardhana (2004) air sungai yang suhunya naik akan mengganggu kehidupan hewan air dan organisme air lainnya, karena kadar oksigen yang terlarut dalam air akan turun bersamaan dengan kenaikan suhu. Padahal setiap kehidupan memerlukan oksigen untuk bernafas. Oksigen yang larut dalam air berasal dari udara yang secara lambat terdifusi ke dalam air. Makin tinggi kenaikan suhu air maka makin sedikit oksigen terlarut di dalamnya.

Korelasi TDS dengan indeks keanekaragaman ( $H'$ ) sebesar -0,748 dinyatakan memiliki tingkat hubungan kuat (0,60 – 0,799) dan mempunyai arah korelasi negatif (-), artinya semakin tinggi TDS maka akan semakin rendah

keanekaragaman makrozoobentos. Tingginya TDS akan mempengaruhi kejernihan air sehingga akan mengganggu proses fotosintesis yang dilakukan oleh mikroorganisme dalam air karna berkurangnya sinar matahari yang masuk. Sedangkan mikroorganisme tersebut merupakan sumber makanan bagi makrozoobentos. Hal ini menyebabkan sumber makanan berkurang yang akan mempengaruhi jumlah, jenis dan sifat organisme tersebut.

TSS dengan indeks keanekaragaman ( $H'$ ) sebesar -0,210 dinyatakan memiliki tingkat hubungan yang rendah (0,20 - 0,399) dan mempunyai arah korelasi negatif (-), artinya semakin tinggi nilai TSS maka akan semakin rendah keanekaragaman makrozoobentos. TSS merupakan total padatan yang tidak larut dalam air, padatan tersebut akan mengendap di dasar perairan. Endapan tersebut dapat mengganggu kehidupan dasar perairan terutama makrozoobentos yang memiliki habitat di dasar perairan. Disamping itu adanya endapan akan mengganggu proses fotosintesis yang dilakukan oleh mikroorganisme dalam air karna berkurangnya sinar matahari yang masuk sehingga oksigen yang dihasilkan juga akan berkurang, akibatnya proses respirasi makrozoobentos akan terganggu yang akan mengakibatkan kematian.

DO (*Disolved Oksigen*) dengan indeks keanekaragaman ( $H'$ ) sebesar 0,232 dinyatakan memiliki tingkat hubungan sedang (0,20 - 0,399) dan mempunyai arah korelasi positif (+), artinya semakin tinggi DO maka akan semakin tinggi keanekaragaman makrozoobentos. Oksigen terlarut dapat dijadikan indikator kualitas perairan karna setiap organisme memerlukan oksigen untuk bertahan hidup. Artinya apabila kebutuhan oksigen terpenuhi maka organisme perairan pun

juga dapat berkembang dengan baik, begitu pula sebaliknya apabila kebutuhan oksigen berkurang maka kehidupan organisme perairan akan terganggu.

BOD (*Biologi Oxygen Demand*) dengan indeks keanekaragaman ( $H'$ ) sebesar -0,284 dinyatakan memiliki tingkat hubungan sedang (0,20 - 0,399) dan mempunyai arah korelasi negatif (-), artinya semakin tinggi nilai BOD maka akan semakin rendah keanekaragaman makrozoobentos. Organisme dalam air dapat mendegradasi bahan buangan organik yang ada di dalam air tersebut. Peristiwa penguraian bahan buangan organik melalui proses oksidasi oleh organisme di dalam air adalah proses alamiah yang mudah terjadi apabila air mengandung oksigen yang cukup. Artinya apabila nilai BOD tinggi maka organisme tersebut membutuhkan oksigen yang besar pula, hal ini menyebabkan kandungan oksigen terlarut akan berkurang sehingga akan mempengaruhi jumlah, jenis, dan mortalitas makrozoobentos.

COD (*Chemical Oxygen Demand*) dengan indeks keanekaragaman ( $H'$ ) sebesar -0,426 dinyatakan memiliki tingkat hubungan yang sedang (0,40 - 0,599) dan mempunyai arah korelasi negatif (-), artinya semakin tinggi nilai COD maka akan semakin rendah keanekaragaman makrozoobentos. COD merupakan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis yang sulit didegradasi secara biologis. Bahan organik dalam air dioksidasi oleh Kalium Bichromat, makin banyak Kalium Bichromat yang dipakai pada reaksi oksidasi berarti makin banyak oksigen yang diperlukan, sehingga oksigen terlarut akan berkurang. Hal ini akan

mempengaruhi keberadaan organisme perairan yang berkompetisi untuk memenuhi kebutuhan oksigen.

pH dengan indeks keanekaragaman ( $H'$ ) sebesar -0,746 dinyatakan memiliki tingkat hubungan yang kuat (0,60 – 0,799) dan mempunyai arah korelasi negatif (-), artinya semakin tinggi nilai pH maka akan semakin rendah keanekaragaman makrozoobentos. pH yang sangat rendah akan menyebabkan mobilitas senyawa logam berat yang bersifat toksik terutama aluminium sedangkan yang sangat tinggi akan mengakibatkan keseimbangan antara amonium dan amoniak dalam perairan menjadi terganggu dengan meningkatnya amoniak maka amonia menjadi senyawa yang sangat toksik bagi organisme. Hal ini akan menurunkan daya tahan terhadap stress sehingga akan mengancam kelangsungan hidup organisme air.

#### 4.5 Keanekaragaman Hewan Air (Makrozoobentos) dalam Pandangan Islam.

Keanekaragaman hewan perairan dapat dimanfaatkan untuk memberikan petunjuk (informasi), pemanfaatan tersebut dijelaskan pada surat an-Nahl ayat 14, yaitu:

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

*“Dan Dia-lah, Allah yang menundukkan lautan (untukmu), agar kamu dapat memakan daripadanya daging yang segar (ikan), dan kamu mengeluarkan dari lautan itu perhiasan yang kamu pakai; dan kamu melihat bahtera berlayar padanya, dan supaya kamu mencari (keuntungan) dari karunia-Nya, dan supaya kamu bersyukur”.*

Menurut Al-Qarni (2007) Allah menundukkan lautan bagi manusia sehingga manusia dapat memakan daging yang berada di dalamnya dan dapat mengeluarkan perhiasan yang berasal dari hewan perairan berupa mutiara dan permata marjan. Mereka juga dapat menyaksikan kapal berlayar di permukaan laut yang berangkat dan kembali untuk hal yang bermanfaat bagi mereka melakukan perjalanan di laut untuk mencari ilmu berdagang dan untuk hal-hal berguna lainnya

Menurut Al-Qurthubi (2008) menyebutkan bahwa penundukan lautan yang dimaksud adalah mengoptimalkan manusia dalam berbuat berkenaan dengan pengendaliannya sehingga ia bisa memanfaatkan untuk berlabuh dan lain sebagainya sebagainya. Hal ini merupakan nikmat di antara nikmat-nikmat Allah untuk kita. Satu diantara nikmat Allah disebutkan oleh Verheyen (1990) dalam Sastrawijaya (1991) makhluk perairan juga dapat digunakan sebagai parameter penentu pencemaran. Sedangkan pengukuran menggunakan parameter fisika dan kimia hanya memberi gambaran kualitas lingkungan sesaat dan cenderung memberikan hasil dengan interpretasi dalam kisaran lebar.

Menurut Syarifah (2011) krisis lingkungan merupakan tema sentral yang sedang dihadapi masyarakat dunia saat ini. Cara pandang manusia terhadap alam sering kali melahirkan pandangan bahwasanya alam harus dikuasai untuk

kepentingan ekonomi dan pembangunan. Hal ini berakibat pada sains dan teknologi kering akan sense spiritual dan sepenuhnya mengabdikan pada kepentingan manusia yang mengabaikan terjadinya kerusakan lingkungan. Diantara kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh tangan manusia adalah pencemaran air.

Pencemaran air adalah penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal, bukan dari kemurniannya. Air yang tersebar di alam semesta ini tidak pernah terdapat dalam bentuk murni. Namun bukan berarti bahwa semua air sudah tercemar. Misalnya, walaupun di daerah pegunungan atau di daerah terpencil dengan udara yang bersih dan bebas dari pencemaran air hujan yang turun di atasnya selalu mengandung bahan-bahan terlarut, seperti CO<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub>, serta bahan-bahan tersuspensi misalnya debu dan partikel-partikel lainnya yang terbawa air hujan dari atmosfer (Kristanto, 2004). Dalam Al Quran Surat Ar- Rum 30, ayat 41, Allah SWT berfirman :

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

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

Surat Ar-Rum ayat 41 di atas secara jelas mengatakan bahwa kerusakan yang terjadi di darat dan di laut disebabkan oleh tangan manusia. Shihab (2002), mengartikan kata *Zhahara* sebagai awal terjadinya sesuatu di permukaan bumi. Sehingga menjadi nampak dan terang serta diketahui dengan jelas dan kata *Fasad* adalah keluarnya sesuatu dari keseimbangan, baik sedikit maupun banyak.

Beberapa ulama' memahami ayat ini sebagai kerusakan lingkungan, karena ayat di atas mengaitkan fasad tersebut dengan kata darat dan laut.

Ayat lain menyebutkan larangan agar kita tidak melakukan kerusakan, ayat tersebut disebutkan pada surat al- A'raaf ayat 56, Allah SWT berfirman :

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

*“Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah Amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik”.*

Menurut Maraghi (1993) menyatakan kerusakan ini mencakup kerusakan terhadap akal, akidah, tata kesopanan, pribadi maupun sosial, sarana-sarana penghidupan, dan hal-hal yang bermanfaat untuk umum, seperti lahan-lahan pertanian, perindustrian, perdagangan, dan sarana-sarana kerja untuk sesama manusia.

Penjelasan tafsir al Maraghi diketahui bahwa kerusakan yang dilakukan manusia, salah satunya adalah meningkatnya pembangunan industri. Efek dari pembangunan industri adalah pencemaran terhadap lingkungan terutama di perairan laut, dikarenakan perairan laut merupakan pembuangan limbah pabrik terakhir.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Makrozoobentos yang ditemukan dan diidentifikasi pada empat stasiun di sungai Brantas Malang terdiri dari 6 ordo dari 10 family dengan rincian ordo tricoptera (Hydropsychidae dan philopotamidae), odonata (Ghomphidae dan Coenagrionidae), Ephemeroptera (Heptageniidae dan Chaenidae), diptera (Chironomidae), lepidoptera (Pyrilidae) dan moluska (Lymnaeidae dan Thiaridae). Jumlah individu yang ditemukan mencapai 272 individu.
2. Indeks keanekaragaman terdiri dari stasiun I (1,11), stasiun II (1,25), stasiun III (0,62), dan stasiun IV (0,59). Stasiun I dan Stasiun II dikategorikan keanekaragaman sedang sedangkan Stasiun III dan IV dikategorikan keanekaragaman rendah. Nilai dominansi pada Sungai Cokro stasiun I (0.38), stasiun II (0.39), stasiun III (0.56), dan stasiun IV (0.59). Pada Stasiun III dan Stasiun IV nilai indeks dominansi mendekati 0 artinya terdapat family yang mendominasi atau struktur komunitas labil karena terjadi tekanan ekologis. Keanekaragaman tertinggi terdapat pada stasiun II dan family yang mendominasi adalah kelas gastropoda yaitu family Lymnaeidae dan Triaridae.

3. Korelasi antara indeks keanekaragaman dengan sifat fisika dan kimia menunjukkan korelasi searah dengan variabel DO dan korelasi berlawanan dengan variabel pH, suhu, COD, TSS, TDS dan BOD

### 5.2 Saran

Diharapkan penelitian selanjutnya menggunakan bioindikator lain sehingga dapat diketahui seberapa jauh tingkat toleransi makrozoobentos terhadap pencemaran



## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Mahally dan As-Syuyuty. 2010. *Tafsir Jalalaini*. Pustaka El Ba.Surabaya.
- Al-Qarni. A. 2007. *Tafsir Muyassar*. Jakarta: Qisthi Press.
- Al-Qurthubi. I. 2009. *Tafsir Al-Qurthubi*. Jakarta: Pustaka Azzam.
- Anwar. 2011. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu dan Berkelanjutan*. Tapak. Vol. 1 No. 1.
- Arief. A. 2003. *Hutan Mangrove Fungsi dan Manfaatnya*. Kanisius Yogyakarta.
- Asdak. C. 2004. *Hidrologi dan Pengolahan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: UGM press.
- Aswari. P. 2001. *Keanekaragaman Serangga Air di Taman Nasional Gunung Halimun*. Biologi: LIPI.
- Barus. 2004. *Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Sungai dan Danau*. Program Studi Biologi. Medan: Fakultas MIPA USU.
- Borrer. D. J, Triplehorn, C.A, Johnson, N. F. 1992. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Bouchard. R. W. 2004. *Guide to Aquatic Macroinvertebrata of the Upper Midwest*. Water Resources center, University of Minnesota.
- BugGuide. 2015. Identification. images & Information For Insect, Spider & Their Kind. <http://bugguide.net/node/view> (diunduh pada Juli-September 2015).
- Campbell. N.A., Reece. J.B, dan Mitchell. L.G. (2004). *Biologi*. Jilid 3. Edisi Kelima. Alih Bahasa: Wasmen. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Cheesmann. B. 2003. *Signal 2.iv – A System for Macroinvertebrate (Water Bgfs) In Australia Rivers*. Canberra Australia: Departement of The Environment Heritage GPO Box 787.
- Edmonson. W. T. 1959. *Fresh Water Biology*. Jhon Willey & Sons, inc. New York.
- Effendi. H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fachrul. M. F. 2007. *Metode sampling Bioekologi*. Jakarta: Bumi Aksara.

- Gerber. A. 2002. *Aquatic Invertebrates Of South African Rivers*. Africa: Institute For Water Quality Studies.
- Goltenboth. F. Timotius, P. Po Milan, J. Margraf (eds). *Ekologi Asia Tenggara Kepulauan Indonesia*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Gufran. M. H. Dan Baso. B. T. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budi Daya Perairan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Hamid. N. 2013. Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Brantas Malang. Skripsi: Fakultas Sains dan Teknologi Malang.
- Hanafi. Y. 2013. Keanekaragaman Anggota Invertebrata Benthik Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Sungai Sangon, Kokap, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Yogyakarta.
- Hawkes. H. A. 1979. *Invertebrates as Indicator of River Water Quality*. In : Jamers A. and Evison L, editor. *Biological Indicator of Water Quality*. Toronto Canada: John Willey and Sons.
- Hellawell. JM. 1986. Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environment Management. Pollution Monitoring Series. London and New York: *Journ.Elsevier Applied Science Publ.*5:45.
- Hutabarat dan Evans., 1985. *Pengantar Oseanografi*. UI Press. Jakarta.
- Hynes. H. B. N. 1976. *The Ecology With Of Running Water*. Liverpool University Press, England.
- James. A dan Evison. 1979. *Biological Indication Of Water Quality*. John. Wiley & Sons. Chrichester. New York.
- Jeffries. M and Mills. D. 1996. *Freshwater Ecology*, Principles and Applications. John Wiley and Sons. Chichester. United Kingdom.
- Jenie. B. S. L dan W. P. Rahayu. 1993. *Penanganan Limbah Industri Pangan*. Kanisius. Jakarta.
- Jutting. W. 1956. Revision of Freshwater Gastropoda. In M.A. Lieftinck, M.R. Wagner, editor : *A Journal of Zoology, Hydrobiology and Oceanography : Treubia ; Systematic studies on The Non-marine Mollusca of The Indo-Australian Archipelago*. Vol 23. bagian 2. hlm 318-418.
- Kastawi. Y. 2005. *Zoologi Avertebrata. Malang*. Universitas Negeri Malang Press.

- Koesbiono. 1979. *Dasar-Dasar Ekologi Umum*. Sekolah Pasca Sarjana Program Studi Lingkungan. IPB. Bogor.
- Kristanto. I. P. 2004. *Ekologi Industri*. Yogyakarta: Andi.
- Leksono. S. 2007. *Pendekatan Deskriptif dan Kualitatif*. Malang: Bayumedia Publishing.
- Lind. O. T. 1979. *Handbook of common methods in limnology*. Mosby company. St. Louis, Toronto-London.
- Lubis. dkk. 2009. Keanekaragaman dan Kelimpahan Makrozoobentos di Sungai Naborsahan Kabupaten Toba Samosir Sumatera Utara. *Jurnal Ekologi*.
- Mahida. 1993. Pencemaran air dan pemanfaatan limbah industri. PT Grafindo: Surabaya.
- Marmita, dkk. 2013. Makrozoobentos Sebagai Indikator Biologis Dalam Menentukan Kualitas Air Sungai Ranoyapo, Minahasa Selatan, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Sains*. Vol. 13 No. 1.
- Michael. P. 1984. *Metode Ekologi Untuk Penyelidikan Ladang dan Laboratorium*. UI Press Jakarta.
- Mudarisin. 2004. *Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai (Studi Kasus Sungai Cipinang Jakarta Timur)*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Ngabekti. S. 2004. *Limnologi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Noortiningsih, Suyatna, dan Handayani. 2008. Keanekaragaman Makrozoobentos, Meiofauna, dan Foraminifera di Pantai Pasir Putih Barat dan Muara Sungai Cikamal Pangandaran, Jawa Barat. *Jurnal Vis Vitalis*, 01(1): 34- 42.
- Nybakken. J. W. 1988. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. Gramedia. Jakarta.
- Nybakken. J. W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Jakarta: Gramedia.
- Odum. EP. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi Ketiga. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Osoz. Jr. 2011. *Identification Guide of Freshwater Macroinvertebrates Of Spain*. New York: Spinger.
- Payne. A.I. 1996. *The Ecology of Tropical Lakes and Rivers*. John Wilay & sons. New York.

- Pennak. RW. 1989. *Fresh-Water Invertebrates of the United States*. Protozoa to Mollusca. Third Edition. New York : John Wiley & Sons, Inc.
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Pescod. M. B. 1973. *Investigation of Rational Effluent and Stream Standart for Tropical Countries*, AIT. Bangkok.
- Pratiwi. N. K. 2004. *Panduan Pengukuran Kualitas Air Sungai*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Purdyaningrum, Rahadian dan Muhammad. 2013. Struktur Komunitas Larva Trichoptera di Sungai Garang Semarang. *Jurnal Biologi*. Volume 2 No 4.
- Purnomo. S, dan Ali. A. 2013. Kajian Kualitas Air Sungai Metro di Kecamatan Sukun Kota Malang. *Jurnal Bumi Lestari*. Vol 13. N0.2.
- Rahmawati. N. Nur dan Retnaningdyah. C. 2015. Struktur Komunitas Makroinvertebrata Bentos di Saluran Mata Air Nyolo Desa Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang. *Jurnal Biotropika*. Vol. 3 No. 1.
- Resosoedarmo. Kartawinata dan Soegiarto. 1992. *Pengantar Ekologi*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Retnowati. D. N. 2003. Struktur Komunitas Makrozoobenthos dan Beberapa Parameter Fisika Kimia Perairan Situ Rawa Besar, Depok, Jawa Barat. *Skripsi*. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rosyadi. N. dan Thamrin. 2009. Distribusi dan Kelimpahan Makrozoobenthos di Sungai Singingi Riau. *Jurnal Ilmu Lingkungan* Vol. III No. 1.
- Salmin. 2005. *Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan*. *Jurnal Oseana*, 30. 21-26.
- Sastrawijaya. A. T. 1991. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Seki. H. 1982. *Organic Material in Aquatik Ecosystem*. CRC Press. Inc, Folrida.
- Setiawan. D. 2008. Struktur Komunitas Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Lingkungan Perairan Hilir Sungai Musi. *Tesis*. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Setyobudiandi. I. 1997. Makrozoobenthos (Definisi, Pengambilan Contoh dan Penanganannya). *Laporan Penelitian*. Laboratorium Manajemen

- Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Simamora. D. R. 2009. Studi Keanekaragaman Makrozoobentos di Aliran Sungai Padang Kota Tebing Tinggi. *Skripsi FMIPA USU*. Medan (tidak diterbitkan).
- Sinaga. T. P., S. Martodigdo, S. Ningsih, R. Susiana, dan E. Widyastuti., 1986. Komunitas Fauna Makrozoobenthos Sebagai Indikator Biologi Ekosistem Lotik di Sungai Banjaran, Purwokerto. Laporan Penelitian. Fakultas Biologi. Universitas Soedirman. Purwokerto.
- Soegianto. A. 2004. *Metode Pendugaan Pencemaran Perairan Dengan Indikator Biologi*. Surabaya: Airlangga University Pres.
- Soegianto. A. 2010. *Ekologi Perairan Tawar*. Airlangga University Press. Surabaya
- Soewignyo. SB, Widigdo. Y, Wardiatno. M, Krisanti. 1998. *Avertebrata Air*. Jilid ke-2. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB.
- Sudarso. Y. 2003. *Pendugaan Status Kesehatan Sungai dengan Menggunakan Indikator Makrozoobentos*. Bogor: IPB.
- Sugiyono. dan Eri. W. 2004. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Suin. N. M. 2012. *Ekologi Hewan Tanah*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Suriawiria. U. 1996. *Air dalam Kehidupan dan Lingkungan yang Sehat*. Edisi I. Alumni: Bandung.
- Sutrisno. T. 1987. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Suwondo, Febrita, Dessy dan Alpusari. 2004. Kualitas Biologi Perairan Sungai Senapelan, Sago Dan Sail dikota Pekanbaru Berdasarkan Bioindikator Plankton dan Bentos. *Jurnal Biogenesis*. Pekanbaru. Volume 1 (1):15-20.
- Tarigan. L. C. 2009. Studi Keanekaragaman Makrozoobentos di Danau Lau Kawar Desa Kuta Agung Kecamatan Simpang Empat Kabupaten Karo. *Skripsi*. Medan: USU.
- Voshell. J. R. 2002. *A Guide to Common Freshwater Invertebrates of Nort Amerca*. The Mc Donald. America.
- Wardhana. W. 2006. *Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*. Jakarta: PPSML UI.

- Warhdana. A. W. 2001. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Edisi Revisi. Andi.Yogyakarta.
- Warhdana. A. W. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Edisi Revisi. Andi.Yogyakarta Welch EB. 1980. *Ecological Effect of Wastewater*. Cambridge University Press. Cambridge. London: New York New Rochelle.
- Wilhm. JL. 1975. *Biological indicator of pollution dalam Whiiton BA (eds)*. River Ecology. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp 375-402.



## LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran I. Indeks Keanekaragaman ( $H'$ ) dan Indeks Dominansi ( $D$ )

Makrozoobentos Sungai Brantas Malang

Tabel a. Indeks Keanekaragaman ( $H'$ ) dan Indeks Dominansi ( $D$ )  
Makrozoobentos pada stasiun I

NO	Spesimen	Stasiun 1	pi	ln pi	$H'$	$D$
1	Spesimen I	1	0,016	-4,077	-0,069	0,0002
2	Spesimen II	30	0,508	-0,676	-0,343	0,258
3	Spesimen III	0	0	0	0	0
4	Spesimen IV	0	0	0	0	0
5	Spesimen V	8	0,135	-1,998	-0,270	0,018
6	Spesimen VI	19	0,322	-1,133	-0,364	0,103
7	Spesimen VII	0	0	0	0	0
8	Spesimen VIII	0	0	0	0	0
9	Spesimen IX	0	0	0	0	0
10	Spesimen X	1	0,016	-4,077	-0,069	0,0002
	Jumlah	59	1	-11,96	-1,117	0,381

**Tabel b. Indeks Keanekaragaman ( $H'$ ) dan Indeks Dominansi ( $D$ ) Makrozoobentos pada stasiun II**

NO	Spesimen	Stasiun 2	$p_i$	$\ln p_i$	$H'$	$D$
1	Spesimen I	0	0	0	0	0
2	Spesimen II	50	0,574	-0,553	-0,318	0,330
3	Spesimen III	1	0,011	-4,465	-0,051	0,0001
4	Spesimen IV	8	0,091	-2,386	-0,219	0,008
5	Spesimen V	5	0,057	-2,856	-0,164	0,003
6	Spesimen VI	19	0,218	-1,521	-0,332	0,047
7	Spesimen VII	1	0,011	-4,465	-0,051	0,0001
8	Spesimen VIII	3	0,034	-3,367	-0,116	0,001
9	Spesimen IX	0	0	0	0	0
10	Spesimen X	0	0	0	0	0
	Jumlah	87	1	-19,6174	-1,252	0,391

**Tabel c. Indeks Keanekaragaman ( $H'$ ) dan Indeks Dominansi ( $D$ ) Makrozoobentos pada stasiun III**

NO	Spesimen	Stasiun 3	$p_i$	$\ln p_i$	$H'$	$D$
1	Spesimen I	0	0	0	0	0
2	Spesimen II	0	0	0	0	0
3	Spesimen III	0	0	0	0	0
4	Spesimen IV	0	0	0	0	0
5	Spesimen V	38	0,678	-0,387	-0,263	0,460
6	Spesimen VI	0	0	0	0	0
7	Spesimen VII	0	0	0	0	0
8	Spesimen VIII	0	0	0	0	0
9	Spesimen IX	18	0,321	-1,134	-0,364	0,103
10	Spesimen X	0	0	0	0	0
	Jumlah	56	1	-1,522	-0,627	0,563

**Tabel d. Indeks Keanekaragaman (H') dan Indeks Dominansi (D) Makrozoobentos pada stasiun IV**

NO	Spesimen	Stasiun 4	pi	ln pi	H'	D
1	Spesimen I	0	0	0	0	0
2	Spesimen II	0	0	0	0	0
3	Spesimen III	0	0	0	0	0
4	Spesimen IV	0	0	0	0	0
5	Spesimen V	20	0,285	-1,252	-0,357	0,081
6	Spesimen VI	0	0	0	0	0
7	Spesimen VII	0	0	0	0	0
8	Spesimen VIII	0	0	0	0	0
9	Spesimen IX	50	0,714	-0,336	-0,240	0,510
10	Spesimen X	0	0	0	0	0
	Jumlah	70	1	-1,589	-0,598	0,591

## Lampiran II. Hasil uji korelasi Pearson

		TDS	TSS	BOD	COD	DO	pH	Suhu	Keanekaragaman	Domiansi
TDS	Pearson Correlation	1	-.061	-.228	.177	.255	.162	.525	-.748**	.619*
	Sig. (2-tailed)		.850	.477	.582	.424	.616	.079	.005	.032
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12
TSS	Pearson Correlation	-.061	1	.042	.622*	.018	.464	-.090	-.210	.175
	Sig. (2-tailed)	.850		.898	.031	.955	.129	.780	.511	.587
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12
BOD	Pearson Correlation	-.228	.042	1	.029	.856**	.575	.490	-.284	.413
	Sig. (2-tailed)	.477	.898		.929	.000	.051	.106	.371	.182
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12
COD	Pearson Correlation	.177	.622*	.029	1	.142	.596*	.263	-.426	.420
	Sig. (2-tailed)	.582	.031	.929		.661	.041	.409	.168	.174
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12
DO	Pearson Correlation	.255	.018	.856**	.142	1	-.485	-.409	.232	-.339
	Sig. (2-tailed)	.424	.955	.000	.661		.110	.187	.467	.281
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12
pH	Pearson Correlation	.162	.464	.575	.596*	-.485	1	.751**	-.746**	.830**
	Sig. (2-tailed)	.616	.129	.051	.041	.110		.005	.005	.001
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Suhu	Pearson Correlation	.525	-.090	.490	.263	-.409	.751**	1	-.876**	.947**
	Sig. (2-tailed)	.079	.780	.106	.409	.187	.005		.000	.000
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Keanekaragaman	Pearson Correlation	.748**	-.210	-.284	-.426	.232	.746**	.876**	1	-.976**
	Sig. (2-tailed)	.005	.511	.371	.168	.467	.005	.000		.000
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Dominansi	Pearson Correlation	.619*	.175	.413	.420	-.339	.830**	.947**	-.976**	1
	Sig. (2-tailed)	.032	.587	.182	.174	.281	.001	.000	.000	
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Lampiran III. Gambar alat bahan yang digunakan



a. Nampan plastik

b. Indikator strip



c. Hasil pH sungai

d. pH Meter



e. Formalin 4%

## Lampiran IV. Hasil Analisis Air

**LABORATORIUM LINGKUNGAN**

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
 Desa Lengkok Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 333370  
 E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id

**SERTIFIKAT**  
**CERTIFICATE**
**Nomor : 3771 S/LL MLG/IX/2017**
**IDENTITAS PEMILIK**

Owner Identity

Nama : *Lia Hikmatul Maula*

Name

Alamat : *Jl. Raya Bantaran Kropak Probolinggo*

Address

**IDENTITAS CONTOH UJI**

Sample Identity

Kode Contoh Uji : *Ext. 509 - 520 /PC/VIII/2017/ 575 - 586*

Sample Code

Jenis Contoh Uji : *Air Sungai*

Type Sample

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : *Malang*

Sampling Location

Petugas Pengambilan Contoh Uji : *-*

Sampling Done By

Tgl/Jam Pengambilan Contoh Uji : *-*

Date Time of Sampling

Tgl/Jam Penerimaan Contoh Uji : *23 Agustus 2017 Jam 15:55 WIB*

Date Time of Sample Received in Laboratory

Kondisi Contoh uji : *Belum dilakukan pengawetan*

Sample Condition (s)

**HASIL ANALISA**

Result of Analysis

Terlampir

Enclosed

**ASLI**  
**ORIGINAL**

 Pengambilan Contoh Uji dilakukan oleh Lia  
 Hikmatul Maula. Bulan Agustus 2017

 Diterbitkan Di/Tanggal :  
 Place / Date of Issue
*Malang, 06 September 2017*
 Laboratorium Lingkungan  
 Perum Jasa Tirta I

**Rita Churnia Purwanti, A.Md**  
 Manajer Laboratorium  
 Manager of Laboratory

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

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I  
 This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from  
 Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

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



## LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
 Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 333370  
 E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id

Nomor : 3771 S/LL MLG/IX/2017

Halaman 3 dari 3  
 Page 3 of 3

Kode Contoh Uji  
*Sample Code* Ext. 509 - 520 /PC/VIII/2017/ 575 - 586

Metode Pengambilan Contoh Uji  
*Sampling Method* :-

Tempat Analisa  
*Place of Analysis* : Laboratorium Lingkungan PJT I Malang

Tanggal Analisa  
*Testing Date(s)* : 23 Agustus - 05 September 2017

### HASIL ANALISA

*Result of Analysis*

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
<b>St 1 U1</b>					
1	DO	mg O <sub>2</sub> /L	6,8	QI/LKA/02 (Elektrometri)	-
2	BOD	mg/L	4,80	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	17,46	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	6,7	APHA. 2540 D-2005	-
<b>St 1 U2</b>					
1	DO	mg O <sub>2</sub> /L	6,5	QI/LKA/02 (Elektrometri)	-
2	BOD	mg/L	5,15	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	18,62	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	7,9	APHA. 2540 D-2005	-
<b>St 1 U3</b>					
1	DO	mg O <sub>2</sub> /L	6,4	QI/LKA/02 (Elektrometri)	-
2	BOD	mg/L	5,45	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	17,33	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	6,3	APHA. 2540 D-2005	-
<b>St 2 U1</b>					
1	DO	mg O <sub>2</sub> /L	6,6	QI/LKA/02 (Elektrometri)	-
2	BOD	mg/L	5,55	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	18,65	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	5,3	APHA. 2540 D-2005	-
<b>St 2 U2</b>					
1	DO	mg O <sub>2</sub> /L	6,0	QI/LKA/02 (Elektrometri)	-
2	BOD	mg/L	6,50	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	16,29	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	5,2	APHA. 2540 D-2005	-
<b>St 2 U3</b>					
1	DO	mg O <sub>2</sub> /L	6,3	QI/LKA/02 (Elektrometri)	-
2	BOD	mg/L	6,80	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	16,08	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	5,3	APHA. 2540 D-2005	-

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

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

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

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



## LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
 Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 333370  
 E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id

Nomor : 3771 S/LL MLG/IX/2017

Halaman 3 dari 3

Page 3 of 3

Kode Contoh Uji  
 Sample Code Ext. 509 - 520 /PC/VIII/2017/ 575 - 586

Metode Pengambilan Contoh Uji  
 Sampling Method : -

Tempat Analisa  
 Place of Analysis : Laboratorium Lingkungan PJT 1 Malang

Tanggal Analisa  
 Testing Date(s) : 23 Agustus - 05 September 2017

### HASIL ANALISA

#### Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
<b>St 3 U1</b>					
1	DO	mg O <sub>2</sub> /L	6,1	QI/LKA/02 (Elektrometri)	-
2	BOD	mg/L	7,15	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	16,72	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	5,1	APHA. 2540 D-2005	-
<b>St 3 U2</b>					
1	DO	mg O <sub>2</sub> /L	6,6	QI/LKA/02 (Elektrometri)	-
2	BOD	mg/L	4,65	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	17,24	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	5,0	APHA. 2540 D-2005	-
<b>St 3 U3</b>					
1	DO	mg O <sub>2</sub> /L	6,4	QI/LKA/02 (Elektrometri)	-
2	BOD	mg/L	5,90	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	17,95	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	5,0	APHA. 2540 D-2005	-
<b>St 4 U1</b>					
1	DO	mg O <sub>2</sub> /L	6,2	QI/LKA/02 (Elektrometri)	-
2	BOD	mg/L	6,90	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	20,21	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	6,9	APHA. 2540 D-2005	-
<b>St 4 U2</b>					
1	DO	mg O <sub>2</sub> /L	6,2	QI/LKA/02 (Elektrometri)	-
2	BOD	mg/L	6,45	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	18,41	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	8,6	APHA. 2540 D-2005	-
<b>St 4 U3</b>					
1	DO	mg O <sub>2</sub> /L	6,3	QI/LKA/02 (Elektrometri)	-
2	BOD	mg/L	6,80	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	19,19	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	7,9	APHA. 2540 D-2005	-

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

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

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

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



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

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341) 558933, Fax. (0341) 558933

**KARTU KONSULTASI SKRIPSI**

Nama : Lia Hikmatul Maula  
NIM : 11620051  
Program Studi : S1 Biologi  
Semester : Ganjil TA 2017/2018  
Pembimbing : Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd  
Judul Skripsi : Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Cokro Malang

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1	06-05-2017	Konsultasi Judul	1.
2	29-05-2017	Konsultasi Bab I	2.
3	08-06-2017	Revisi Bab I, Konsultasi Bab II dan III	3.
4	20-08-2017	Revisi Bab I, II, dan III	4.
5	15-12-2017	ACC Bab I, II, dan III	5.
6	17-12-2017	Konsultasi Data	6.
7	21-12-2017	Konsultasi Bab IV dan V	7.
8	5-01-2018	Revisi Bab IV dan V	8.
9	8-01-2018	Revisi Bab IV	9.
10	9-01-2018	Revisi Bab IV	10.
11	9-01-2018	ACC Keseluruhan	11.

Malang, 9 Januari 2018

Pembimbing Skripsi,

Ketua Jurusan,

Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd  
NIP. 19630114 199903 1 001

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



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

**KARTU KONSULTASI SKRIPSI**

Nama : Lia Hikmatul Maula  
NIM : 11620051  
Program Studi : S1 Biologi  
Semester : Ganjil TA 2017/2018  
Pembimbing : Achmad Nasichuddin, M. Ag  
Judul Skripsi : Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Cokro Malang

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1	06-05-2017	Konsultasi Bab I, II, dan III	1.
2	29-05-2017	Revisi Bab I, II, dan III	2.
3	08-12-2017	Konsultasi Bab IV	3.
4	15-12-2017	Revisi Bab IV	4.
5	09-01-2018	ACC Keseluruhan	5.

Malang, 9 Januari 2018

Pembimbing Skripsi,

Ketua Jurusan,

Achmad Nasichuddin, M. Ag  
NIP. 19730705 200003 1 002

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

