

BAB II

TINJAUAN TEORITIS

2.1 Ekosistem Sungai

Sungai merupakan salah satu ekosistem air tawar yang terdapat di daratan dengan badan air mengalir karena adanya arus air, di mana arus air adalah aliran air yang terjadi karena adanya perubahan vertikal persatuan panjang. Sungai juga di tandai dengan adanya anak sungai yang menampung dan menyimpan serta mengalirkan air hujan yang jatuh, ke mudian dialirkan ke laut melalui sungai utama (Odum, 1994 dalam Rafi'i, 2018).

Sungai sebagai sumber daya alam merupakan salah satu ekosistem perairan yang sangat besar manfaatnya bagi kehidupan manusia dan telah lama dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan hidup. Di samping itu air merupakan bagian essensial dari protoplasma atau sel, juga merupakan bagian yang terbesar dari kehidupan, yaitu sebagai medium atau habitat tempat berlangsungnya berbagai aktivitas kehidupan dalam suatu tatanan yang utuh dan menyeluruh antara makhluk hidup dengan lingkungannya (Koesoebiono, 1979 dalam Silaban, 2021).

Sungai sebagai badan perairan sangat dipengaruhi oleh banyak faktor, baik faktor alam ataupun aktivitas manusia. Adanya masukan limbah atau sampah dari kegiatan manusia di sekitar badan sungai secara langsung atau tidak langsung dapat mempengaruhi kondisi fisika dan kimia air sungai, yang akhirnya dapat mempengaruhi kehidupan biota di dalam maupun di sekitar sungai tersebut. Adapun bagian-bagain sungai tersebut meliputi:

1. Bagian Hulu

Pada bagian ini memiliki daya erosi sangat besar, karena alur sungai melewati daerah pegunungan, perbukitan atau lereng gunung api yang apabila terkena air hujan, maka air akan mengalir membawa partikel-partikel tanah dan akan menyebabkan erosi. Pada bagian ini terdapat arus yang cukup deras dan biasanya memiliki lembah yang curam dengan penampang sungai berbentuk v.

2. Bagian Tengah

Pada bagian ini memiliki arus yang sedang, memiliki daya erosi dan pengendapan yang bervariasi dan penampang sungai berbentuk U sehingga daya tampung masih cukup stabil.

3. Bagian Hilir

Pada bagian ini alur sungai berbelok-belok dan pengendapan berasal dari pasir halus sampai kasar, lumpur, endapan organik dan endapan lainnya. Pada bagian ini mempunyai arus yang cukup lambat karena alur sungai melalui daerah pedataran mempunyai kemiringan dasar sungai yang cukup landai (Firdhausi *et al.*, 2018).

Berdasarkan peraturan pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang pengolahan air dan pengendalian pencemaran, air menurut baku mutu dibedakan menjadi 4 kelas, yaitu sebagai berikut peruntukannya, air digolongkan menjadi 4 macam, yaitu sebagai berikut:

1. Kelas I : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku, air minum dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
2. Kelas II : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
3. Kelas III : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
4. Kelas IV : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut (peraturan pemerintah, 2001 dalam *Fadilla et al.*, 2021).

Sebagaimana Allah SWT berfirman dalam Q.S Ar Rum ayat 41 yang berbunyi sebagai berikut :

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

Artinya :

"Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar) (Q.S Ar Rum 41).

Kandungan ayat :

Dalam kandungan ayat Surah Ar-Rum ayat 41 ini menerangkan bahwa telah terjadi *al-fasad* di daratan dan lautan. *Al-Fasad* adalah segala bentuk pelanggaran atas sistem atau hukum yang dibuat Allah, yang diartikan dengan “perusakan”. Perusakan itu bisa berupa pencemaran alam sehingga tidak bisa lagi dimanfaatkan. Di daratan, misalnya, hancurnya flora dan fauna, dan dilautan seperti rusaknya biota laut. Dalam ayat ini, Allah menegaskan bahwa tidak seluruh akibat buruk perusakan alam itu dirasakan oleh manusia, tetapi sebagiannya saja. Diantaranya dengan menyediakan sistem dalam alam yang dapat menetralsir atau memulihkan kerusakan alam.

Hal ini berarti bahwa Allah sayang kepada manusia. Seandainya Allah tidak sayang kepada manusia, dan tidak menyediakan sistem alam untuk memulihkan kerusakannya, maka pastilah manusia akan merasakan seluruh akibat perbuatan jahatnya. Seluruh alam ini akan rusak dan manusia tidak akan bisa lagi memanfaatkannya, sehingga mereka pun akan hancur (Kementrian Agama, 2019).

2.2 Indikator Biologi

Perubahan kualitas air di perairan disebabkan oleh adanya perubahan indikator kualitas air. Salah satu indikator untuk melihat kualitas air adalah indikator biologi. Indikator biologi yaitu indikator yang memanfaatkan hewan sebagai petunjuk untuk mengetahui kondisi air di suatu perairan. Banyaknya spesies keanekaragaman hayati yang berada di Indonesia yang meliputi flora dan

fauna, dapat dimanfaatkan sebagai indikator biologi untuk melihat kondisi dari suatu ekosistem (Amanda, 2018).

Salah satu fauna yang dapat digunakan sebagai indikator biologi adalah fauna yang hidup di air. Hewan air dijadikan sebagai indikator kualitas air karena memiliki pergerakan serta masa hidupnya relatif lama, sehingga dapat mendominasi suatu wilayah tertentu dan bersifat menetap (Ibrahim *et al.*, 2021).

Keberadaan hewan-hewan air ini dapat berkorelasi dengan keadaan lingkungan yang cenderung berubah-ubah sesuai keadaan alam ataupun akibat aktivitas yang dilakukan manusia. Adapun hewan-hewan yang dijadikan sebagai indikator biologi untuk melihat kualitas perairan adalah phytoplankton, zooplankton, benthos dan nekton. Dari spesies-spesies hewan tersebut, hewan yang sering digunakan adalah benthos dan plankton (Ibrahim *et al.*, 2021).

Benthos yang cenderung hidup menetap di suatu wilayah memiliki kesensitifan terhadap perubahan lingkungan yang dapat berpengaruh pada komposisi atau kelimpahannya. Kehadiran benthos dalam toleransi yang tinggi mengindikasikan bahwa air memiliki kualitas yang buruk, begitupun sebaliknya. Jika benthos dalam toleransi yang rendah mengindikasikan bahwa air memiliki kualitas yang baik. Penggunaan benthos sebagai indikator biologi bukan hal yang baru didalam dunia penelitian, karena benthos mampu merespon dengan cepat terhadap bahan-bahan pencemar di dalam suatu perairan, sehingga informasi yang diberikan lebih tepat dibandingkan pengukuran dengan indikator fisika dan kimia (Ayuniara *et al.*, 2018).

2.2.1 Indikator Kualitas Air Berdasarkan Faktor Fisika Kimia

1. Kualitas Air Berdasarkan Indikator Fisika

a. Suhu

Suhu sangat mempengaruhi laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup hewan-hewan akuatik. Hewan-hewan akuatik sangat sensitif terhadap perubahan suhu yang terjadi. Perubahan suhu di air dipengaruhi oleh interaksi antara suhu udara dipermukaan dan suhu dan perairan. Peningkatan suhu dapat disebabkan oleh perbedaan waktu, lintang, ketinggian dari permukaan sungai, sirkulasi udara,

kedalaman air. Suhu yang baik untuk hewan akuatik yaitu sekitar 25° C sampai dengan 36° C (Khairun, 2019).

b. Kecepatan Arus

Pengukuran arus air dapat dilakukan dengan menggunakan alat pengukur arus (*flow-meter*) atau secara sederhana dapat dilakukan dengan menggunakan benda ringan yang dapat terapung di permukaan air (gabus) dan sebagainya. Pengukuran dengan menggunakan *current-meter* dilakukan dengan memasukkan detektor arus air berupa baling kecil yang dihubungkan dengan alat pengukur digital. Selanjutnya kecepatan arus dapat dibaca pada alat pengukur tersebut. Apabila *current-meter* tidak ada, maka pengukuran kecepatan arus dilakukan dengan menghanyutkan gabus pada jarak tertentu di permukaan air. Dengan menggunakan *stopwatch*, dihitung waktu yang ditempuh oleh gabus pada jarak yang sudah ditentukan tersebut. Dengan metode sederhana ini dapat ditentukan kecepatan arus meskipun metode ini hanya dapat mengukur kecepatan arus untuk lapisan air di permukaan saja (Alexander, 2020).

2. Kualitas Air Berdasarkan Parameter Kimia

a. pH (Derajat Kesamaan)

pH merupakan parameter kimia organik yang berperan dalam faktor pembatas bagi hewan akuatik di suatu perairan. $\text{pH} < 7$ pada perairan menandakan air bersifat asam, sedangkan $\text{pH} > 7$ menandakan air bersifat basa. Biasanya air murni akan bersifat netral dengan pH 7. Air yang tercemar biasanya memiliki pH yang berbeda-beda tergantung pada spesies limbah buangan yang masuk ke dalam air. Air limbah yang berasal dari industri biasanya bersifat asam dengan pH yang rendah. Air yang bersifat basa akan menyebabkan korosi terhadap alat yang terbuat dari besi (Alexander, 2020).

b. *Dissolved Oxygen* (DO)

DO (*Dissolved Oxygen*) merupakan oksigen terlarut yang berasal dari hasil fotosintesis tanaman air dan udara yang masuk ke dalam air. Oksigen merupakan senyawa yang di butuhkan makhluk hidup, seperti hewan-hewan akuatik. Apabila konsentrasi oksigen terlalu dalam kadar yang rendah, maka dapat

menghambat aktifitas hewan-hewan akuatik karena oksigen tersebut digunakan proses respirasi. Air sungai yang berarus deras dan jernih memiliki oksigen terlarut dengan kadar jenuh. Namun, kehadiran dari air limbah yang masuk kedalam air akan menyebabkan berkurangnya kadar oksigen terlarut di dalam air tersebut. Hewan-hewan akuatik memiliki dapat bertahan dengan kadar oksigen terlarut yang berbeda-beda. Contohnya ikan-ikan besar di perairan dapat hidup dengan kadar oksigen terlarut paling sedikit 5 ppm (*5 part per million*), sedangkan ikan-ikan kecil dapat hidup dengan kadar oksigen terlarut paling sedikit 2 ppm (*2 part per million*) (Barus, 2020).

c. *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Biological Oxygen Demand atau BOD adalah jumlah senyawa organik yang akan diuraikan, tersedianya mikroorganisme aerob yang mampu menguraikan senyawa organik tersebut dan tersedianya sejumlah oksigen yang dibutuhkan dalam proses penguraian. Adanya bahan pencemar akan menyebabkan kandungan oksigen didalam air menjadi turun dan populasi mikroorganisme meningkat di wilayah penguraian. Apabila bahan pencemar telah di uraikan akan terbentuk zona *terminate* dan akan menjadi zona perbaikan (*recovery*). Pada tahap perbaikan, tingkat populasi mikroorganisme sebagai dekomposer bahan pencemar menurun dan *dissolved oxygen* atau oksigen terlarut akan meningkat sehingga kondisi air akan menjadi normal (Barus, 2020).

2.3 Makrozoobenthos

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

(Fadilla *et al.*, 2021).

Organisme benthos adalah organisme yang mendiami dasar perairan atau tinggal di dalam sedimen dasar. Organisme benthos meliputi organisme nabati yang disebut *fitobenthos* dan organisme hewani disebut *zoobenthos* (Odum, 1998 dalam Ayuniara *et al.*, 2018). Definisi benthos adalah semua organisme yang hidup pada lumpur, pasir, batu kerikil, maupun sampah organik baik didasar perairan laut, danau, kolam, ataupun sungai, merupakan hewan melata, menetap, menempel, memendam dan meliang didasar perairan tersebut (Ayuniara *et al.*, 2018).

Makrozoobenthos adalah salah satu organisme penting dalam ekosistem. Makrozoobenthos berperan sebagai biota kunci dalam jaring makanan karena kehadiran makrobenthos sebagai *suspension feeder*, *detritivor*, predator ataupun hidup sebagai parasit. Berperan sebagai penyeimbang kondisi nutrisi lingkungan. Makrobenthos umumnya hidup menetap (*sesile*) di dasar perairan dengan pergerakan yang terbatas sehingga memiliki kemampuan untuk merespon dengan cepat terhadap perubahan kondisi lingkungan secara terus-menerus. Selain itu, makrobenthos memiliki siklus hidup yang lama (Desmawati *et al.*, 2019). Berdasarkan ukurannya benthos dibedakan menjadi :

1. Makrobenthos, organisme yang hidup didasar perairan yang berukuran 1 atau 2 mm, yang pada pertumbuhan dewasanya berukuran 3-5 mm. Berdasarkan letaknya dibedakan menjadi infauna dan epifauna, dimana infauna adalah kelompok makrobenthos yang hidup terpendam di bawah substrat, sedangkan epifauna adalah kelompok makrobenthos yang hidup dipermukaan substrat.
2. Meisobenthos, organisme yang mempunyai ukuran antara 0.1-1.0 mm, misalnya golongan protozoa yang berukuran besar (*Cidaria*) cacing yang berukuran kecil dan crustacea yang sangat kecil.
3. Mikrobenthos, organisme yang mempunyai ukuran kurang dari 0.1 mm, misalnya protozoa (Desmawati *et al.*, 2019).

Peran makrobenthos di dalam ekosistem akuatik adalah :

1. Melakukan proses mineralisasi dan daur ulang bahan organik.

2. Sebagai bagian dalam rantai makanan detritus dalam sumber daya perikanan.
3. Sebagai bioindikator perubahan lingkungan



Gambar 2.1 contoh makrozoobenthos Simuliidae

Sumber : dokumentasi pribadi

Makrozoobenthos memiliki sifat kepekaan terhadap beberapa bahan pencemar, mobilitas yang rendah, mudah ditangkap serta memiliki kelangsungan hidup yang panjang. Oleh karena itu, peran makrozoobenthos dalam keseimbangan suatu ekosistem perairan termasuk lahan budidaya dapat menjadi indikator kondisi ekologi terkini pada suatu kawasan tertentu (Olii dan Arfiani, 2019).

1. Keberadaan Makrozoobenthos

Komunitas benthos adalah organisme yang hidup di dasar perairan. Berdasarkan keberadaannya di perairan, makrozoobenthos digolongkan menjadi kelompok epifauna, yaitu hewan benthos yang hidup melekat pada permukaan dasar perairan, sedangkan makrozoobenthos yang hidup didalam dasar perairan disebut infauna. Selanjutnya dinyatakan bahwa epifauna adalah yang hidup diatas dasar, sedangkan infauna hidup diantara partikel sedimen. Makrozoobenthos dapat juga disebut sebagai hewan yang melekat atau beristirahat pada dasar atau hidup di dasar endapan (Bai'un *et al.*, 2021).

Hewan ini merupakan organisme kunci dalam jaring makanan karena dalam sistem perairan berfungsi sebagai predator, detritivor, dan parasit. Makrozoobenthos ini merupakan salah satu kelompok penting dalam ekosistem perairan. Benthos merupakan organisme yang mendiami dasar perairan dan tinggal di dalam atau pada sedimen dasar perairan. Zoobenthos ini juga merupakan hewan yang sebagian atau seluruh siklus hidupnya berada di dasar perairan, baik sesil, merayap maupun menggali lubang (Rahma *et al.*, 2020).

2. EPT (Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera).

Ephemeroptera, Plecoptera, dan Trichoptera ini adalah serangga dari Makrozoobenthos dengan ordo yang disebut EPT. (EPT) merupakan ordo serangga yang paling sensitif terhadap perubahan lingkungan di suatu perairan sehingga sering dijadikan sebagai indikator kualitas perairan (Chandra *et al.*, 2014 dalam Diantari, 2018).

Adapun contoh dari serangga EPT ialah:



(a) (b) (c)

Gambar 2.2. (a) Ordo Trichoptera, genus: *Hydropsyche sp.* (b) Ordo Ephemeroptera, genus: *Caenis sp.* (c) Ordo Plecoptera, genus: *Baetis sp.*

Sumber : dokumentasi Pribadi

Adapun ciri dari ketiga contoh Makrozoobenthos dengan Ordo EPT ini ialah:

- a. Ordo Ephemeroptera memiliki 3 filamen ekor, mempunyai insang di permukaan dorsal perut, serta memiliki satu cakar tarsal di ujung setiap kakinya.

- b. Ordo Plecoptera memiliki 2 ekor (cerci), V memiliki insang yang berada di torax, pangkal kaki, abdomen, memiliki 2 cakar tarsal, dan insang seperti jari (seperti rambut di bagian dada)
- c. Ordo Tricoptera memiliki 2 filamen ekor, mempunyai insang terletak di dorsal perut, serta memiliki 3 pasang kaki yang tersegmentasi pada torax sepasang prolegs anal.

3. Komunitas Makrozoobenthos

Komunitas benthos dapat juga dibedakan berdasarkan pergerakannya, yaitu kelompok hewan benthos yang hidupnya menetap (*sesile*). Dan hewan benthos yang hidupnya berpindah-pindah (*motile*). Hewan benthos yang hidup sesile sering kali digunakan sebagai indikator kondisi perairan (Ardian *et al.*, 2018).

4. Cara Makan Makrozoobenthos

Makrozoobenthos 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, makrobenthos dikelompokkan menjadi 2 yaitu: *filter feeder*, yaitu zoobenthos yang mengambil makanan dengan menyaring air, *Deposit feeder*, yaitu hewan benthos yang mengambil makanan dalam substrat dasar. Kelompok pemakan bahan tersuspensi (*filter feeder*) umumnya terdapat dominan di substrat berpasir misalnya moluska, bivalvia, beberapa spesies *Echinodermata* dan *Crustacea*. Pemakan deposit banyak terdapat pada substrat berlumpur seperti spesies *Polychaeta* (Desmawati *et al.*, 2019).

5. Peranan Makrozoobenthos

Zoobenthos merupakan hewan yang sebagian atau seluruh siklus hidupnya berada didasar perairan, baik yang *sesil*, merayap maupun menggali lubang. Zoobenthos membantu mempercepat proses dekomposisi materi organik. (Izmiarti, 2021).