

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekosistem Sungai

Ekosistem perairan yang terdapat di daratan terbagi atas dua kelompok yaitu perairan *lentic* (tenang) dan perairan *lotic* (perairan berarus deras) (Payne, 1996). Perairan *lotic* dicirikan adanya arus yang terus menerus dengan kecepatan bervariasi sehingga perpindahan massa air berlangsung terus-menerus, contohnya antara lain : sungai, kali, kanal, parit, dan lain lain. Perairan menggenang disebut juga perairan tenang yaitu perairan dimana aliran air lambat atau bahkan tidak ada dan massa air terakumulasi dalam periode waktu yang lama. Arus tidak menjadi faktor pembatas utama bagi biota yang hidup didalamnya. Contoh perairan lentik antara lain : Waduk, danau, kolam, telaga, situ, belik, dan lain-lain (Odum, 1993).

Terdapat zona-zona primer sungai yang secara umum telah dikenal, diantaranya (Ngabekti, 2004):

1). Zona Litoral

Merupakan daerah pinggiran perairan yang masih bersentuhan dengan daratan. Pada daerah ini terjadi pencampuran sempurna antara berbagai faktor fisiko kimiawi perairan. Organisme yang biasanya ditemukan antara lain: tumbuhan akuatik berakar atau mengapung, siput, kerang, crustacean, serangga, amfibi, ikan, perifiton dan lain-lain.

2). Zona Limnetik

Merupakan daerah kolam air yang terbentang antara zona litoral di satu sisi dan zona litoral disisi lain. Zona ini memiliki berbagai variasi secara fisik, kimiawi maupun kehidupan di dalamnya. Organisme yang hidup dan banyak ditemukan di daerah ini antara lain : ikan, udang, dan plankton.

3). Zona Profundal

Merupakan daerah dasar perairan yang lebih dalam dan menerima sedikit cahaya matahari dibanding daerah litoral dan limnetik. Bagian ini dihuni oleh sedikit organisme terutama dari organisme bentik karnivor dan detrifor.

4). Zona Sublitoral

Merupakan daerah peralihan antara zona litoral dan zona profundal. Sebagai daerah peralihan zona ini dihuni oleh banyak jenis organisme bentik dan juga organisme temporal yang datang untuk mencari makan.

Berdasarkan besarnya intensitas cahaya matahari yang masuk, perairan dibagi menjadi 3 zona yaitu (Anonimouse, 2012):

1). Zona Eufotik

Merupakan bagian perairan, dimana cahaya matahari masih dapat menembus wilayah tersebut. Daya tembus cahaya matahari ke dalam perairan sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain : tingkat kekeruhan / turbiditas, intensitas cahaya matahari itu sendiri, densitas fitoplankton dan sudut datang cahaya matahari. Zona ini merupakan zona produktif dalam perairan dan dihuni oleh berbagai macam jenis biota di dalamnya. Merupakan wilayah yang paling luas pada ekosistem perairan daratan, dengan kedalaman yang bervariasi.

2). Zona Afotik

Merupakan bagian perairan yang gelap gulita karena cahaya matahari tidak dapat menembus daerah ini. Di daerah tropis zona perairan tanpa cahaya hanya ditemui pada perairan yang sangat dalam atau perairan - perairan yang hipertrofik. Pada zona ini produsen primer bukan tumbuh-tumbuhan algae tetapi terdiri dari jenis-jenis bakteri seperti bakteri Sulfur. Tidak adanya tumbuh-tumbuhan sebagai produsen primer karena tidak adanya cahaya matahari yang masuk, menyebabkan daerah ini miskin oksigen (DO rendah). Kondisi tersebut berpengaruh terhadap biota yang hidup di zona ini. Biota yang hidup hanya karnifor ataupun detritifor.

3). Zona mesofotik

Bagian perairan yang berada diantara zona fotik dan afotik atau dikenal sebagai daerah remang-remang. Sebagai daerah ekoton, daerah ini merupakan wilayah perburuan bagi organisme yang hidup di zona afotik dan juga organisme yang hidup di zona fotik.

Sungai dapat didefinisikan sebagai tempat-tempat dan wadah-wadah serta jaringan pengaliran air, mulai dari mata air sampai muara, dengan dibatasi kanan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sepadan (Anwar, 2011). Dipandang dari sudut hidrologi, sungai berperan sebagai jalur transportasi terhadap aliran permukaan yang mampu mengangkut berbagai jenis bahan dan zat. Sungai merupakan habitat bagi berbagai jenis organisme akuatik yang memberikan gambaran kualitas dan kuantitas dari hubungan ekologis yang terdapat didalamnya termasuk terhadap perubahan-perubahan yang diakibatkan oleh aktifitas manusia (Barus, 2004).

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 keterkaitan dengan komponen lain langsung atau tidak langsung besar atau kecil. Aktifitas suatu komponen selalu memberi pengaruh pada komponen ekosistem lain (Asdak, 2002).

2.2 Makrozoobentos

Pada dasarnya yang dimaksud dengan biota akuatik adalah kelompok organisme, baik hewan atau tumbuhan yang sebagian atau seluruh hidupnya berada pada perairan. Kelompok organisme tersebut dapat bersifat bentik, perifitik, atau berenang bebas. Biota bentik umumnya hidup pada dasar perairan; perifitik hidup pada permukaan tumbuhan, tongkat, batu, atau substrat lain yang berada di dalam air. Biota bentik maupun perifitik umumnya mempunyai ukuran yang beragam, dari beberapa mikron sampai beberapa sentimeter, yang dimaksud dengan biota bentik maupun perifitik dalam kegunaannya sebagai bioindikator adalah kelompok hewan. Kelompok tersebut sebagian besar tergolong invertebrata (Wardhana, 1999).

Menurut Odum (1993) Bentos adalah organisme yang melekat atau beristirahat pada dasar atau hidup di dasar endapan atau dapat diartikan sebagai organisme yang hidup di dasar perairan, baik sesil maupun motil. Contoh bentos antara lain adalah gastropoda, bivalvia, dan beberapa crustacea, serta kelompok cacing, sedangkan Zoobentos adalah hewan yang melekat atau beristirahat pada dasar atau hidup di dasar endapan. Hewan ini merupakan organisme kunci dalam

jaring makanan karena dalam sistem perairan berfungsi sebagai *predator*, *suspension feeder*, *detritivor* dan *parasit* (Odum, 1993).

Makrozoobentos merupakan organisme yang menempati substrat dasar perairan, baik di atas maupun di dalam sedimen dasar perairan. Makrozoobentos dapat tersaring dengan saringan No.30 US series. Kehidupan makrozoobentos dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik yang mempengaruhi diantaranya produsen, sedangkan faktor abiotik berupa substrat dasar, kandungan kimia dan fisika air, serta kecepatan arus (Goldman, 1983).

Menurut Nybakken (1988) kelompok organisme dominan yang menyusun makrofauna di dasar perairan terbagi dalam empat kelompok, yaitu Polychaeta, Crustacea, Echinodermata dan Mollusca.

Alqur'an menjelaskan bahwa Allah telah menciptakan binatang dan hewan dengan warna dan bentuk yang bermacam-macam, seperti yang diuraikan dalam surah al-Fathir/35:28 :

وَمِنَ النَّاسِ وَالْأَنْعَامِ وَالْأَلْوَابِ وَالْأَنْعَامِ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ كَذَلِكَ إِنَّمَا تَخْشَى اللَّهَ مِنْ عِبَادِهِ
الْعُلَمَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَزِيزٌ غَفُورٌ ﴿٢٨﴾

Artinya “dan demikian (pula) di antara manusia, binatang-binatang melata dan binatang-binatang ternak ada yang bermacam-macam warnanya (dan jenisnya). Sesungguhnya yang takut kepada Allah di antara hamba-hamba-Nya, hanyalah ulama[1258]. Sesungguhnya Allah Maha Perkasa lagi Maha Pengampun”. (al-Fathir/35:28)

Menurut Qarni (2008), ayat di atas menjelaskan bahwa Allah SWT juga telah menciptakan manusia beserta segenap makhluk yang melata di muka bumi ini dan menciptakan unta, sapi, dan kambing dengan warna yang berbeda-beda,

ada yang berwarna putih, merah, hitam dan lain sebagainya, seperti perbedaan antara tanaman, buah-buahan dan pegunungan satu sama lainnya. Maha Suci Allah Yang Maha Pencipta.

Hewan-hewan di bumi ini sangat bermacam-macam yang di dalamnya sangat berkaitan erat dengan lingkungan. Dalam surat al-An'am/6:38 dijelaskan :

وَمَا مِنْ دَابَّةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا طَيْرٍ يَطِيرُ بِجَنَاحَيْهِ إِلَّا أُمَّمٌ أَمْثَالُكُمْ ۗ مَا فَرَطْنَا فِي
الْكِتَابِ مِنْ شَيْءٍ ۗ ثُمَّ إِلَىٰ رَبِّهِمْ يُحْشَرُونَ ﴿٣٨﴾

Artinya : "Dan tiadalah binatang-binatang yang ada di bumi dan burung-burung yang terbang dengan kedua sayapnya, melainkan umat (juga) seperti kamu. Tiadalah kami alpakan sesuatupun dalam Al-Kitab[472], Kemudian kepada Tuhanlah mereka dihimpunkan. (al-An'am/6:38)

Allah swt menyatakan bahwa Dia menguasai segala sesuatu, ilmu-Nya meliputi seluruh makhluk yang ada, Dialah yang mengatur alam semesta. Semua yang melata di permukaan bumi, semua yang terbang di udara, semua yang hidup di lautan, sejak dari yang kecil sampai yang besar, sejak dari yang nampak sampai kepada yang tidak nampak, hanya Dialah yang menciptakan, mengembangkan, mengatur dan memeliharanya. Bukanlah jenis manusia saja makhluk Allah yang hidup di dunia ini, banyak lagi macam dan ragam makhluk-makhluk lain, bahkan masih banyak yang belum diketahui oleh manusia. Semuanya itu tunduk dan menghambakan diri kepada Allah swt. mengikuti perintah-perintah-Nya dan menghentikan larangan-larangan-Nya. Binatang melata (dabbah) dalam ayat ini maksudnya ialah: segala makhluk yang diciptakan Allah swt, di bumi. Disebut "binatang melata di bumi" saja karena binatang melata di bumi itulah yang mudah dilihat dan diperhatikan oleh manusia (Depag, 2012).

Abdullah (2010) menyatakan bahwa dunia binatang memiliki hak-haknya sendiri sebagaimana hak yang dimiliki manusia, pemberian hak-hak tersebut dimaksudkan bukan saja sebagai bentuk perlindungan tetapi juga sebagai bentuk penjagaan terhadap keseimbangan mata rantai makanan yang harus dijaga kelestariannya agar tidak mengganggu ekosistem lingkungan.

Berdasarkan ayat di atas Allah telah menciptakan berbagai macam makhluk yang seharusnya saling melindungi alam ini, sebagai makhluk yang diciptakan untuk hidup berdampingan maka seharusnya yang dilakukan oleh makhluk tersebut yaitu saling menjaga lingkungan, berbagai macam binatang tersebut yang harus dijaga keberadaannya sebagai penanda kesehatan lingkungan yaitu binatang air diantaranya Makrozoobentos yang berperan sebagai penanda atau bioindikator yang nantinya akan sangat membantu dalam menjaga kelestarian alam.

2.2.1 Keberadaan Makrozoobentos

Komunitas bentos adalah organisme yang hidup di dasar perairan. Berdasarkan keberadaannya di perairan, makrozoobentos digolongkan menjadi kelompok epifauna, yaitu hewan bentos yang hidup melekat pada permukaan dasar perairan, sedangkan makrozoobentos yang hidup didalam dasar perairan disebut infauna. Selanjutnya dinyatakan bahwa epifauna adalah yang hidup di atas dasar, sedangkan infauna hidup diantara partikel sedimen. Zoobentos dapat juga disebut sebagai hewan yang melekat atau beristirahat pada dasar atau hidup di dasar endapan. Hewan ini merupakan organisme kunci dalam jaring makanan karena dalam sistem perairan berfungsi sebagai predator, detritivor, dan

parasit. Makrozoobentos ini merupakan salah satu kelompok penting dalam ekosistem perairan. Bentos merupakan organisme yang mendiami dasar perairan dan tinggal di dalam atau pada sedimen dasar perairan. Zoobentos ini juga merupakan hewan yang sebagian atau seluruh siklus hidupnya berada di dasar perairan, baik sesil, merayap maupun menggali lubang (Sinaga, 2009).

Tidak semua hewan dasar hidup selamanya sebagai bentos pada stadia lanjut dalam siklus hidupnya. Makrozoobentos yang mendiami daerah dasar misalnya, kelas polychaeta, echinodermata dan moluska mempunyai stadium larva yang seringkali ikut terambil pada saat melakukan pengambilan sampel. Keadaan substrat dasar merupakan faktor yang sangat menentukan komposisi makrozoobentos dalam suatu perairan. Struktur substrat dasar akan menentukan kelimpahan dan komposisi jenis hewan makrozoobentos (Jati, 2003).

2.2.2 Komunitas Makrozoobentos

Komunitas bentos dapat juga dibedakan berdasarkan pergerakannya, yaitu kelompok hewan bentos yang hidupnya menetap (*sesile*), dan hewan bentos yang hidupnya berpindah-pindah (*motile*). Hewan bentos yang hidup sesile sering kali digunakan sebagai indikator kondisi perairan (Setyobudiandi, 1997).

Distribusi bentos dalam ekonomi perairan alam mempunyai peranan penting dari segi aspek kualitatif dan kuantitatif. Untuk distribusi kualitatif, keadaan jenis dasar berbeda terdapat aksi gelombang dan modifikasi lain yang membawa keanekaragaman fauna pada zona litoral. Zona litoral mendukung banyak jumlah keanekaragaman fauna yang lebih besar dari pada zona sublitoral dan profundal. Populasi litoral dan sublitoral, khususnya bentuk mikroskopik.

Terdapat banyak serangga dan molusca, dua kelompok ini biasanya sebanyak 70% atau lebih dari jumlah komponen spesies yang ada. Dengan peningkatan kedalaman yang melebihi zona litoral, jumlah spesies bentik biasanya berkurang dan substrat dasar lumpur sering digambarkan sebagai pendukung jumlah spesies (Welch, 1952).

2.2.3 Cara Makan Makrozoobentos

Makrozoobentos merupakan salah satu kelompok penting dalam ekosistem perairan. Pada umumnya mereka hidup sebagai *suspension feeder*, pemakan detritus, karnivor atau sebagai pemakan plankton. Berdasarkan cara makannya, makrozoobentos dikelompokkan menjadi 2 yaitu: *Filter feeder*, yaitu zoobentos yang mengambil makanan dengan menyaring air; *Deposit feeder*, yaitu hewan bentos yang mengambil makanan dalam substrat dasar. Kelompok pemakan bahan tersuspensi (*filter feeder*) umumnya terdapat dominan di substrat berpasir misalnya moluska-bivalvia, beberapa jenis echinodermata dan crustacea. Sedangkan pemakan deposit banyak terdapat pada substrat berlumpur seperti jenis polychaeta (Setyobudiandi, 1997). Sedangkan menurut Nybakken (1988) bahwa berdasarkan pola makannya, fauna bentos dibedakan menjadi tiga macam. Pertama, pemakan suspensi (*suspension feeder*) yang memperoleh makanannya dengan cara menyaring partikel-partikel melayang di perairan. Kedua, pemakan deposit (*deposit feeder*) yang mencari makanan pada sedimen dan mengasimilasikan bahan organik yang dapat dicerna dari sedimen. Ketiga, pemakan detritus (*detritus feeder*) yang hanya makan detritus.

2.2.4 Klasifikasi Makrozoobentos Menurut Ukurannya

Berdasarkan ukurannya, zoobentos dapat digolongkan ke dalam kelompok zoobentos mikroskopik atau mikrozoobentos dan zoobentos makroskopik yang disebut juga dengan makrozoobentos. Menurut Cummins (1975) Makrozoobentos dapat mencapai ukuran tubuh sekurang-kurangnya 3–5 mm pada saat pertumbuhan maksimum. APHA (1992) dalam Yuliana (2007) menyatakan bahwa makrozoobentos dapat ditahan dengan saringan No. 30 Standar Amerika. Selanjutnya Slack et al. (1973) dalam Rosenberg and Resh (1993) menyatakan bahwa makrozoobentos merupakan organisme yang tertahan pada saringan yang berukuran besar dan sama dengan 200 sampai 500 mikrometer.

- a. Mikrobentos, Hewan yang memiliki ukuran lebih kecil dari 0,1 mm.
Contohnya : bakteri, diatom, ciliata, amoeba, dan flagellata.
- b. Meiobentos Merupakan bentos yang mempunyai ukuran antara 0,1 mm sampai 1,0 mm. Contohnya nematoda, cepepoda, dan foraminifera.
- c. Makrobentos Merupakan bentos yang memiliki ukuran lebih dari 1 mm (0.04 inch). Contohnya cacing, annelida, molusca, sponge, dan crustacea (Sinaga, 2009).

2.2.5 Makrozoobentos Sebagai Bioindikator

Bioindikasi didefinisikan sebagai penggunaan suatu organisme baik sebagai bagian dari suatu individu atau suatu kelompok organisme untuk mendapatkan informasi terhadap kualitas seluruh atau sebagian dari lingkungannya. Sedangkan Bioindikator adalah organisme yang memberikan informasi tersebut (Hornby dan Bateman, 1997).

Hewan bentos hidup relatif menetap, sehingga baik digunakan sebagai petunjuk kualitas lingkungan, karena selalu kontak dengan limbah yang masuk ke habitatnya. Kelompok hewan tersebut dapat lebih mencerminkan adanya perubahan faktor-faktor lingkungan dari waktu ke waktu, karena hewan bentos terus menerus terbawa oleh air yang kualitasnya berubah-ubah. Diantara zoobentos yang relatif mudah diidentifikasi dan peka terhadap perubahan lingkungan perairan adalah jenis-jenis yang termasuk dalam kelompok makro invertebrata. Kelompok ini lebih dikenal dengan makrozoobentos. Makrozoobentos berperan sebagai salah satu mata rantai penghubung dalam aliran energi dan siklus dari alga planktonik sampai konsumen tingkat tinggi (Wardhana, 2006).

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 dan cepat bermigrasi (Wardhana, 2006).

Kualitas perairan dapat dinilai berdasarkan tabel 2.1 dengan ketentuan sebagai berikut (Trihadiningrum dan Tjondronegoro, 1998):

1. Perairan akan tergolong tidak tercemar, jika dan hanya jika terdapat Trichoptera (Sericosmatidae, Lepidosmatidae, Glossomatidae); Planaria, tanpa kehadiran jenis indikator yang terdapat pada kelas 2-6.

2. Perairan tergolong agak tercemar, tercemar ringan, tercemar, tercemar agak berat dan sangat tercemar, bila terdapat dalam kelompok kelas masing-masing.
3. Apabila makroinvertebrata terdiri atas campuran antara indikator dari kelas-kelas yang berlainan, maka berlaku ketentuan berikut;
 - a. Perairan dikategorikan sebagai agak tercemar apabila terdapat campuran organisme indikator dari kelas 1 dan 2, atau dari kelas 1, 2 dan 3.
 - b. Perairan dikategorikan tercemar ringan apabila terdapat campuran organisme indikator dari kelas 2 dan 3, atau dari kelas 2, 3 dan 4.
 - c. Perairan dikategorikan sebagai tercemar apabila terdapat campuran organisme indikator dari kelas 3 dan 4, atau dari kelas 3, 4 dan 5.
 - d. Perairan dikategorikan sebagai sangat tercemar apabila terdapat campuran organisme indikator dari kelas 4 dan 5.

Tabel 2.1 Makrozoobentos indikator untuk menilai kualitas air

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

Sumber: Trihadiningrum dan Tjondronegoro (1998) dalam Wardhana (2006)

Bentos dapat digunakan untuk melihat kualitas air pada suatu perairan, Bentos tidak bisa bergerak banyak sehingga mereka kurang mampu menghindar dari efek sedimen dan polutan lain yang mengurangi kualitas air. Oleh karena itu, bentos dapat memberikan informasi mengenai kualitas air sungai dan kualitas air danau. Siklus hidup mereka memungkinkan penelitian yang dilakukan oleh ahli ekologi akuatik untuk menentukan setiap penurunan kualitas lingkungan. Bentos merupakan grup yang sangat beragam, hewan air dan sejumlah besar spesies memiliki berbagai tanggapan terhadap stres seperti polutan organik, sedimen, dan toxicants, Makrozoobentos banyak berumur panjang, yang memungkinkan deteksi peristiwa masa lalu seperti pencemaran tumpahan pestisida (Purnomo,1989).

Al-Qur'an telah menjelaskan betapa pentingnya lingkungan hidup. Dan tanggung jawab manusia untuk memelihara lingkungan. Larangan merusak lingkungan telah dinyatakan dengan jelas didalamnya. Peranan dan pentingnya air dalam lingkungan hidup juga ditekankan dan yang terakhir adalah peringatan mengenai kerusakan lingkungan hidup yang terjadi karena pengelolaan bumi dengan mengabaikan petunjuk Allah (Aziz, 1997)

Allah Berfirman dalam Surat Al-A'raf/7:56:

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

مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

Artinya “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” (Al-A'raf/7:56).

Ayat di atas menerangkan tentang melarang sesuatu yang melampaui batas, ayat ini melarang pengrusakan di bumi. Pengrusakan adalah salah satu bentuk pelampauan batas, karena itu ayat ini melanjutkan tuntunan ayat yang lalu dengan menyatakan: dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah diperbaikannya yang dilakukan oleh Allah dan atau siapapun dan berdoalah serta beribadahlah kepada-Nya dalam keadaan takut sehingga kamu lebih khusu' dan lebih terdorong untuk mentaati-Nya dan dalam keadaan penuh harapan terhadap anugerah-Nya, termasuk pengabulan doa kamu. Sesungguhnya rahmat Allah dekat kepada al-muhsinin, yakni orang-orang yang berbuat baik (Shihab, 2002).

Pengambilan sampel makrozoobentos sebagai sampel untuk memantau kualitas perairan hanya diambil dari sebagian kecil populasi yang ada. Untuk itu sampel yang dipilih haruslah memenuhi beberapa persyaratan sebagai berikut (Wardhana, 2006) : (1). Sampel dalam populasi harus mempunyai peluang yang sama untuk dipilih; (2). Populasi harus berasal dari lingkungan yang stabil; (3). Perbandingan anggota populasi yang terdapat pada suatu habitat yang akan diambil sampelnya harus konstan; dan (4). Sampel jangan terlalu sedikit, terutama dalam kaitannya dengan ukuran besar populasi agar tidak menimbulkan kesalahan sebagai akibat pengaruh batas.

2.2.6 Peranan Makrozoobentos

Zoobentos merupakan hewan yang sebagian atau seluruh siklus hidupnya berada di dasar perairan, baik yang sesil, merayap maupun menggali lubang. Zoobentos membantu mempercepat proses dekomposisi materi organik. Hewan

bentos, terutama yang bersifat herbivor dan detritivor, dapat menghancurkan makrofit akuatik yang hidup maupun yang mati dan serasah yang masuk ke dalam perairan menjadi potongan-potongan yang lebih kecil, sehingga mempermudah mikroba untuk menguraikannya menjadi nutrisi bagi produsen perairan (Odum, 1993).

Bentos berperan dalam proses rantai makanan, bentos merupakan bagian penting dari rantai makanan, terutama untuk ikan. Banyak invertebrata memakan alga dan bakteri, yang berada di ujung bawah rantai makanan, beberapa rusak dan makan daun dan bahan organik lainnya yang masuk air. Karena kelimpahan mereka dan posisi sebagai "perantara" dalam rantai makanan air, bentos memainkan peran penting dalam aliran alami energi dan nutrisi. bentos yang sudah mati akan membusuk dan kemudian meninggalkan nutrisi yang digunakan kembali oleh tanaman air dan hewan lainnya dalam rantai makanan. Berbagai jenis zoobentos ada yang berperan sebagai konsumen primer dan ada pula yang berperan sebagai konsumen sekunder atau konsumen yang menempati tempat yang lebih tinggi. Pada umumnya, zoobentos merupakan makanan alami bagi ikan-ikan pemakan di dasar (*bottom feeder*) (Pennak, 1978).

2.3 Faktor- faktor Lingkungan Yang Mempengaruhi Makrozoobentos

Sebagaimana kehidupan biota lainnya, penyebaran jenis dan populasi komunitas bentos ditentukan oleh sifat fisik, kimia dan biologi perairan. Sifat fisik perairan seperti pasang surut, kedalaman, kecepatan arus, kekeruhan atau kecerahan, substrat dasar dan suhu air. Sifat kimia antara lain kandungan oksigen dan karbondioksida terlarut, pH, bahan organik, dan kandungan hara berpengaruh

terhadap hewan bentos. Sifat-sifat fisika dan kimia air berpengaruh langsung maupun tidak langsung bagi kehidupan bentos. Perubahan kondisi fisika-kimia suatu perairan dapat menimbulkan akibat yang merugikan terhadap populasi bentos yang hidup di ekosistem perairan (Setyobudiandi, 1997).

Faktor biologi perairan merupakan faktor penting bagi kelangsungan hidup masyarakat hewan bentos sehubungan dengan peranannya sebagai organisme kunci dalam jaring makanan, sehingga komposisi jenis hewan yang ada dalam suatu perairan sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, diantaranya :

2.3.1 Suhu

Suhu merupakan parameter fisik yang sangat mempengaruhi pola kehidupan organisme perairan seperti distribusi, komposisi, kelimpahan dan mortalitas. Suhu juga akan menyebabkan kenaikan metabolisme organisme perairan, sehingga kebutuhan oksigen terlarut menjadi meningkat (Nybaken, 1988). Peningkatan suhu perairan akan meningkatkan kecepatan metabolisme tubuh organisme yang hidup didalamnya, sehingga konsumsi oksigen menjadi lebih tinggi. Peningkatan suhu perairan sebesar 10°C, menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sebanyak dua sampai tiga kali lipat (Effendi, 2003).

Suhu air dapat mempengaruhi kehidupan biota air secara tidak langsung, yaitu melalui pengaruhnya terhadap kelarutan oksigen dalam air. 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 (Ghufran dan Baso, 2007).

Cahaya matahari merupakan sumber panas yang utama di perairan, karena cahaya matahari yang diserap oleh badan air akan menghasilkan panas di perairan. Di perairan yang dalam, penetrasi cahaya matahari tidak sampai ke dasar, karena itu suhu air di dasar perairan yang dalam lebih rendah dibandingkan dengan suhu air di dasar perairan dangkal. Suhu air merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi aktifitas serta memacu atau menghambat perkembangbiakan organisme perairan (Efendi,2003).

2.3.2 Substrat

Nybakken (1988) menjelaskan bahwa substrat dasar merupakan salah satu faktor ekologis utama yang mempengaruhi struktur komunitas makrozoobentos . Penyebaran makrozoobentos dapat dengan jelas berkorelasi dengan tipe substrat. Makrozoobentos yang mempunyai sifat penggali pemakan deposit cenderung melimpah pada sedimen lumpur dan sedimen lunak yang merupakan daerah yang mengandung bahan organik yang tinggi. Odum (1993) menyatakan bahwa substrat dasar atau tekstur tanah merupakan komponen yang sangat penting bagi kehidupan organisme.

Penetrasi cahaya seringkali dihalangi oleh zat yang terlarut dalam air, membatasi zona fotosintesis dimana habitat akuatik dibatasi oleh kedalaman, kekeruhan, terutama disebabkan oleh lumpur dan partikel yang mengendap, seringkali penting sebagai faktor pembatas. Kekeruhan dan kedalaman air

pemunyaai pengaruh terhadap jumlah dan jenis hewan bentos. Tipe substrat dasar ikut menentukan jumlah dan jenis hewan bentos disuatu perairan (Susanto, 2000).

Macam dari substrat sangat penting dalam perkembangan komunitas hewan bentos. Pasir cenderung memudahkan untuk bergeser dan bergerak ke tempat lain. Substrat berupa lumpur biasanya mengandung sedikit oksigen dan karena itu organisme yang hidup didalamnya harus dapat beradaptasi pada keadaan ini (Ramli, 1989).

Perubahan tekanan air ditempat-tempat yang berbeda kedalamannya sangat berpengaruh bagi kehidupan hewan yang hidup di dalam air. Perubahan tekanan di dalam air sehubungan dengan perubahan kedalaman adalah sangat besar. Faktor kedalaman berpengaruh terhadap hewan bentos pada jumlah jenis, jumlah individu, dan biomassa. Sedangkan faktor fisika yang lain adalah pasang surut perairan, hal ini berpengaruh pada pola penyebaran hewan bentos (Susanto, 2000).

2.3.3 Kecerahan

Kecerahan perairan dipengaruhi langsung oleh partikel yang tersuspensi didalamnya, semakin kurang partikel yang tersuspensi maka kecerahan air akan semakin tinggi. Selanjutnya dijelaskan bahwa penetrasi cahaya semakin rendah, karena meningkatnya kedalaman, sehingga cahaya yang dibutuhkan untuk proses fotosintesis oleh tumbuhan air berkurang. Oleh karena itu, secara tidak langsung kedalaman akan mempengaruhi pertumbuhan fauna bentos yang hidup didalamnya. Disamping itu kedalaman suatu perairan akan membatasi kelarutan oksigen yang dibutuhkan untuk respirasi (Nybakken, 1988).

Interaksi antara faktor kekeruhan perairan dengan kedalaman perairan akan mempengaruhi penetrasi cahaya yang masuk ke dalam perairan, sehingga berpengaruh langsung pada kecerahan, selanjutnya akan mempengaruhi kehidupan makrozoobentos.

2.3.4 Derajat keasaman / pH

pH merupakan faktor pembatas bagi organisme yang hidup di suatu perairan. Perairan dengan pH yang terlalu tinggi atau rendah akan mempengaruhi ketahanan hidup organisme yang hidup didalamnya (Odum, 1993). Effendi (2003) menambahkan bahwa sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai kisaran pH sekitar 7 - 8,5. Nilai pH menunjukkan derajat keasaman atau kebasaan suatu perairan yang dapat mempengaruhi kehidupan tumbuhan dan hewan air. pH tanah atau substrat akan mempengaruhi perkembangan dan aktivitas organisme lain.

Derajat keasaman merupakan gambaran jumlah atau aktivitas ion hidrogen dalam perairan. Secara umum nilai pH menggambarkan seberapa besar tingkat keasaman atau kebasaan suatu perairan. Perairan dengan nilai pH = 7 adalah netral, pH < 7 dikatakan kondisi perairan bersifat asam, sedangkan pH > 7 dikatakan kondisi perairan bersifat basa (Effendi, 2003). Dalam penelitiannya Mahida (1993) menyatakan bahwa limbah buangan industri dan rumah tangga dapat mempengaruhi nilai pH perairan. Adanya karbonat, bikarbonat dan hidroksida akan menaikkan kebasaan air, sementara adanya asam-asam mineral bebas dan asam karbonat menaikkan keasaman suatu perairan.

Nilai pH dapat mempengaruhi spesiasi senyawa kimia dan toksisitas dari unsur-unsur renik yang terdapat di perairan, sebagai contoh H_2S yang bersifat toksik banyak ditemui di perairan tercemar dan perairan dengan nilai pH rendah. Selain itu, pH juga mempengaruhi nilai BOD_5 , fosfat, nitrogen dan nutrisi lainnya, pengukuran pH adalah suatu pengukuran yang sangat penting, karena banyak reaksi kimia dan biokimia yang penting terjadi pada tiap tingkatan pH (Mahida, 1993).

2.3.4 DO (*Dissolved Oxygen*)

Oksigen terlarut merupakan variabel kimia yang mempunyai peran penting sekaligus menjadi faktor pembatas bagi kehidupan biota air (Nybakken, 1988). Lebih lanjut dinyatakan bahwa daya larut oksigen dapat berkurang dengan meningkatnya suhu air dan salinitas. Secara ekologis, konsentrasi oksigen terlarut juga menurun dengan adanya penambahan bahan organik, karena bahan organik tersebut akan diuraikan oleh mikroorganisme yang mengkonsumsi oksigen yang tersedia. Pada tingkatan jenis, masing-masing biota mempunyai respon yang berbeda terhadap penurunan oksigen terlarut. Kadar oksigen terlarut yang tinggi tidak menimbulkan pengaruh fisiologis bagi manusia. Ikan dan organisme akuatik lain membutuhkan oksigen terlarut dengan jumlah cukup banyak. Kebutuhan oksigen ini bervariasi antar organisme (Yulianti, 2007).

Perubahan salinitas dan DO mempengaruhi kehidupan biota perairan, termasuk komunitas makrozoobentos. Oksigen terlarut sangat penting bagi pernafasan zoobentos dan organisme-organisme akuatik lainnya. Kelarutan oksigen dipengaruhi oleh faktor suhu, pada suhu tinggi kelarutan oksigen rendah dan pada suhu rendah kelarutan oksigen tinggi. Tiap-tiap spesies biota akuatik

mempunyai kisaran toleransi yang berbeda-beda terhadap konsentrasi oksigen terlarut di suatu perairan. Spesies yang mempunyai kisaran toleransi lebar terhadap oksigen penyebarannya luas dan spesies yang mempunyai kisaran toleransi sempit hanya terdapat di tempat-tempat tertentu saja (Yulianti,2007).

2.3.6 BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

BOD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisma dalam lingkungan air untuk mencacah (mandegradasi) bahan buangan organik yang ada dalam air menjadi karbondioksida dan air. Pada dasarnya, proses oksidasi bahan organik barlangsung cukup lama (Warlina, 2004). Pengukuran BOD merupakan salah satu pengukuran yang digunakan untuk menentukan kualitas suatu perairan. Nilai BOD dapat dinyatakan sabagai jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam proses panguraian senyawa organik, biasanya pada suhu 20°C. Penentuan oksigen terlarut merupakan dasar utama dalam pengukuran BOD (Mahida, 1993).

Menurut Wardhana (2004) BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) adalah kebutuhan oksigen yang dibutuhkan oleh organisme dalam lingkungan air untuk menguraikan senyawa organik. Proses penguraian bahan buangan organik melalui proses oksidasi oleh mikroorganisme di dalam lingkungan air, merupakan proses alamiah yang mudah terjadi apabila air lingkungan mengandung oksigen yang cukup.

2.3.7 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia baik yang dapat didegradasi secara biologis maupun yang sukar didegradasi (Warlina, 2004). Dengan mengukur nilai COD akan di peroleh nilai yang menyatakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk proses oksidasi terhadap total senyawa organik baik yang mudah diuraikan secara biologis maupun terhadap yang sukar atau tidak bisa diuraikan secara biologis (Barus, 2004).

Chemical Oxygen Demand erat kaitannya dengan BOD. Banyak zat organik yang tidak mengalami penguraian biologi secara cepat berdasarkan pengujian BOD, tetapi senyawa-senyawa organik itu tetap menurunkan kualitas air, karena itu perlu di ketahui konsentrasi organik dalam limbah dan setelah masuk dalam perairan. Untuk itulah tujuan diadakannya uji COD. Pengujian COD dilakukan dengan mengambil contoh dengan volume tertentu yang kemudian dipanaskan dengan larutan kalium dikromat dengan kepekatan tertentu yang jumlahnya sedikit di atas yang diperlukan. Dengan katalis asam sulfat di perlukan waktu dua jam, maka kebanyakan zat organik telah teroksidasi. Dengan penentuan jumlah kalium dikromat yang dipakai, COD contoh dapat dihitung (Sinaga, 2009).

2.3.8 Nitrat (NO_3)

Nitrat dapat terbentuk karena tiga proses, yakni badai listrik, organisme pengikat nitrogen, dan bakteri yang menggunakan amoniak. Ketiganya tidak dibantu manusia. Tetapi jika manusia membuang kotoran dalam air, maka ketiga proses tersebut akan meningkat, karena kotoran mengandung banyak amoniak. Konsentrasi nitrat tinggi memungkinkan ada pencemaran dari lahan pertanian.

Kemungkinan lain penyebab nitrat konsentrasi tinggi ialah pembusukan sisa tanaman dan hewan, pembuangan industri dan kotoran hewan. Sumber nitrat sukar dilacak di sungai atau di danau. Karena merupakan nutrien, nitrat mempercepat tumbuh plankton (Sastrawijaya, 1991).

2.3.9 Fosfat (PO₄)

Unsur Fosfor di perairan tidak ditemukan dalam bentuk bebas sebagai elemen melainkan dalam bentuk senyawa anorganik yang terlarut (ortofosfor dan polifosfor) dan senyawa organik yang berupa partikulat. Fosfor membentuk kompleks dengan ion besi dan kalsium pada kondisi aerob, bersifat tidak larut, dan mengendap pada sedimen sehingga tidak dapat dimanfaatkan oleh algae akuatik (Effendi, 2003).

2.4 Sungai Brantas

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 (Anwar, 2011).

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).

Begitu pentingnya air bagi kehidupan sehingga air dalam alqur'an disebut dengan sumber kehidupan alqur'an menyebut demikian :

أُولَئِكَ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنْ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا^ط وَجَعَلْنَا مِنْ
 الْمَاءِ كُلِّ شَيْءٍ حَيٍّ^ط أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴿٢١﴾

Artinya : “Dan apakah orang-orang yang kafir tidak mengetahui bahwasanya langit dan bumi itu keduanya dahulu adalah suatu yang padu, Kemudian kami pisahkan antara keduanya. dan dari air kami jadikan segala sesuatu yang hidup. Maka mengapakah mereka tiada juga beriman?” (Al-Anbiya’/21:30).

Penegasan alqur’an ini menunjukkan posisi vital air dalam bumi yang menjadi pembeda dengan planet-planet lainnya ditata surya. Air di bumi membungkus sekitar 71 persen dari permukaan yang ada sehingga bumi menjadi planet biru (Abdullah,2010).

Keberadaan air yang sangat vital itu membuat proteksi islam atas air dari pencemaran sangat tegas, sebagaimana ditunjukkan ayat diatas, islam memberiprinsip prinsip etis tentang makna penting airdan bahkan menyamakannya dengan wahyu alqur’an . Posisinya yang sacral ini ada kewajiban manusia untuk menjaga, memanfaatkan, mengelolanya sebaik mungkin (Abdullah,2010).

Sumber Brantas terletak di Provinsi Jawa Timur, mempunyai panjang 320 km dan memiliki Das seluas 12.000 km² yang mencakup kurang lebih 25% luas propinsi jawa timur, dengan luas sekitar 17.344 ha. Wilayah ini sebagian besar berada di wilayah Kota Batu dan sebagian kecil berada di Kabupaten Malang (Kecamatan Pujon dan Karang plos). Bagian hulu termasuk kawasan Taman Hutan Raya (Tahura R. Soerjo). Secara geografik terletak pada 115017’0” hingga 118019’0” Bujur Timur dan 7055’30” hingga 7057’30” Lintang Selatan. Letak Sungai Brantas di wilayah Malang Raya (Kabupaten Malang, Kota Malang dan Kota Batu) (Widianto,2010).

Sub sungai Brantas Hulu berbatasan dengan Kabupaten Mojokerto dan Kabupaten Pasuruan di bagian utara, Kecamatan Karang Ploso dan Kecamatan Singosari Kabupaten Malang di bagian timur, Kecamatan Dau Kabupaten Malang di bagian selatan, dan Kecamatan Pujon Kabupaten Malang di barat (Anonymous, 2012).

