

II . TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Suatu Daerah Aliran Sungai

Suatu daerah aliran sungai yang sering disingkat DAS adalah suatu daerah atau wilayah yang kemiringan lerengnya bervariasi serta dibatasi oleh punggung bukit-bukit atau gunung yang dapat menampung seluruh curah hujan sepanjang tahun dimana air terkumpul di sungai utama yang dialirkan terus sampai ke laut, sehingga merupakan suatu ekosistem kesatuan wilayah tata air (Sarief, 1985).

Sungai tersebut menerima air dari mata air atau dari gletser-gletser dan dari curah hujan yang jatuh di sekitar sungai. Sungai pada dasarnya terletak lebih rendah dari sekitarnya, sehingga air hujan akan mengalir ke arahnya (Amsyari, 1986).

Gambaran umum bioma lotik (air yang mengalir) dipengaruhi oleh jatuhnya aliran. Aliran yang dimaksudkan terdapat di beberapa sumber air di ketinggian tertentu. Misalnya sungai pegunungan yang mengalir ke bawah pada laju yang dipengaruhi oleh ketinggian. Laju ketinggian secara perlahan menurun pada ketinggian yang lebih rendah dan volume air meningkat sampai pada arus yang besar dan akhirnya

menjadi tenang. Selama transisi dari sungai yang alirannya lambat ini, temperatur air cenderung meningkat, oksigen yang tersedia menurun dan dasar sungai berubah dari berbatu menjadi berlumpur (Mc. Naughton, 1990).

Perairan tawar dapat diklasifikasikan atas dasar produktivitasnya, yaitu :

1. Oligotrofik

yaitu perairan yang miskin akan zat hara, dengan dasar yang keras berbatu dan air yang mengalir dengan cepat.

2. Distrofik

yaitu perairan yang miskin akan zat hara, tetapi kaya akan bunga tanah dan bereaksi masam.

3. Eutrofik

yaitu perairan yang miskin akan bunga tanah, walaupun berupa lumpur dan dangkal, kaya akan zat hara, termasuk kombinasi N, P, K (Pollunin, 1990).

B. Hewan Makrobenthos

Welch (1952) menyatakan, bahwa yang termasuk hewan benthos adalah seluruh organisme yang berada pada dasar perairan, baik dasar perairan yang dangkal maupun pada dasar perairan yang dalam. Sedangkan menurut Cummins (1975) menyatakan bahwa, hewan makrobenthos adalah

organisme yang pada pertumbuhan dewasanya paling kecil berukuran 3 sampai 5 mm.

Hutchinson (1957) dalam Supriharyono (1978) membedakan hewan makrobenthos berdasarkan pergerakannya, yaitu :

- golongan benthos yang hidup menetap
- golongan benthos yang hidup berpindah-pindah baik secara aktif ataupun pasif.

Sahala Hutabarat dan Evan (1985) membedakan hewan benthos berdasarkan ukurannya, yaitu :

1. Golongan mikrofauna

yaitu golongan hewan-hewan yang mempunyai ukuran tubuh lebih kecil dari 0,1 mm. Termasuk golongan ini adalah seluruh Protozoa.

2. Golongan meiofauna

Yaitu golongan hewan-hewan yang mempunyai ukuran tubuh antara 0,1 sampai 1,0 mm. Termasuk golongan ini meliputi Protozoa yang berukuran besar, Cnidaria, jenis cacing yang berukuran kecil dan beberapa Crustacea.

3. Golongan makrofauna

Yaitu golongan hewan-hewan yang mempunyai ukuran lebih besar dari 1,0 mm. Termasuk golongan ini

meliputi Echinodermata, Annelida, Mollusca, dan anggota beberapa phylum lainnya.

Lebih lanjut dikatakan bahwa cara lain untuk mengklasifikasikan hewan benthos adalah dengan melihat hubungannya dengan tempat hidup, yaitu terdiri dari :

- golongan epifauna

yaitu hewan yang hidup di atas permukaan dasar perairan

- golongan infauna

yaitu hewan yang hidup dengan cara menggali lubang pada dasar perairan

Selain itu Odum (1978) menggolongkan hewan makrobenthos berdasarkan cara makannya, yaitu :

1. Hewan "*filterfeeders*"

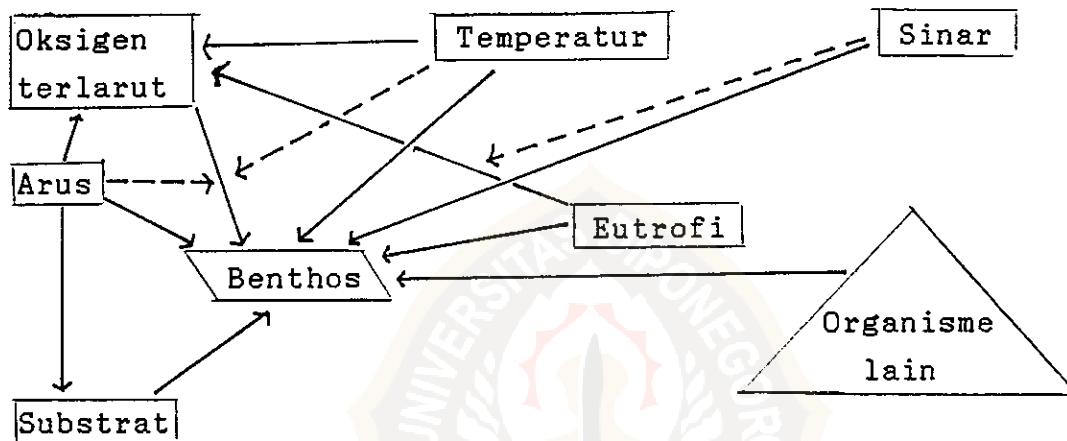
yaitu hewan yang cara makannya dengan cara menyaring.

2. Hewan "*defositfeeders*"

yaitu hewan pemakan detritus.

Taksa terpenting yang termasuk didalam hewan makrobenthos adalah *Insecta*, *Mollusca*, dan *Annelida*. Taksa-taksa tersebut mempunyai fungsi yang sangat penting di dalam komunitas perairan, karena sebagian dari mereka menempati tingkatan trofik kedua atau ketiga.

Hewan benthos dipengaruhi secara langsung oleh arus, DO, suhu, sinar, eutrofi, organisme lain dan substrat. Suhu dan arus akan mempengaruhi DO, sehingga suhu dan arus secara tidak langsung juga mempengaruhi benthos. Arus akan berpengaruh langsung terhadap benthos dan substrat (Hawkes, 1975).



Gambar 01. Beberapa faktor yang mempengaruhi distribusi hewan benthos di perairan

Keterangan gambar : --- pengaruh tidak langsung (interaksi)
 — pengaruh langsung

C. Faktor-Faktor Fisik-Kimia Perairan Yang Mempengaruhi Kehidupan Hewan Makrobenthos

1. Faktor-Faktor Fisik Perairan

1.1. Arus sebagai faktor pembatas

Kecepatan arus sungai ditentukan oleh kecuraman sungai yang disebabkan oleh tinggi

rendahnya dasar sungai, halus kasarnya dasar sungai serta kedalaman sungai (badan air).

Dengan adanya arus maka kandungan oksigen terlarut pada berbagai tempat di sungai relatif hampir sama.

Berdasarkan kecepatan arus maka Odum (1978) membagi badan air dalam dua golongan:

a. zona jeram ("rapid zone")

merupakan perairan dangkal, dimana kecepatan arusnya cukup tinggi sehingga dasar sungai tampak bersih dari pasir maupun material lainnya, dengan demikian substratnya keras. Zone ini biasanya dihuni oleh organisme periphytic atau benthos yang mampu melekat dengan kuat pada substrat dasar tersebut.

Menurut Mc Naughton (1990) pada daerah yang beraliran cepat biasanya terdapat larva serangga yang mampu mempertahankan posisi mereka dalam arus yang deras karena tubuh mereka yang memiliki alat hisap sehingga mereka dapat bertahan pada permukaan batuan.

b. zona kolam ("pool zone")

merupakan perairan yang lebih dalam dari rapid zone dimana kecepatan arus agak lambat sehingga

pasir dan material lain dapat mengendap. Dengan demikian dasar perairan ini cocok untuk organisme benthos yang dapat membuat lubang seperti cacing dan moluska.

Arus dapat menimbulkan kekeruhan air, sehingga secara tidak langsung akan mempengaruhi penetrasi cahaya ke dalam air. Selain itu arus juga dapat mempengaruhi keadaan substrat dasar yang merupakan faktor yang sangat menentukan komposisi komunitas benthos yang ada dalam perairan (Hawkes, 1975).

Selain itu Odum (1978) menyatakan arus merupakan faktor utama yang membatasi penyebaran hewan benthos di sungai. Dasar perairan berupa pasir atau batu kerikil jarang ditemukan benthos, akibat Terjadinya pergeseran butiran pasir atau kerikil oleh arus air yang dapat pula mengakibatkan gesekan pada organisme.

1.2. Pertukaran tanah dan air

Terjadi karena adanya proses erosi permukaan, dimana tanah akan jatuh ke sungai karena air hujan yang jatuh dan mengalir di atas permukaan tanah yang kemudian melarutkan tanah dan akhirnya menghanyutkan butir-butir tanah yang mengandung

unsur-unsur hara (bahan organik) secara berangsur-angsur (Amsyari, 1986).

1.3. Suhu

Faktor suhu memegang peranan penting dalam suatu perairan dan merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan hewan benthik. Setiap species atau kelompok species mempunyai suhu optimal, dalam batas-batas terkendali dan mengijinkan setiap kenaikan suhu 10°C akan menaikkan derajat metabolisme dua sampai tiga kali lebih besar Kaswadji (1976).

Selain itu suhu membatasi sebaran hewan-hewan benthik secara geografik dan suhu paling baik bagi pertumbuhan hewan benthik berkisar antara 25°C - 31°C Sukarno (1981) dalam Adi Santosa (1988).

1.4. Kedalaman

Kedalaman suatu perairan akan membatasi penetrasi cahaya matahari, sehingga secara tidak langsung akan mempengaruhi pertumbuhan hewan-hewan benthik yang hidup didalamnya, sebab kebutuhan oksigen untuk respirasi fauna akan semakin berkurang dengan semakin dalamnya Perairan. Hal ini disebabkan karena intensitas cahaya yang masuk

makin kecil, sehingga fotosintesis berkurang dan O_2 yang dihasilkan hanya sedikit (Sukarno, 1981 dalam Adi Santosa, 1988).

1.5. Substrat Dasar

Substrat dasar merupakan faktor yang berpengaruh langsung terhadap komposisi dan distribusi hewan benthos. Disamping sebagai tempat hidup, substrat dasar juga berfungsi sebagai sumber makanan bagi sebagian besar hewan benthos (Hawkes, 1975).

Andrews (1980), mengklasifikasikan substrat dasar pada daerah littoral (Perairan sampai kedalaman 5,5 meter) menjadi enam tipe yaitu lumpur, pasir, liat pasir, tanah liat, kerikil dan batu. Dari keenam tipe ini substrat yang paling disukai, berturut-turut adalah: substrat lumpur, substrat pasir, substrat tanah liat, substrat batu, substrat liat berpasir dan terakhir jenis substrat batu kerikil.

2. Faktor-Faktor Kimia Perairan

2.1. Oksigen terlarut (Dissolved Oksigen)

Organisme benthos membutuhkan oksigen dalam jumlah yang bervariasi, sesuai dengan jenis, stadia serta aktifitas yang dilakukan.

Besarnya kandungan O_2 sangat dipengaruhi oleh laju fotosintesis, respirasi, suhu air, salinitas dan komposisi bahan organik. Pengukuran Oksigen terlarut adalah salah satu metode yang umum digunakan dan amat penting dari semua metode kimia yang berguna untuk penelitian lingkungan perairan. Nilai DO memberi informasi mengenai keadaan biologi dan reaksi biokimia yang berlangsung di dalam air. Pengukuran ini merupakan salah satu faktor lingkungan yang penting yang mempengaruhi kehidupan perairan (Hasler dan Chandler, 1979).

Oksigen ditambahkan ke air dari atmosfer atau sebagai hasil fotosintesis dari tanaman perairan dan digunakan pada respirasi biokimia oleh organisme air melalui reaksi kimia anorganik. Konsentrasi DO di dalam air tergantung kepada temperatur, tekanan dan konsentrasi dari macam-macam ion .

Pada Perairan yang dalam umumnya kelarutan oksigen lebih tinggi daripada di permukaan karena suhu air di tempat yang dalam lebih rendah daripada di permukaan.

2.1. Derajat Keasaman

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor pembatas bagi kehidupan komunitas benthos. Masing-masing jenis organisme perairan mempunyai toleransi yang berbeda tergantung pada tingkat kejenuhan oksigen terlarut, alkalinitas, konsentrasi ion-ion.

Air yang segar dari pegunungan biasanya mempunyai pH air yang lebih tinggi. Makin lama pH air akan menurun menuju suasana asam. Hal ini disebabkan penambahan bahan-bahan organik yang kemudian membebaskan CO_2 jika mengurai (Sastrawijaya, 1991).

2.3. Karbondioksida (CO_2) terlarut

Merupakan faktor yang berpengaruh terhadap keberadaan biota akuatik. Dalam suatu perairan yang tercemar oleh bahan-bahan organik maka kadar CO_2 terlarut menjadi tinggi sehingga dapat bersifat racun terhadap ikan dan organisme perairan lainnya.

2.4. Biological Oxygen Demand (BOD)

BOD merupakan suatu analisa empiris yang mencoba mendekati secara global proses-proses mikrobiologis yang benar-benar terjadi di dalam air. Angka BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan (mengoksidasikan) hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat-zat organik yang tersuspensi dalam air.

Pemeriksaan BOD di perlukan untuk menentukan bahan pencemaran akibat buangan penduduk atau industri, dan untuk mendisain sistem-sistem pengolahan biologis bagi air yang tercemar tersebut. Penguraian zat organik adalah peristiwa yang alamiah, kalau sesudah badan air dicemari oleh zat organik, bakteri dapat menghabiskan oksigen terlarut, dalam air selama proses oksidasi tersebut yang bisa mengakibatkan kematian ikan-ikan dalam air dan keadaan menjadi anaerobik dan dapat menimbulkan bau busuk pada air tersebut (Aebert dan Santika, 1987).

Lee, Wang dan Kuo (1978) dalam Nanik (1993), telah membuat suatu klasifikasi derajat pencemaran air berdasarkan nilai BOD, yaitu :

- BOD < satu menandakan perairan yang bersih
- BOD < tiga ,perairan tercemar sangat ringan
- BOD antara 3,0 - 4,0, perairan tercemar ringan
- BOD antara 5,0 - 15 , perairan tercemar sedang
- BOD > 15 menandakan perairan tercemar berat

D. Sifat Komunitas Lotik

Jenis dan dasar sungai penting bagi sifat komunitas lotik dan kepadatan populasi jasad dominan yang didapatkan, yaitu apakah dasar sungai itu berpasir, berkerikil atau berbatu.

Sifat substrat merupakan hal yang penting dalam menentukan keberadaan bentik di aliran-aliran dan sungai. Pada umumnya, substrat yang kokoh, berbatu lazim terdapat di air yang mengalir cepat, karena zarah-zarah yang lebih kecil telah dihanyutkan sedang dalam air yang lambat biasanya terdapat endapan berlumpur dan biasanya dalam jumlah yang berlebihan (Pollunin ,1990)

Dasar yang padat dan berbatu merupakan habitat yang baik untuk tempat bertautnya hewan-hewan daerah riam di antaranya adalah benthos.

Sedangkan dasar habitat air tenang (umumnya berupa lumpur), biasanya hanya terdapat hewan makroinvertebrata.

Dasar sungai yang berupa pasir atau sedimen halus merupakan lingkungan hidup yang kurang baik sehingga hanya sedikit species benthos yang hidup pada dasar sungai.

Jadi pada umumnya invertebrata akuatik menunjukkan kepadatannya yang lebih besar di habitat riam (berarus deras), sedangkan habitat yang berair tenang terdapat *Bivalvia*, *Odonanta*, dan *Ephemeroptera* terdapat dalam jumlah yang besar.

Invertebrata-invertebrata air sangat peka terhadap kualitas air, dan sebagian besar setidak-tidaknya mempunyai daur kehidupan setahun, akibatnya keberadaannya yang berlimpah dapat digunakan sebagai indikator kualitas air masa lalu dan saat ini (Lee 1986).

E. Indeks-indeks Numerik

Sejumlah indeks-indeks numerik yang sederhana telah dikembangkan untuk memudahkan perbandingan populasi invertebrata sungai dan untuk menghubungkan populasi-populasi ini dengan kualitas air (Lee, 1986).

Indeks-indeks itu antara lain :

1. Indeks Kelimpahan (Di)

Digunakan untuk menggambarkan komposisi jenis dalam komunitas dengan rumus :

$$D_i = n_i / N \times 100$$

atau
$$D_i = p_i \times 100$$

Menurut Jorgensen (1951) dalam Santosa (1988) untuk menggambarkan komposisi jenis dalam komunitas dapat di bedakan dalam 3 kelompok, yaitu :

- a. Jenis dominan dengan $D_i > 5\%$
- b. Jenis subdominan dengan D_i antara 2 - 5%
- c. Jenis tidak dominan dengan D_i antara 0 - 2%

Kelimpahan hewan invertebrata dalam suatu perairan dapat dinyatakan sebagai jumlah individu per volume satuan (individu per grab) (Hutahuruk, 1984).

Kelimpahan hewan benthos dalam perairan, selain dipengaruhi oleh faktor fisika-kimia (seperti suhu, pH, kedalaman, kecepatan arus, kandungan oksigen terlarut dan sebagainya) juga dipengaruhi oleh faktor biologis, seperti hewan mangsa dan pemangsa. Kemungkinan suatu jenis organisme tidak ada dalam lingkungan disebabkan karena tidak adanya makanan (mangsa) walaupun semua faktor lingkungan telah menunjukkan kondisi optimal untuk kehidupan suatu organisme.

Dengan demikian ketidakseimbangan lingkungan fisika, kimia dan biologi perairan akan mempengaruhi

kelimpahan, keseragaman organisme perairan tersebut, termasuk benthos, sehingga kelimpahan dan keseragaman jenis dapat dipakai untuk menaksir kualitas air suatu perairan. Perairan yang berkualitas baik biasanya mempunyai nilai keseragaman jenis yang tinggi dan kelimpahan per jenis rendah dan keadaan sebaliknya terjadi di perairan yang berkualitas buruk.

2. Indeks Keanekaragaman.

Hubungan antara jumlah jenis dengan individu dapat dinyatakan dalam indeks keanekaan (diversity indeks) dimana yang umum digunakaaan adalah dari Shannon - Wiener, yaitu :

$$H' = - \sum (n_i / N) \ln (n_i / N)$$

H' = indeks keanekaan Shannon

(Odum, 1978)

Poole (1974) mengatakan bahwa keanekaragaman tidak hanya tergantung dari jumlah species atau genera dalam komunitas, tetapi juga tergantung dari kelimpahan dalam setiap species atau genera tersebut. Selanjutnya dikatakan suatu komunitas dengan semua species atau genera dimana jumlah individu didalamnya seimbang adalah lebih beranekaragam daripada komunitas lain meskipun

jumlah species atau genera sama, tetapi beberapa species atau genera kelimpahan individunya sangat tidak merata.

Keanekaragaman terbesar didapatkan jika semua jumlah individu berasal dari species atau genera yang berbeda-beda dan keanekaragaman mempunyai nilai yang lebih kecil atau sama dengan nol jika semua individu berasal dari satu species atau genera.

Lee et al. (1978) mengemukakan teori untuk menduga keanekaragaman hewan makrobenthos dalam suatu komunitas, dimana teori ini merupakan alat yang efisien dan efektif untuk melihat dampak polusi air pada suatu perairan. Ada beberapa kriteria kualitas air berdasarkan nilai keanekaragaman menurut Lee et al. (1978) yaitu :

1. Air tidak tercemar atau pencemaran sangat ringan, jika nilai keanekaragamannya lebih besar dari dua
2. Air tercemar ringan, jika nilai keanekaragamannya antara 2,0 dan 1,6
3. Air tercemar berat, jika nilai keanekaragamannya lebih kecil dari satu.

Sedangkan menurut Wilhm dan Doris (1968) dalam Wilhm (1975) nilai indeks keanekaragaman dibedakan menjadi :

1. Air bersih, jika nilai keanekaragamannya lebih besar dari tiga
 2. Air setengah tercemar, jika nilai keanekaragamannya mempunyai nilai antara satu sampai tiga
 3. Air tercemar berat, jika nilai keanekaragamannya lebih kecil dari satu
3. Indeks Perataan ("evenness index" / "the equitability index")

Digunakan untuk mengetahui perataan penyebaran individu yang dimiliki suatu jenis dalam suatu komunitas

$$e = H' / \log S$$

(Odum, 1978)

Nilai indeks perataan jenis (e) berkisar antara nol sampai satu, dimana nilai satu menandakan jenis-jenis yang ada pada perairan tersebut tersebar secara merata.

F. Tata Guna Lahan

Bentang lahan secara khas terbentuk dari bentuk-bentuk lahan yang berukuran kecil sampai sedang. Namun demikian, yang tampak pada umumnya adalah vegetasi yang menutupinya dan berbeda-beda menurut kondisi setempat.

Dari banyak cara untuk mengklasifikasikan lahan yang paling praktis dan paling bernilai adalah menurut penggunaannya yang digolongkan dalam tiga golongan

utama :

1. Sesuai untuk budidaya pertanian dan penggarapan
2. Sesuai untuk penggembalaan dan hutan permanen, tetapi bukan untuk budidaya tanaman
3. Sesuai untuk satwa liar, tapi bukan untuk pembudidayaan tanaman dan lahan penggembalaan (Pollunin, 1990)

Klasifikasi lahan merupakan pengembangan sistem logika untuk pengaturan dari berbagai macam lahan kedalam kategori-kategori yang ditentukan menurut sifat-sifat lahan itu sendiri. Sifat-sifat ini meliputi sifat-sifat yang dapat diamati secara langsung, seperti kemiringan lereng atau sifat-sifat yang ditetapkan hanya dengan penyelidikan, seperti kesuburan tanah.

Sistem klasifikasi lahan sering dirancang untuk keperluan yang sangat terbatas dan mungkin hanya berlaku pada sifat lahan tertentu.

Klasifikasi lahan menurut Sitorus (1985) digolongkan menjadi tiga bagian, yaitu:

1. Lahan yang dapat digarap ("arable land")

Adalah lahan yang mempunyai satuan luas yang cukup untuk usaha pertanian dan bila diberikan perbaikan-perbaikan dalam pendataran, drainase, fasilitas irigasi dan sejenisnya akan mempunyai kapasitas produksi yang cukup.

2. Lahan yang dapat dialiri ("irrigable land")

adalah lahan-lahan yang dapat digarap, yang apabila dibangun fasilitas irigasi, drainase, pencegah banjir dan fasilitas lainnya yang diperlukan akan dapat memberikan hasil yang lestari.

3. Lahan produktif ("productive land")

adalah luas maksimum dari daerah yang dapat di aliri yang dapat ditanami dan memberikan dasar untuk menunjang kebutuhan air.

Banyaknya unsur hara (organik) di dalam sungai berasal dari ekosistem lahan teresterial yang berdekatan dengan sungai melalui proses erosi, dimana erosi ini akan mempengaruhi karakter ekosistem lotik dengan mengatur pemasukan bahan organik sebagai bahan makananan yang dapat menentukan komposisi species dari ekosistem lotik tersebut (Mc. Naughton, 1990).