

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kualitas Air DAS Brantas

Sungai Brantas merupakan sungai terpanjang kedua di pulau Jawa setelah sungai Bengawan Solo. Sungai kebanggaan masyarakat Jawa Timur ini memiliki luas area sekitar 12.000 km persegi dan panjang sungai mencapai 320 km, sungai Brantas bersumber dari sumber Brantas Kota Batu, tepatnya di lereng Gunung Arjuna dan Anjasmara, lalu mengalir ke Blitar, Tulungagung, Kediri, Jombang, Mojokerto, dan berakhir di Surabaya (Selat Madura atau laut Jawa). Jumlah penduduk di wilayah tersebut mencapai 14 juta jiwa atau 40% di antara total penduduk Jawa Timur. Sungai Brantas merupakan sumber utama kebutuhan air baku untuk konsumsi domestik, irigasi, kesehatan, industri, rekreasi, pembangkit tenaga listrik, dan lain-lain.¹⁵

Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas Jawa Timur, di Kabupaten Tulungagung dibagi menjadi dua DAS sebagai berikut :

1. DAS Brantas : DAS Brantas di Kabupaten Tulungagung dapat dibedakan. Sub DAS Ngrowo/Ngasinan dan Sub DAS Lahar.

¹⁵ Candra Virgiawan, “*Studi Keaneragaman Capung (Odonata) sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Brantas Batu-Malang dan sumber belajar Biologi*” Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia Vol.1 No.2, 2015, hlm 188-189

- a. SUB DAS Ngrowo Ngasinan, Sub DAS ini menempati bagian tengah Kabupaten Tulungagung dengan pola aliran sungai yaitu Sungai Ngrowo/Parit Agung/Parit Raya sebagai sungai orde I beserta anak percabangan sungainya baik sebagai percabangan sungai Orde II, Orde III dan orde IV. Orde sungai adalah posisi percabangan alur sungai di dalam urutannya terhadap induk sungai di dalam suatu DAS. Anak-anak percabangan sungai tersebut antara lain Sungaidawir, Sungai Ngasinan, Sungai Song, Sungai Klantur, Sungai Babaan, Sungai Wudu, Sungai Gondang, Sungai Bajalpicisan, Sungai Keboireng dan lain sebagainya.
- b. Sub DAS Lahar Sub DAS ini menempati bagian utara Kabupaten Tulungagung dengan pola aliran sungai utama yaitu Sungai Brantas sebagai sungai Orde I beserta anak-anak percabangannya sebagai sungai Orde II, Orde III dan seterusnya. Anak-anak percabangan sungai yang dimaksud antara lain. Sungai Catut, Sungai Boto dan lain sebagainya.

Berdasarkan batas wilayah penyebarannya berbeda antara batas administrasi Kabupaten Tulungagung dengan batas penyebaran daerah tangkapan (*Catchment Area*) air hujannya pada sistem Sub DAS yang ada. Khususnya pada 2 (dua) Sub DAS yaitu pada sistem Sub DAS Ngrowo/Ngasinan ekosistemnya yang mempengaruhi mencakup 3 wilayah kabupaten yaitu Tulungagung, Trenggalek dan Ponorogo. Sedang pada sistem Sub DAS Lahar pengaruh ekosistemnya mencakup 3 wilayah kabupaten yaitu Tulungagung, Blitar dan Kediri. Berdasarkan kenampakan karakteristik fisiknya pada Sistem DAS. Sub DAS di Kabupaten

Tulungagung, secara umum dapat dibedakan menjadi daerah bagian hulu dan daerah bagian hilir. Daerah bagian hulu di Kabupaten Tulungagung menempati kawasan perbukitan/pegunungan dan lereng tenggara Gunung Wilis. Kawasan ini mempunyai peranan embung/bendung, waduk, tandon air dan lain sebagainya. Sedangkan pada bagian daerah hilir, secara umum menempati daerah dataran rendah/daerah muara sungai yang merupakan daerah pemanfaatan dan penataan air oleh aktivitas kegiatan manusia.

Dari 22 DAS super prioritas di Indonesia, salah satu di antaranya adalah DAS Brantas. Lahan kering di DAS Brantas bagian hulu didominasi oleh lahan kering berkapur yang merupakan daerah perbukitan dan berbahan induk batuan kapur. Penyebarannya berada di bagian selatan sungai Brantas dengan ketinggian tempat rata-rata di bawah 500 mdpl. Jenis tanah yang dominan adalah *lithic troporthent* dengan kemiringan lahan berkisar antara 15-30%. Tingkat kerusakan tanah dan sifat fisik tanah dikategorikan sedang, kesuburan tanah termasuk rendah, dan kandungan unsur fosfat dan bahan organik rendah sampai sangat rendah.¹⁶

Disini potensi air sangat besar peranannya dimanfaatkan secara optimal untuk memenuhi kebutuhan/keperluan irigasi, penyediaan air baku untuk minum, industri, perikanan dan lain sebagainya. Disamping pemanfaatan tersebut dalam rangka penataan air banyak dilaksanakan program. Program/kegiatan kegiatan pembangunan seperti pengembangan

¹⁶ Aman Djauhari, Amiruddin Syam, "Sistem Pengelolaan Lahan Kering di Daerah Aliran Sungai Brantas bagian Hulu" Jurnal FAE. Vol.14 1 Juli 1996, hlm 25

jaringan irigasi, pekerjaan normalisasi saluran, pembuatan tanggul sungai, pembuatan pelengsengan dan lain sebagainya.

Di Kabupaten Tulungagung dapat dibedakan berbagai lapisan pembawa air Ketergantungan terhadap sumber air tanah ini, di Kabupaten Tulungagung masih tinggi, karena pasokan (distribusi) air dari sumber air permukaan/PDAM belum dapat memenuhi kebutuhan. Selama ini sumber air tanah dapat dimanfaatkan tau dibutuhkan sebagai sumber penyediaan air oleh berbagai pihak seperti penduduk, perkantoran, industri, pertanian dan lain sebagainya

Peraturan Pemerintah No.20 tahun 1990 mengelompokkan kualitas air menjadi beberapa golongan menurut peruntukannya. Nilai kualitas air dari masing-masing golongan ditunjukkan sebagai berikut.

- Golongan A, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung, tanpa pengolahan terlebih dahulu.
- Golongan B, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air baku air minum
- Golongan C, yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.
- Golongan D, yaitu air dapat digunakan untuk keperluan pertanian, usaha diperkotaan, industri, dan pembangkit listrik tenaga air.¹⁷

¹⁷ Hefni Effendi, "*Telaah Kualitas Air Bagi Pengolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*", (Penerbitan KANISIUS, Yogyakarta, 2003) hlm. 14

B. Biomonitoring

Biomonitoring dapat diartikan sebagai suatu teknik penggunaan respon makhluk hidup (organisme) secara sistematis untuk mengevaluasi perubahan – perubahan kualitas lingkungan. Biomonitoring menggunakan pengetahuan tentang ekosistem untuk memantau kondisi lingkungan, teknik ini bertujuan menggambarkan kondisi lingkungan dengan organisme tertentu. Penggunaan indikator fisik dan kimia dalam monitoring terhadap lingkungan bersifat dinamis (cenderung berubah) dari kurun waktu relatif lama dengan teknik pengukuran yang relatif lebih mudah. Biomonitoring dapat digunakan untuk memprediksi bahkan mengetahui dampak yang lebih luas akibat pencemaran udara, air dan tanah sehingga menjadi landasan dalam pengembangan dan pengelolaan lingkungan.¹⁸

Penelitian pada skripsi ini menggunakan biomonitoring untuk meninjau kualitas air dengan fokus kepada makrozoobentos yang akan digunakan sebagai parameter utama biotik dan juga faktor abiotik sebagai data pendukung untuk memantau kondisi lingkungan perairan. Terdapat banyak jenis biomonitoring berdasarkan minat komunitas pakar, namun pada penelitian ini jenis biomonitoring yang digunakan adalah *Bioassessments Study*. *Bioassessments Study* merupakan biomonitoring yang mengkaji kehidupan suatu komunitas termasuk fungsi dan struktur komunitas. *Bioassessments Study* mengkarakterisasi struktur komunita

¹⁸ Husamah Abdulkadir Rahardjanto, “*Bioindikator (Teori dan Aplikasi dalam Biomonitoring)*”, (Penerbit UMM Press, Malang, 2019) hlm. 1

(yaitu keragaman dan toleransi terhadap polusi). Hal ini merupakan termasuk mengukur indicator kualitas air seperti kondisi habitat, maupun serangga akuatik (makrozoobentos). Dalam konteks perairan *Bioassessments Study* mengacu pada proses mengevaluasi kondisi lingkungan darat maupun keragaman organisme yang menghuni perairan.¹⁹

C. Dasar dan Konsep Bioindikator

Salah satu cara yang digunakan untuk memantau perubahan yang terjadi dalam suatu komunitas atau ekosistem adalah pemanfaatan bioindikator. Bioindikator adalah organisme yang dapat memberikan informasi tentang suatu kondisi lingkungan atau sebagian dari organ lingkungan, yang digunakan untuk menjelaskan pengaruh perubahan lingkungan pada skala ruang dan waktu ataupun kondisi lingkungan sehingga sering digunakan sebagai indikator tekanan lingkungan yang bersifat antropogenik.

Lebih lanjut, bioindikator didefinisikan sebagai spesies atau kelompok spesies yang secara cepat dapat menggambarkan kondisi lingkungan baik abiotik maupun biotik atau menggambarkan dampak perubahan lingkungan dari sebuah habitat, komunitas atau ekosistem atau mengindikasikan keragaman dari kelompok takson, atau keragaman secara keseluruhan di dalam suatu kawasan.

¹⁹ Ibid., hlm 2

Pada saat ini penggunaan bioindikator menjadi sangat penting untuk memperlihatkan hubungan antara lingkungan biotik dengan non-biotik. Bioindikator atau indikator ekologis merupakan taksa atau kelompok organisme yang sensitif dan dapat dijadikan petunjuk bahwa mereka dipengaruhi oleh tekanan lingkungan akibat dari kegiatan manusia.

Suatu organisme akan berkembang secara optimal pada kondisi lingkungan yang ideal. Komponen ekosistem yang tidak normal berdampak pada perubahan mekanisme kerja pada suatu organisme. Timbulnya variasi dalam suatu populasi tergantung pada sensitifitasnya terhadap fluktuasi perubahan lingkungan, yakni interaksi antar jenis yang ada. Setiap jenis akan menunjukkan efek yang berbeda dalam menanggapi suatu kompetisi, dan biodiversitas yang meningkat pada suatu komunitas akan sangat mendukung terwujudnya stabilitas komunitas tersebut.

Bioindikator adalah organisme yang menunjukkan sensitivitas atau toleransi terhadap kondisi lingkungan sehingga memungkinkan untuk digunakan sebagai alat penilai kondisi lingkungan. Spesies indikator adalah spesies yang memiliki amplitudo terhadap satu atau beberapa pengaruh faktor lingkungan yang sempit.

Bioindikator dalam penerapan di lapangan dapat dikelompokkan ke dalam tiga kategori yaitu²⁰:

²⁰ Husamah Abdulkadir Rahardjanto, “*Bioindikator (Teori dan aplikasi dalam Biomonitoring)*”, (UMM Pers, Malang, 2019) hlm 25

1. Indikator Lingkungan

Indikator lingkungan adalah spesies atau kelompok spesies yang tanggap terhadap kondisi lingkungan yang rusak atau perubahan kondisi lingkungan. 12 Organisme ini dapat digunakan untuk menduga dan memantau perubahan kondisi lingkungan. Indikator lingkungan dibagi lagi menjadi lima yaitu *sentinels* (organisme peka yang dapat diaplikasikan di lapangan sebagai alat peringatan dini), detektor (spesies yang secara alamiah terkait dan menunjukkan respons biologis terukur terhadap perubahan lingkungan), eksploiter (kehadiran spesies ini memberikan informasi tentang kemungkinan adanya pencemaran dan gangguan pada lingkungan), akumulator (organisme yang mampu menyerap dan mengakumulasi bahan kimia di dalam tubuh sehingga memberikan informasi tentang tingkat pencemaran yang memapar), dan *bioassay organisms* (organisme yang digunakan sebagai reagen untuk mendeteksi pencemaran atau toksisitas di lingkungan)

2. Indikator Ekologis

Indikator ekologis yaitu karakteristik takson atau kelompok yang sensitif untuk mengidentifikasi faktor tekanan lingkungan, yang menggambarkan pengaruh dari tekanan-tekanan ini terhadap biota dan respons tersebut diwakili oleh sedikit takson yang ada pada habitat tersebut sekaligus memonitor pengaruh penyebab tekanan terhadap perubahan kondisi biota dalam jangka Panjang.

3. Indikator Keanekaragaman Hayati

Indikator keanekaragaman hayati adalah kelompok takson atau kelompok fungsional dimana keanekaragaman hayati tersebut dapat menggambarkan beberapa ukuran tentang keanekaragaman hayati (kekayaan spesies, kekayaan sifat dan endemisitas) takson di atasnya dalam sebuah habitat atau kelompok 13 habitat, sehingga fungsinya dapat digunakan untuk mengidentifikasi keanekaragaman hayati ataupun memantau perubahan keanekaragaman hayati. Indikator biodiversitas dapat dibedakan menjadi tiga kelompok yaitu kelompok referensi, kelompok kunci dan kelompok *focal*.

D. Makrozoobentos

Makrozoobentos adalah organisme yang hidup pada dasar perairan yang digunakan sebagai indikator pencemaran perairan, karena keberadaan organisme tertentu dapat berasal dari penyesuaian terhadap kondisi lingkungan, sebagai akibat dari hubungan timbal balik antara organisme tersebut dengan sumber pencemaran, baik pencemar organik, anorganik dan logam berat. Bentos dapat dibedakan berdasarkan ukurannya menjadi:²¹

1. Makrozoobentos

Organisme yang hidup di dasar perairan berukuran lebih dari 1,0 mm dan berdasarkan letaknya dibedakan menjadi infauna dan epifauna, dimana infauna adalah kelompok makrozoobentos yang hidup terpendam dibawah

²¹ Itsna Fauziyyah, "Keanekaragaman Makroinvertebrata sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Waduk Wonorejo Kecamatan Pagerwojo Kabupate Tulungagung" (Skripsi Biologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malanh, 2012) hlm. 16

lumpur, sedangkan epifauna adalah kelompok makrozoobentos yang hidup di permukaan substrat.

2. Mesobentos

Organisme yang mempunyai ukuran 0,1 -1,0 mm, misalnya golongan protozoa yang berukuran besar (*Cidaria*), cacing yang berukuran kecil dan *Crustaceae* yang sangat kecil.

3. Mikrobentos

Organisme yang mempunyai ukuran kurang dari 0,1 milimeter, misalnya protozoa. Daya tahan dan adaptasi bentos berbeda-beda anatar jenis yang satu dengan yang lainnya, yaitu ada yang tahan terhadap keadaan perairan setempat, tetapi ada pula yang tidak tahan sehingga keberadaan bentos tertentu dapat dijadikan petunjuk dalam menialai kualitas perairan tersebut.

E. Makrozoobentos Sebagai Penentu Kualitas Air

Penggunaan makrozoobenthos sebagai indikator kualitas perairan dinyatakan dalam bentuk indeks biologi. Kemudian oleh para ahli biologi perairan, pengetahuan ini dikembangkan, sehingga perubahan struktur dan komposisi organisme perairan karena berubahnya kondisi habitat dapat dijadikan indikator kualitas perairan. Penelitian kualitas perairan, pengukuran keanekaragaman jenis organisme sering lebih baik dari pada pengukuran baha-bahan organik secara langsung. Makrozoobentos sering dipakai untuk menduga ketidakseimbangan lingkungan fisik, kimia dan biologi perairan. Perairan yang tercemar akan mempengaruhi kelangsungan

hidup organisme makrozoobentos karena makrozoobentos merupakan biota air yang mudah terpengaruh oleh adanya bahan pencemar, baik bahan pencemar kimia maupun fisik. Makrozoobentos pada umumnya tidak dapat bergerak dengan cepat dan habitatnya di dasar yang umumnya tempat bahan tercemar. Makrozoobentos pada umumnya tidak dapat bergerak dengan cepat dan habitatnya di dasar yang umumnya tempat bahan tercemar, perubahan sifat substrat dan penambahan pencemaran akan berpengaruh terhadap kelimpahan dan keanekaragaman. Maka dari itu makrozoobentos digunakan sebagai bioindikator kualitas perairan yang sering digunakan peneliti untuk mengetahui kualitas air suatu perairan.

Selain itu faktor lain yang mendasari penggunaan bentos sebagai organisme indikator kualitas perairan adalah karena sifat bentos yang relatif diam atau memiliki mobilitas yang rendah sehingga sangat banyak mendapat pengaruh dari lingkungan, baik yang tergolong dalam kriteria parameter kualitas perairan maupun bukan parameter kualitas perairan. Dengan demikian, penggunaan bentos sebagai indikator akan mempermudah dalam penafsiran tentang keadaan lingkungan perairan.²²

²² Lufti Nurul Rosyidah, *Analisis Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Sungai Brantas di Daerah Industri Pabrik Tahu Kabupaten Kediri Sebagai Sumber Belajar Biologi*, (Malang, Universitas Muhammadiyah Malang, 2019) hlm : 17-19

Tabel 2.1 Daya Toleransi Makrozoobentos Indikator Kualitas Air

Tingkat Cemar	Makrozoobentos Indikator
Tidak Tercemar	<i>Tricoptera</i> (<i>Sericosmatidae</i> , <i>Lepidosmatidae</i> , <i>Glossomatidae</i>) : <i>Plamaria</i>
Tercemar Ringan	<i>Placeptera</i> (<i>Perlidae</i> , <i>Peleodidae</i>) <i>Ephemeroptera</i> (<i>Leptophlebiidae</i> , <i>Pseudocloeon</i> , <i>Ecdyonuridae</i> , <i>Cacbidae</i>) <i>Trichoptera</i> (<i>Hydropschydae</i> , <i>Psychomyidae</i>) <i>Odonata</i> (<i>Gomphidae</i> , <i>Plaryncmatidae</i> , <i>Agriidae</i> , <i>Aeshnidae</i>) <i>Coleoptera</i> (<i>Elmintihdae</i>)
Tercemar Sedang	<i>Mollusca</i> (<i>Pulmonata</i> , <i>Bivalvia</i>) <i>Crustacea</i> (<i>Gammaridae</i>) <i>Odonata</i> (<i>Libellulidae</i> , <i>Cordulidae</i>)
Tercemar	<i>Hirudinae</i> (<i>Glossiphonidae</i> , <i>Hirudinae</i>): <i>Hemiptera</i>
Tercemar Agak Berat	<i>Oligochaeta</i> (<i>Ubifieidae</i>) <i>Diptera</i> (<i>Chironomus thummi-plumosus</i>) <i>Syrphidae</i>
Sangat Tercemar	Tidak Terdapat Makrozoobentos

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 apabila kondisi lingkungan melebihi batas toleransinya biota

tersebut akan mati. (3) Hidup sesil (bentik) dan (4) tidak mudah bermigrasi.²³

F. Faktor Abiotik

Faktor abiotik sangat mempengaruhi kehidupan makrozoobentos dikarenakan dapat mempengaruhi kondisi lingkungan yang sedang ditinggalkannya sifat kimia-fisika perairan sangat penting dalam ekologi. Oleh karena itu selain melakukan pengamatan terhadap faktor biotik seperti makrozoobentos, perlu juga dilakukan pengamatan faktor abiotik perairan. Dengan mempelajari aspek saling ketergantungan antara organisme dengan faktor abiotiknya maka akan diperoleh gambaran tentang kualitas suatu perairan. Adapun beberapa faktor abiotik tersebut adalah sebagai berikut.

a) pH

pH atau derajat keasamaan merupakan nilai intensi keasamaan atau kebasaaan dari suatu zat yang merupakan suatu ekspresi dari konsentrasi ion hidrogennya (H^+). pH merupakan salah satu indikator kualitas air yang sangat penting dan berpengaruh langsung terhadap pengaturan system enzim pada organisme perairan.²⁴ Pengukuran pH sangat penting dilakukan karena banyak reaksi kimia dan biokimia yang terjadi pada tingkah pH. Nilai pH menunjukkan derajat keasamaan atau kebasaaan suatu perairan.

²³ Lia Himatul Maula, *Keaneragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Cokro Malang*, (Malang. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2018) hlm 28-29

²⁴ Hendrik V.A, dkk., "Analisis Struktur Komunitas Makroalga Ekonomis Penting di Perairan Internal Manokwari, Papua Barat," *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan* Vol.8 No.1, Mei 2017, hlm. 33

Nilai pH yang ideal bagi kehidupan organisme akuatik pada umumnya terdapat antara 7 anara 8.5. kondisi perairan yang sangat basa maupun asam akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya metabolisme dan respirasi.²⁵

b) Suhu

Kelarutan berbagai jenis gas didalam air serta semua aktivitas biologis dan fisiologis didalam ekosistem sangat dipengaruhi oleh suhu. Perubahan suhu pada lingkungan akan mengganggu kehidupan hewan air dan mikroorganisme lainnya. Kenaikan suhu air akan menimbulkan beberapa akibat seperti penurunan jumlah oksigen yang terlarut didalam air, meningkatkan kecepatan reaksi kimia, apabila batas suhu yang mematikan terlampaui, ikan dan hewan air lainnya akan mati. Batas toleransi hewan terhadap suhu tergantung kepada spesiesnya, umumnya suhu diatas 30° C dapat menekan pertumbuhan populasi hewan bentos.²⁶

c) Substrat Dasar

Susunan substrat dasar penting bagi organisme yang hidup di zona dasar seperti bentos, baik pada air diam maupun pada air yang mengalir. Karena jenis bentos sangat dipengaruhi oleh jenis substrat alami dan pergerakan air didanau. bahan organik utama yang terdapat didalam air adalah asam amino, protein, karbohidrat dan lemak. Komponen lain seperti asam organik, hidrokarbon, vitamin dan hormone juga ditemukan

²⁵ Tiorinse Sinaga, "*Keanekaragaman Makroobentos sebagai indikator kualitas perairan danau Toba Balige Kabupaten Toba Samosir*", (Tesis Universitas Sumatera Utara 2009) hlm 33

²⁶ Ibid., hlm 30

diperairan, tetapi hanya 10% dari material organik tersebut yang mengendap sebagai substrat dasar perairan. Substrat batu menyediakan tempat bagi spesies yang melekat sepanjang hidupnya, juga digunakan oleh hewan yang bergerak sebagai tempat perlindungan dari predator. Substrat yang halus seperti lumpur, pasir dan tanah liat menjadi tempat makanan dan perlindungan bagi organisme yang hidup didasar perairan. Substrat dasar yang berupa batu-batu pipih dan batu kerikil merupakan lingkungan hidup yang baik bagi makrozoobentos, namun dasar perairan yang berupa pasir dan sedimen halus merupakan lingkungan hidup yang kurang baik bagi makrozoobentos.²⁷

d) TDS (*Total Dissolved Solid*)

Zat Padat Terlarut adalah seluruh kandungan partikel baik berupa bahan organik maupun anorganik yang terlarut dalam air. Bahan-bahan tersuspensi dan terlarut pada perairan alami tidak bersifat toksik, akan tetapi jika berlebihan dapat meningkatkan kekeruhan selanjutnya akan menghambat penetrasi cahaya matahari ke kolom air dan akhirnya akan berpengaruh terhadap proses fotosintesis di perairan. Perbedaan pokok antara kedua kelompok zat ini ditentukan melalui ukuran/diameter partikel-partikelnya. Secara natural, tanah maupun bebatuan memiliki kandungan mineral yang beragam. Jika air mengalir melalui tanah dan bebatuan, maka air akan ikut membawa muatan partikel tersebut secara alami. Hal ini juga berlaku jika air tersebut mengalir pada kawasan yang

²⁷ Ibid., hlm 36

tercemar limbah. Baik itu limbah rumah tangga, maupun limbah industri. Sehingga, otomatis partikel-partikel yang terkandung dalam limbah akan ikut terbawa. Kandungan TDS (mg/L) jika kurang dari 300 dapat dikatakan bagus sekali, 300-600 dikatakan baik, 600-900 dikatakan bisa diminum, 900-1.200 dikatakan buruk dan 900-1.200 dikatakan berbahaya.²⁸

e) Kecepatan Arus

Kecepatan arus penting diamati sebab merupakan faktor pembatas kehadiran organisme didalam sungai. Arus merupakan faktor pembatas karena akan menghempaskan organisme, arus juga mempengaruhi jenis dan sifat organisme. Arus juga faktor penyebaran gas-gas vital, garam-garam dan kandungan lainnya.²⁹

G. Bahan Ajar Buku Petunjuk Praktikum

a. Pengertian Bahan Ajar

Bahan ajar merupakan adalah informasi, alat dan teks yang dibutuhkan guru/instructor untuk perencanaan dan penelaahan impenetasi pembelajaran.³⁰ Bahan ajar adalah bahan-bahan atau materi pelajaran yang disusun secara sistematis, yang dimanfaatkan oleh guru/instructor serta dalam

²⁸ Background document for development of WHO *Guidelines for Drinking-water Quality*, “ *Total dissolved solids in Drinking-water*” WHO/SDE/WSH/03.04/16 (World Health Geneva, 1996) hlm. 2

²⁹ Agoes Soegianto, *Ekologi Perairan Tawar*, (Airlangga University Press, Surabaya, 2010), hlm. 9

³⁰ Andi Prastowo, *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*, (Jogjakarta Diva Press, 2011) hlm. 17

proses kegiatan belajar mengajar.³¹ Beberapa pandangan tentang pengertian bahan ajar tersebut, selanjutnya dapat disimpulkan bahwa bahan ajar adalah segala bahan baik berupa informasi, alat maupun teks yang disuse secara sistematis yang digunakan dalam kegiatan belajar mengajar dengan harapan peserta didik mampu mempelajari kompetensi dasar yang sistematis sehingga tercapainya tujuan pembelajaran.

b. Pengertian Buku Petunjuk Praktikum

Petunjuk Praktikum merupakan petunjuk yang harus diikuti oleh semua para praktikum yang akan melaksanakan praktik. Petunjuk praktikum tersebut bertujuan untuk membantu praktikan disaat praktik berlangsung. Agar praktikum tersbut dapat berjalan sesuai dengan apa yang diharapkan, maka penunjuk praktikum harus dibaut sesuai dengan materi yang diajarkan. Tempat Pelaksanaan Praktikum meliputi Laboratorium, Bengkel Kerja, Bengkel teater, Studio, Rumah Sakit, Pasar, Ruang Kelas, Lapangan,dll. Ketentuan dalam Petunjuk Praktikum meliputi Indikator/Tujuan, Prosedure, Tolak Ukur, Metode, Alat dan Bahan dan evaluasi. ³² Buku petunjuk praktikum adalah buku panduan pelaksanaan kegiatan belajar dalam praktikum yang memanfaatkan segala hal yang terdapat di sekitar peserta didik sebagai sumber belajarnya.³³ Buku petunjuk praktikum adalah fasilitas dalam kegiatan laboratorium yang sudah ada sejak lama, digunakan untuk instruksi atau informasi yang disajikan dalam bentuk tulisan agar peserta didik (praktikan) dapat bekerja secara mandiri (baik individu maupun

³¹ Ibid.,

³² Panduan pembuatan penuntun praktikum, Universitas Lampung, 2019

³³ P. Ananyara, Hariyanto, *Pengembangan ...*, hlm. 17

kelompok) dalam melangsungkan prosedur percobaan untuk mencapai tujuan percobaan tersebut.³⁴ Buku petunjuk praktikum bertujuan untuk membantu peserta didik dalam melaksanakan praktikum sehingga pembelajaran lebih terarah. Buku petunjuk praktikum dimanfaatkan sebagai panduan langkah kerja baik dilaboratorium maupun dilapangan bagi peserta didik maupun bagi pengajar.

c. **Karakteristik Buku Petunjuk Praktikum**

Menurut Dikmenjur, pengembangan buku petunjuk praktikum harus memperhatikan karakteristik buku petunjuk praktikum, agar dapat menghasilkan buku petunjuk praktikum yang mampu meningkatkan motivasi belajar peserta didik. Adapun karakteristik buku petunjuk praktikum tersebut adalah sebagai berikut.³⁵

1) Self instruction

Self instruction yaitu karakter yang memungkinkan peserta didik dapat belajar mandiri tanpa bantuan dari pihak lain. Karakter ini merupakan karakter yang paling penting, dengan demikian agar dapat memenuhi karakter tersebut, maka buku petunjuk praktikum harus:

- a) Memuat tujuan pembelajaran yang jelas
- b) Memuat materi pembelajaran atau dasar teori, sehingga memudahkan peserta didik untuk mempelajarinya
- c) Dilengkapi dengan contoh dan ilustrasi yang mendukung kejelasan materi pembelajaran tersebut.

³⁴ Widodo, *Panduan Menyusun Penuntun Praktikum*, (Jakarta, EMK, 2008) hlm.36

³⁵ Ibid., hlm 72

- d) Terdapat latihan soal, bahan diskusi dan sejenisnya yang dapat mengukur kemampuan peserta didik
- e) Kontekstual, yaitu materi yang sedang dibahas berhubungan dengan suasana, konteks kegiatan atau tugas dan lingkungan peserta didik.
- f) Menggunakan bahasa yang tidak terlalu rumit, sehingga mudah dipahami,
- g) Terdapat rangkuman materi pelajaran.
- h) Terdapat instrumen penilaian, yang memungkinkan peserta didik dapat menilai sendiri hasil pekerjaannya (*self assessment*).
- i) Terdapat umpan balik (*feedback*) atas penilaian peserta didik, sehingga dapat diketahui sudah sampai mana tingkat penguasaan materinya
- j) Terdapat informasi daftar rujukan/pengayaan/referensi yang mendukung materi pembelajaran yang sedang dibahas.

2) *Self contained*

Self contained yaitu apabila materi pembelajaran yang dibutuhkan semuanya telah termuat dalam buku petunjuk praktikum tersebut secara utuh dan terpadu. Tujuannya agar peserta didik dapat mempelajari materi tersebut secara tuntas sebelum melakukan kegiatan praktikum, sehingga tujuan praktikum dapat dicapai dengan baik.

3) *Stand alone (berdiri sendiri)*

Stand alone yaitu karakter buku petunjuk praktikum yang tidak tergantung dengan bahan ajar/media ajar lainnya atau tidak harus digunakan bersamaan dengan bahan ajar/media ajar lainnya. Peserta didik dengan demikian tidak perlu mencari bahan ajar lain untuk mempelajari,

melaksanakan atau mengerjakan tugas pada buku petunjuk praktikum tersebut. Cukup menggunakan buku petunjuk praktikum itu saja.

4) Adaptif

Adaptif yaitu karakter buku petunjuk praktikum yang hendaknya memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Suatu buku petunjuk praktikum dikatakan adaptif apabila dapat menyesuaikan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, fleksibel/luwes jika digunakan di berbagai perangkat keras (*hardware*).

5) User Friendly (bersahabat)

User friendly yaitu karakter buku petunjuk praktikum dimana setiap instruksi atau penjelasan materinya bersifat membantu dan bersahabat dengan penggunaannya termasuk kemudahan dalam mengakses dan merespon sesuai dengan keinginan. Penggunaan bahasa yang tidak terlalu rumit, komunikatif, dan istilah-istilah yang sering digunakan merupakan salah satu bentuk *user friendly*.

d. Komponen Buku Petunjuk Praktikum

Adapun komponen- komponen yang harus ada dalam buku petunjuk praktikum adalah sebagai berikut.³⁶

- 1) Judul praktikum harus singkat, padat, jelas dan dapat merepresentasikan secara umum kegiatan praktikum yang akan dilaksanakan. Judul praktikum disusun sesuai dengan materi yang akan dipraktikkan.

³⁶ Rezki M.N., *Panduan Pembuatan Modul Praktikum*, (Banjarbaru: Buku Elektronik, (2015), hlm. 1.

- 2) Dasar teori adalah teori yang mendasari atau materi yang berhubungan dengan praktikum yang akan dilaksanakan. Berfungsi untuk memberikan informasi dan wawasan pengetahuan berfikir, sehingga mempermudah peserta didik dalam melaksanakan dan mencapai tujuan praktikum.
- 3) Tujuan praktikum yaitu gambaran hal yang akan dilaksanakan, dibuktikan, diuji atau dipelajari selama kegiatan praktikum.
- 4) Alat dan bahan adalah komponen daftar alat dan bahan yang akan digunakan selama kegiatan praktikum.
- 5) Prosedur kerja adalah langkah-langkah yang harus diikuti atau dilaksanakan ketika kegiatan praktikum berlangsung. Dapat berupa poin-poin maupun uraian.
- 6) Tabel hasil pengamatan berisikan tabel yang berfungsi untuk mencatat data yang diperoleh dari kegiatan praktikum yang telah dilaksanakan.
- 7) Diskusi adalah pertanyaan-pertanyaan atau latihan soal yang berfungsi untuk menguji kemampuan peserta didik setelah melakukan kegiatan praktikum, sehingga dapat diketahui sampai mana tingkat pemahamannya.
- 8) Refleksi adalah aktivitas peserta didik berupa pemberian umpan balik (*feedback*) setelah melakukan kegiatan praktikum, hal ini dapat diisi dengan pesan, kesan setelah melakukan kegiatan tersebut dan uraian mengenai hasil praktikum apakah sudah sesuai dengan teori dan pembelajaran sebelumnya.
- 9) Daftar rujukan adalah daftar yang berisikan rujukan-rujukan atau referensi yang digunakan selama kegiatan praktikum.

e. **Manfaat Buku Petunjuk Praktikum**

Buku petunjuk praktikum mempunyai banyak manfaat, dapat ditinjau dari sudut pandang peserta didik dan guru. Adapun manfaat buku petunjuk praktikum bagi peserta didik antara lain:

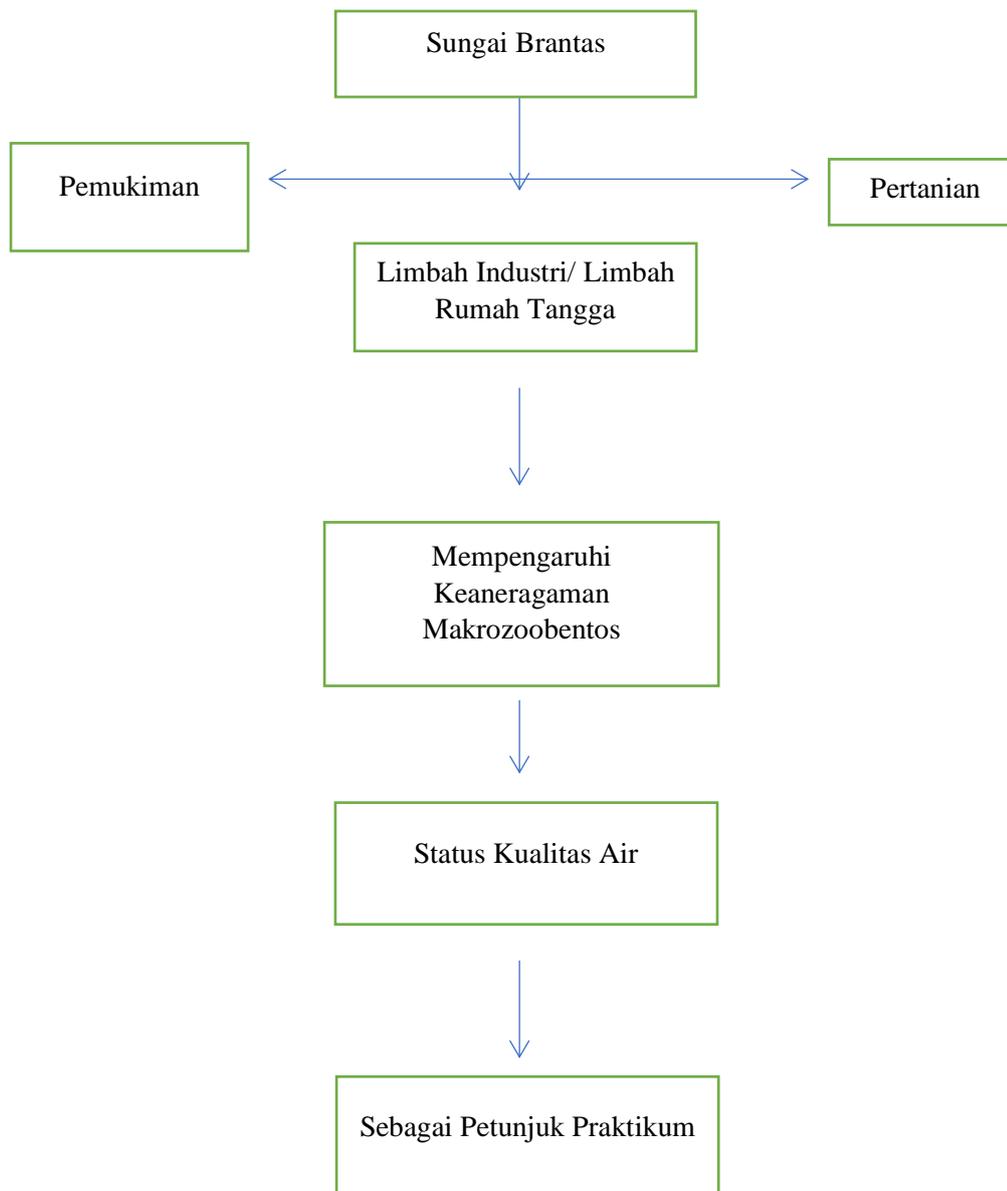
- 1) Melatih peserta didik bekerja sesuai prosedur ilmiah untuk mendapatkan pengetahuan, keterampilan dan nilai ilmiah.
- 2) Membantu dan menuntut peserta didik untuk belajar secara mandiri, kontinu dan terarah.
- 3) Pembelajaran lebih menarik, karena dapat dilakukan di luar kelas dan tidak monoton di dalam kelas saja.
- 4) Mengembangkan kemampuan proses sains peserta didik.
- 5) Memiliki kesempatan untuk menguji kemampuan diri melalui pengerjaan latihan soal yang terdapat dalam buku petunjuk praktikum.
- 6) Mengeksplor kemampuan peserta didik untuk berinteraksi dengan lingkungan dan memanfaatkannya sebagai sumber belajar.
- 7) Memperoleh pengetahuan melalui kegiatan yang dilakukan secara nyata, tidak hanya melalui teori dari buku saja.

Sedangkan manfaat buku petunjuk praktikum bagi pendidik antara lain:

- 1) Mengembangkan bahan ajar, karena tidak monoton hanya menggunakan buku teks saja.
- 2) Memperluas wawasan pengetahuan karena dalam penyusunannya memanfaatkan berbagai macam referensi.

- 3) Mengasah kemampuan dan kekreatifan dalam menyusun bahan ajar yang menarik.
- 4) Membangun komunikasi secara efektif dengan peserta didik karena pembelajaran tidak harus berlangsung dengan bertatap muka.

H. Kerangka Berfikir



Gambar 2.1 : Bagan Kerangka Berfikir

Seperti yang telah tertulis pada bagan sederhana diatas, Sungai Brantas merupakan sungai terpanjang kedua dipulau jawa setelah Bengawan Solo. Sungai brantas mengalir melalui banyak kabupaten dari mulai kabupaten Sidoarjo sampai kabupaten Tulungagung. Potensi sungai brantas menjadi peranan yang dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat sekitar untuk memenuhi kebutuhan/keperluan irigasi, penyediaan air baku untuk minum, industri perikanan dan juga perternakan. Berbagai macam aktivitas manusia juga mempengaruhi kualitas air di sungai Brantas. Limbah dan juga buangan lainnya juga tak lepas oleh kegiatan manusia yang menjadikan sungai Brantas menjadi salah satu tempat pembuangan. Perilaku dari masyarakat sekitas Daerah Aliran Sungai seperti membuang sampah sembarangan, membangun rumah berdekatan dengan sepadan sungai hingga membuang limbah rumah tangga secara lang-sung ke sungai memberikan dampak. Terhadap kualitas air sungai.

Makrozoobentos merupakan organisasi yang hidup pada dasar perairan yang digunakan sebagai indikakor pencemaran perairan, keberadaan organisme ini dapat berasal dari penyesuaian terhadap kondisi lingkungan, sebagai akibat dari hubungan timbal balik antara organisme dengan sumber pencemaran baik pencemaran organik, anorganik, maupun logam berat. Namun sejauh ini belum banyak penelitian mengenai kondisi kualitas air sungai Brantas dengan menggunakan bioindikator yaitu makrozoobentos. Selain itu, buku petunjuk praktikum mengenai

biomonitoring dengan menggunakan makrozoobentos pada mata kuliah Ekologi di IAIN Tulungagung dirasa masing sangat kurang. Sehingga perlu adanya buku petunjuk praktikum lapangan mengenai biomonitoring.

Berdasarkan faktor tersebut, maka dilakukanlah penelitian mengenai analisis kualitas perairan sungai Brantas di Tulungagung dengan metode biomonitoring sebagai buku petunjuk praktikum mata kuliah Ekologi. Hasil output dari penelitian ini adalah buku petunjuk praktikum yang nantinya akan digunakan sebagai salah satu media pembelajaran Ekologi di kampus IAIN Tulungagung.

I. Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Penelitian yang dilakukan oleh Joko Widyanto dengan judul “Biomonitoring Kualitas air Sungai Madiun dengan Biondikator Makroinvertebrata” . Metode yang dilakukan dalam penentuan lokasi sampling adalah “*Purpose Random Sampling*” dengan terdapat 4 stasiun ditempat penelitian. Hasil dari penelitian tersebut ditemukan pada stasiun 1 ditemukan 150 spesies dengan FBI=6,58, yang artinya termasuk kategori kualitas air buruk, dengan tingkat pencemaran terpolusi sangat banyak, pada stasiun 2 ditemukan 279 spesies dengan FBI=6,49, yang artinya termasuk kategori kualitas air sangat buruk, dengan tingkat pencemaran terpolusi sangat banyak, pada stasiun 3 ditemukan 342 spesies dengan FBI=6,64, yang artinya termasuk kategori kualitas air buruk, dengan

tingkat pencemaran terpolusi sangat banyak dan pada stasiun 4 ditemukan 51 spesies dengan FBI=6,58, yang artinya termasuk kategor kualitas air buruk, dengan tingkat pencemaran terpolusi sangat banyak. Dari data sampel hewan makroinvertebrata yang ditemukan tersebut di atas terdiri dari 13 famili yang sebagian besar adalah makroinvertebrata yang tahan terhadap pencemaran.³⁷

2. Penelitian yang dilakukan oleh Stevi Mardani M dengan judul “*Studi Kualitas air sungai Bone dengan Metode Biomonitoring*” .Metode yang dilakukan adalah menggunakan pendekatan deskriptif yaitu memberi gambaran tentang kualitas air Sungai Bone dengan metode biomonitoring untuk setiap stasiun. Data hasil penelitian ini dianalisis secara kuantitatif menggunakan program *Microsoft excel* dalam penyajian tabel identifikasi makroinvertebrata, dan paduan dalam mengidentifikasi makroinvertebrata dan nilai indeksnya. Hasil penelitian tersebut Hasil pengukuran parameter fisik dan kimia, jenis makroinvertebrata yang paling banyak ditemukan pada setiap stasiun adalah famili *Thiaridae*, yang termasuk dalam makroinvertebrata tahan pencemaran. Dapat disimpulkan bahwa kualitas air Sungai Bone sudah menunjukkan kondisi yang agak buruk. Hal ini disebabkan karena adanya kegiatan penambangan sirtu, dan aktivitas masyarakat yang tinggal di sekitaran aliran Sungai Bone.³⁸

³⁷ Joko Widiyanto, Ani Sulistayarsi “*Biomonitoring Kualitas Air Sungai Madiun dengan Bioindikator Makroinvertebrta*” Program Studi Pendidikan Biologi IKIP PGRI Madiun, 2012)

³⁸ Stevi Mardiani M. Maruru “*Studi Kualitas Air Sungai Bone dengan Metode Biomonitoring*” (Gorontalo, Skripsi Tidak diterbitkan, 2012) hlm 1-12

3. Jurnal penelitian yang dilakukan Diah Ari Dwitawati dengan judul “Biomonitoring Kualitas Air Sungai Gandong dengan Bioindikator Makroinvertebrata sebagai Bahan Petunjuk Praktikum pada pokok Bahasan Pencemaran Lingkungan SMP Kelas VII”. Metode penelitian dengan *purpose random sampling* dengan tiga stasiun dengan hasil penelitian mendapat 14 familia yaitu *Libe-llulidae*, *Erpobdellidae*, *Culicidae*, *Muscidae*, *Pyralidae*, *Hydropsychidae*, *Psephenidae*, *Chironomidae*, *Haplo-taxidae*, *Thiaridae*, dan *Physidae* dan validasi kelayakan petunjuk praktikum dengan nilai 88,3/ Layak.³⁹
4. Jurnal Penelitian yang dilakukan Gitasari Pramooedya dengan judul “Makrozoobentos untuk Biomonitoring Kualitas Air Tambak di Kawasan Budidaya Tambak”. Metode penelitian dengan *purpose sampling*. Penelitian ini menggunakan statisik *regresi Liniear stepwise* untuk mencari adanya pengaruh indeks keaneragaman dengan parameter pencemar maupun parameter substrat. Dengan hasil pengaruh hanya pada 4 parameter yaitu BOD, DO, N-Total dan Fosfat.⁴⁰
5. Penelitian skripsi yang dilakukan Lia Hikmatul Maula dengan judul “Keaneragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Cokro Malang”. Penelitian ini termasuk jenis deskriptif kuantitatif. Wilayah penelitian dibagi menjadi empat stasiun berbasarkan dengan

³⁹ Gitasari Ari Dwitawati, Ani Sulistyarsi, Jiko Widyanto “*Biomonitoring Kualitas Air Sungai Gandong Dengan Bioindikator Makroinvertebrata sebagai bahan petunjuk Praktikum pada pokok Bahasan Pencemaran Lingkungan SMP kelas VII*” (IKIP PGRI Madiun, 2015, Jurnal Florea Volume 2. No.1) hlm 1-26

⁴⁰ Gitasari Pramooedya dan Munawar Ali “*Makrozoobentos untuk Biomonitoring Kualitas Air Tambak Dikawasan Budidaya Tambak*” (Prodi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, 2017, Jurnal Envirotek Vol.9 No.1) hlm 1-28

tingkat pencemaran. Pengambilan sampel dengan *purpose sampling*. Hasil penelitian menunjukkan makrozoobentos yang ditemukan terdiri dari 10 famili yaitu Lymnaeidae, Hydropsychidae, Ohilopotamidae, Ghomphidae, Chironomidae, Heptageniidae, Chaenidae, Pyralidae, Thiridae dan Coenagrionidae. (Lia Hikmatul Maula, Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang, 2018)⁴¹

6. Penelitian Skripsi yang dilakukan Saiful Bahrul Alam dengan judul “Hubungan keanekaragaman Makrozoobentos dengan karakteristik perairan sungai Brantas desa Ngunut Kecamatan Ngunut Kabupaten Tulungagung sebagai bahan ajar cetak biologi SMA”. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah plot dan jenis penelitian deskriptif kuantitatif. Teknik pengambilan data atau sampel yaitu *purpose random sampling* dilakukan dengan menggunakan 3 stasiun yang berbeda dengan 3 kali pengulangan dan jarak antara masing-masing stasiun kurang lebih 1 km. hasil penelitian dari 3 stasiun yang berbeda keanekaragaman makrozoobentos yang ditemukan sebanyak 15 macam spesies makrozoobentos di perairan Brantas. *Sulcospira* adalah genus yang ditemukan paling banyak yaitu berjumlah 104 dan *Aristocypha* adalah jenis genus yang ditemukan paling sedikit yaitu berjumlah 1 dari Ketiga stasiun yang berbeda. Berdasarkan Indeks keanekaragaman Shanon-Wiener kualitas sungai Brantas di desa Ngunut

⁴¹ Lia Hikmatul Maula “Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Cokro Malang” (Malang. Skripsi Tidak diterbitkan, 2018) hlm 16-56

Kecamatan Ngunut Kabupaten Tulungagung adalah Setengah tercemar karena dari hasil perhitungan indeks keanekaragaman diperoleh nilai 1.61898 yaitu 1-3 menurut kriteria air berdasarkan Indeks Keanekaragaman.⁴²

Tabel 2.2 Persamaan dan Perbedaan Penelitian dengan Penelitian Terdahulu

No.	Nama/Judul/Tahun	Persamaan	Perbedaan
1	Joko Widyanto / Biomonitoring Kualitas air Sungai Madiun dengan Biodikator Makroinvertebrata/2012	a. Fokus penelitian adalah biomonitoring kualitas air b. Metode yang dilakukan dalam penentuan lokasi sampling adalah "Purpose Random Sampling"	a. Pengambilan sampel sebanyak empat stasiun
2	Stevi Mardani M /Studi Kualitas air sungai Bone dengan Metode Biomonitoring/2012	a. Fokus penelitian adalah kualitas air dengan biomonitoring	b. Data hasil penelitian ini dianalisis secara kuantitatif menggunakan program Microsoft excel
3	Diah Ari Dwitawati /"Biomonitoring Kualitas Air Sungai Gandong dengan Boindikator Makroinvertebrata sebagai Bahan Petunjuk Praktikum pada pokok Bahasan Pencemaran Lingkungan SMP Kelas VII/2015	a. Fokus penelitian adalah kualitas air dengan biomonitoring b. Metode yang dilakukan dalam penentuan lokasi sampling adalah "Purpose Random Sampling" c. Media pembelajaran sebagai Bahan	a. pokok Bahasan Pencemaran Lingkungan SMP Kelas VII

⁴² Saiful Bahrul Alam "Hubungan Keanekaragaman Makrozoobentos dengan Karakteristik Perairan Sungai Brantas Desa Ngunut Kecamatan Ngunut Kabupaten Tulungagung Sebagai Bahan Ajar Cetak Biologi SMA" (Universitas Muhammadiyah Malang, Skripsi tidak diterbitkan, 2014) hlm 5-85

		Petunjuk Praktikum	
4	Gitasari Pramooedya/ Makrozoobentos untuk Biomonitoring Kualitas Air Tambak di Kawasan Budidaya Tambak/2017	a. Fokus penelitian adalah kualitas air dengan biomonitoring.	b. Penelitian ini menggunakan statistik <i>regresi</i> <i>Linier stepwise</i>
5	Lia Hikmatul Maula /Keaneragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Cokro Malang/2018	a. Fokus penelitian adalah kualitas air dengan biomonitoring.	a. penelitian ini termasuk jenis deskriptif kuantitatif dengan memandingan Makrozoobento s dengan faktor fisik dan kimia
6	Saiful Bahrul Alam/Hubungan keaneragaman Makrozoobentos dengan karakteristik perairan sungai Brantas desa Ngunut Kecamatan Ngunut Kabupaten Tulungagung sebagai bahan ajar cetak biologi SMA/2014	a. fokus penelitian adalah kualitas air dengan biomonitoring. b. Tempat Penelitian Sungai Brantas Kab. Tulungagung	a. Metode pengulangan sampel sebanyak kali dan jarak setiap sampel 1 km