

TINJAUAN PUSTAKA

Makroinvertebrata Benthos Sebagai Indikator Kualitas Air

Makroinvertebrata Benthos adalah organisme akuatik yang hidup di atas atau di dalam substrat, atau dasar sungai, dan cukup besar untuk dilihat dengan mata (Stapp dan Mitchel, 1995). Cummins, (1975) dalam Whitton, (1975) menambahkan bahwa, berdasarkan ukurannya dimulai dari spesimen yang berukuran $< 0,1$ mm, sedangkan hewan yang dewasa sekurang-kurangnya 3-5 mm.

Makroinvertebrata Benthos dipergunakan sebagai bioindikator ekologi karena mobilitasnya relatif rendah, sehingga langsung dipengaruhi zat yang memasuki lingkungan, mudah untuk diidentifikasi, dan diawetkan daripada organisme mikroskopik (Wilhm, 1975 dalam Whitton, 1975). Perannya antara lain : (1) sebagai pengurai bahan-bahan organik yang terdapat di dasar perairan atau di dalamnya, dan (2) sebagai pentransfer energi dari produsen primer ke organisme yang berjenjang trofik lebih tinggi (Koesoebiono, 1989).

Kelompok yang termasuk Makroinvertebrata Benthos adalah : Turbellaria, Tubifex (Oligochaeta), Hirudinae, Isopoda, Amphipoda, Decapoda, Gastropoda, Pelecypoda, dan Insekta (Heksapoda). Walaupun beberapa kelompok Insekta adalah terestrial, dalam golongan tertentu, menjadikannya beradaptasi dengan kehidupan akuatik selama beberapa tahapan dari daur hidupnya. Beberapa kelompok Insekta digunakan sebagai bioindikator

kualitas air. Golongan Insekta tersebut Odonata, Plecoptera, Megaloptera, Trichoptera, Coleoptera, Hemiptera, dan Diptera (Stapp dan Mitchel, 1995).

Keuntungan penggunaan Makroinvertebrata Benthos sebagai bioindikator adalah :

1. Komunitas Makroinvertebrata Benthos sebagai bioindikator yang baik pada kondisi setempat.
2. Menurunnya kondisi lingkungan seringkali dapat diteliti dengan ujicoba biologi mengenai komunitas makroinvertebrata benthos.
3. Pengambilan sampel relatif mudah, hanya memerlukan sedikit orang, alat tidak mahal, dan tidak berdampak merusak biota yang sifatnya menetap.
4. Makroinvertebrata Benthos sebagai sumber pakan untuk kegiatan rekreasi dan komersial.
5. Makroinvertebrata Benthos umumnya melimpah di sebagian besar sungai (Plafkin, 1989).

Perairan yang memperoleh pencemaran berat, sedang, dan ringan memiliki organisme benthos dengan spesies yang berlainan. Organisme Benthos merupakan parameter kualitas air, sehingga pengukurannya diperlukan guna menilai pencemaran air (Sutrisno dan Suciati, 1991). Demikian pula menurut Lee dkk., (1978) yang mengemukakan bahwa indeks diversitas suatu komunitas makroinvertebrata benthos, dapat merupakan alat yang efisien dan efektif untuk mengukur suatu dampak polusi air buangan pada lingkungan sungai.

Indeks Keanekaragaman (Diversitas)

Untuk mengetahui kondisi kualitas air secara biologis dapat diketahui dengan penentuan indeks diversitas (keanekaragaman) dari organisme yang ada (Anonymous,

1983/1984). Keanekaragaman dapat diartikan sebagai banyaknya jenis atau genera yang terdapat dalam contoh yang diambil (Wilhm, 1975 dalam Whitton, 1975).

Dalam ekologi umumnya diversitas mengarah ke diversitas spesies, pengukurannya melalui jumlah spesies dalam komunitas dan kemelimpahan relatifnya. Diversitas spesies terdiri dari 2 komponen yaitu : (1) jumlah spesies yang ada, umumnya mengarah ke kekayaan (richness). (2) kelimpahan relatif spesies, yang mengarah ke pemerataan (evenness) distribusi kemelimpahan di antara spesies (Naughton dan Wolf, 1991).

Diversitas spesies dan penggunaan Makroinvertebrata Benthos sebagai bioindikator merupakan metode yang secara luas digunakan dalam penilaian kualitas air (Wilhm dkk., 1968 dalam Lee dkk., 1978).

Indeks Evenness digunakan untuk mengukur penyebaran individu-individu diantara jenis (Siswohardjono dkk., 1990). Dapat dikatakan pula, untuk melihat apakah di dalam komunitas organisme air yang diamati terdapat pola dominansi oleh satu atau beberapa kelompok jenis organisme. Makin banyak jumlah jenis (spesies) dan makin merata penyebaran individu-individu di dalam jenis (spesies) maka indeks kesamaan makin meningkat (Koesoebiono, 1989).

Nilai indeks keanekaragaman akan menjadi besar, jika semua individu yang berasal dari spesies yang berbeda sama. Keanekaragaman mempunyai nilai terkecil atau sama dengan nol jika semua individu berasal dari satu spesies. Namun demikian Poole, (1974) dalam Asriyanto, (1988) menyatakan bahwa, keanekaragaman tidak hanya tergantung dari

jumlah spesies atau genera dalam komunitas, tetapi tergantung pula oleh kelimpahan dalam tiap jenis atau genera tersebut.

Tinggi rendahnya keanekaragaman sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain keragaman tempat hidup (niche), stabilitas lingkungan, produktivitas, kompetisi, panjangnya rantai makanan, dan ukuran tubuh (Pianka, 1986 dalam Kastoro dkk., 1990).

Lingkungan yang tidak terpolusi ditandai oleh jumlah spesies yang besar, dengan tidak ada satu spesies tunggal yang membuat komunitasnya menjadi besar. Keanekaragaman maksimum tidak akan terjadi bila jumlah spesies di dalam suatu komunitas relatif rendah (Mason, 1991).

Sungai Dan Pencemaran

Sungai merupakan salah satu habitat perairan tawar yang menempati daerah relatif kecil di bumi ini bila dibandingkan dengan habitat lautan dan daratan. Faktor yang cukup besar membedakan habitat sungai dengan habitat air tawar lainnya ialah adanya arus, karena itu habitat sungai dikenal pula sebagai habitat air mengalir atau lotik (Odum, 1993).

Peranan sungai dalam kehidupan manusia sangat besar, misalnya untuk penyediaan air, sebagai sarana transportasi, serta banyak digunakan sebagai media untuk membuang sisa-sisa produksi. Meskipun permukaan sungai dan aliran air yang dimiliki lebih sempit daripada lautan, namun sungai lebih sering dipergunakan oleh manusia untuk berbagai macam keperluan hidupnya (Subroto, 1989).

lautan, namun sungai lebih sering dipergunakan oleh manusia untuk berbagai macam keperluan hidupnya (Subroto, 1989).

Limbah domestik umumnya didominasi oleh bahan organik yang kaya akan senyawa nitrogen, fosfor, dan bakteri (coliform). Dari limbah pertanian berupa bahan organik sisa pemupukan dan pestisida. Sedangkan dari industri biasanya berupa garam-garam terlarut berupa ikatan ion yang kompleks, senyawa yang persisten dan tergantung pada jenis industrinya (Anonymous, 1983/1984). Limbah dari kegiatan industri atau lainnya merupakan dampak negatif yang menimbulkan pencemaran. Sebagian dari limbah tersebut dimasukkan ke sungai tanpa pengolahan terlebih dahulu, yang menyebabkan kualitas air sungai semakin merurun (Anonymous, 1994).

Apabila limbah yang mempunyai sifat seperti di atas masuk ke dalam suatu ekosistem perairan yang pengaruhnya melebihi daya tampung perairan tersebut, maka keseimbangan ekologi yang bersangkutan terganggu, sehingga timbullah pencemaran (Anonymous, 1983/1984). Selanjutnya Cottam, (1969) dalam Hariyadi, (1987) mengemukakan bahwa, pencemaran air adalah menambahnya suatu material atau bahan dan setiap tindakan manusia yang mempengaruhi kondisi perairan sehingga mengurangi atau merusak daya guna perairan tersebut.

Perubahan kualitas air sungai dapat dinilai dengan berubahnya kualitas air alaminya, diukur dengan parameter seperti BOD, DO, pH, Amoniak, sementara sifat fisik air dapat

berubah dengan perubahan dalam padatan tersuspensi dan temperatur (Lester, 1975 dalam Whitton, 1975).

Faktor Abiotik Yang Mempengaruhi Kualitas Air Sungai

1. Parameter Fisik

1.a. Temperatur (Suhu)

Temperatur perairan sungai sangat penting untuk kualitas air. Kebanyakan dari karakteristik secara fisik, biologis dan kimia sungai secara langsung dipengaruhi oleh temperatur. Temperatur mempengaruhi :

- jumlah oksigen yang dapat larut di perairan
- kecepatan fotosintesis oleh alga dan tumbuhan akuatik yang lebih besar
- nilai metabolis organisme akuatik dan
- sensitifitas organisme pada buangan yang bersifat toksik, dan parasit (Stapp dan Mitchel, 1995).

Manusia juga mempengaruhi temperatur perairan dengan menebang pepohonan yang membantu menaungi sungai , dimana sinar matahari secara langsung mengenai perairan. Erosi tanah dapat juga menambah temperatur perairan menjadi panas. Erosi tanah dapat disebabkan oleh banyak aktifitas, termasuk menghilangnya vegetasi pinggir sungai, dan penggembalaan yang berlebihan (Stapp dan Mitchel, 1995).

Menurut Welch, (1952) dalam Kusnarti, (1994) pada temperatur perairan 20-30°C organisme perairan masih hidup dengan normal.

1.b. Padatan Tersuspensi

Padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut, dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil daripada sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, dan sel-sel mikroorganisme (Fardiaz, 1992).

Menurut Harsanto, (1995) padatan tersuspensi disamping penyebab kekeruhan di dalam air juga penyebab tingginya parameter lain seperti COD, apabila padatan tersuspensi tersebut zat organik biodegradasi maka parameter BOD juga akan tinggi.

Padatan tersuspensi yang dikandung dalam limbah cair, dalam aliran air akan mengendap di dasar badan air sehingga akan mengganggu kehidupan dalam badan air tersebut. Selain itu endapan akan terdekomposisi yang selanjutnya menyebabkan penurunan kandungan oksigen dalam air dan terjadinya bau busuk (Sugiarto, 1994). Demikian pula menurut Guthrie dan Perry (1980), disamping menambah eutrofikasi, padatan tersuspensi membuat keruh air atau tak tembus cahaya. Akibatnya, absorpsi cahaya oleh tumbuhan akuatik terbatas dan proses fotosintetik lainnya berjalan lambat atau berhenti.

2. Parameter Kimia

2.a. Oksigen Terlarut (DO)

Pada umumnya oksigen terlarut bukan merupakan faktor pembatas bagi kehidupan dalam ekosistem perairan tawar. Hanya pada keadaan-keadaan dimana berlangsung deoksigenasi, kadar oksigen terlarut dalam air dapat demikian rendahnya atau bahkan nol sehingga mengancam kehidupan dalam air. Keadaan seperti ini dapat terjadi bila dalam suatu perairan terdapat sejumlah besar bahan organik yang mengalami dekomposisi bakterial (Koesoebiono, 1989).

Hewan-hewan akuatik membutuhkan oksigen untuk bertahan hidup. Ikan dan beberapa serangga akuatik memiliki insang untuk menyaring oksigen dari perairan. Perairan dengan oksigen terlarut secara konsisten tinggi dianggap tidak tercemar dan ekosistem yang stabil sanggup mendukung bermacam-macam organisme akuatik yang berbeda (Stapp dan Mitchel, 1995).

Oksigen terlarut yang secara tiba-tiba atau berangsur menurun dapat menyebabkan perubahan dalam jenis organisme akuatik dari spesies yang tidak toleran terhadap pencemaran hingga spesies yang toleran terhadap pencemaran. Dengan penurunan oksigen terlarut, komunitas benthos serangga akuatik yang sensitif pada oksigen terlarut yang rendah, yaitu nimfa Plecoptera, larva Trichoptera, dan larva Coleoptera, dapat juga beberapa macam berkurang, seperti cacing akuatik dan larva Diptera, yang toleran terhadap penurunan oksigen (Stapp dan Mitchel, 1995).

2.b. Kebutuhan Oksigen Biologis (BOD)

Polusi organik dari air alam adalah salah satu bentuk polusi yang umum dan utama yang disebabkan oleh aktifitas manusia seperti mencuci pakaian, pembuangan sampah, dan

limbah industri ke dalam sistem perairan (Michael, 1994). Dalam perairan, bahan organik dipecah menjadi produk akhir yang tak berbahaya, dan tidak berbau. Namun demikian, bila timbunan polusi organik besar, khususnya bila tumbuhan dan binatang mati dalam jumlah besar, atau bahan kimia yang memerlukan oksigen dilepaskan ke dalam air, oksigen terlarut turun ke tingkat yang sangat rendah. Hal ini menyebabkan pengambilalihan proses peruraian oleh bakteri anaerob dengan aktivitas metaboliknya menghasilkan produk akhir yang memiliki bau yang khas dari pembusukan (Michael, 1994).

Dalam perairan, bahan organik dipecah menjadi produk akhir yang tak berbahaya akhir yang tak berbahaya, dan tidak berbau. Namun demikian, bila timbunan polusi organik besar, khususnya bila tumbuhan dan binatang mati dalam jumlah besar, atau bahan kimia yang memerlukan oksigen dilepaskan ke dalam air, oksigen terlarut turun ke tingkat yang sangat rendah. Hal ini menyebabkan pengambilalihan proses peruraian oleh bakteri anaerob dengan aktivitas metaboliknya menghasilkan produk akhir yang memiliki bau yang khas dari pembusukan (Michael, 1994).

BOD menggambarkan materi organik yang dapat mengalami degradasi biologis dalam air limbah ataupun air yang telah tercemar. Angka BOD adalah banyaknya oksigen yang dipakai oleh bakteri aerobik untuk menguraikan bahan organik dalam satu kurun waktu dan temperatur tertentu (Setiaji, 1995).

Peningkatan jumlah BOD merupakan petunjuk bahwa suatu perairan tercemar zat organik. Hal ini dimungkinkan karena semakin tinggi BOD suatu perairan maka semakin

miskin kandungan oksigen suatu perairan dan akhirnya secara otomatis akan mengakibatkan menurunnya jumlah biota perairan dan ikan yang ada (Setiaji, 1995).

2.c. pH

Air (H_2O) mengandung H^+ (ion hidrogen) dan OH^- (ion hidroksil). Masing-masing pengukuran memberikan nilai pH pada skala yang berkisar dari 0 hingga 14. Jika sampel yang diukur ion H^+ lebih banyak daripada ion OH^- disebut asam dan pHnya kurang dari 7. Jika sampel mengandung ion OH^- lebih banyak daripada ion H^+ , disebut basa, dengan pH lebih besar dari 7 (Stapp dan Mitchel, 1995).

pH dari sifat air biasanya antara 6,5 dan 8,5, walaupun dapat terjadi perubahan yang ekstrim. Kejadian seperti hujan asam dapat mengubah sifat pH pada badan air (Stapp dan Mitchel, 1995).

Perubahan dalam nilai pH perairan penting bagi banyak organisme. Sebagian besar organisme mempunyai kemampuan beradaptasi untuk hidup dalam perairan pada pH spesifik dan mungkin mati jika pH berubah, walau sangat kecil. Pada keadaan yang ekstrim dengan nilai pH tinggi atau rendah ($>9,6$ atau $<4,5$) perairan menjadi tak sesuai bagi sebagian organisme (Stapp dan Mitchel, 1995). Menurut KLH, (1987) dalam Kusnarti, (1994) pH yang dibolehkan 6-9, yang diinginkan 6,5-8.

2.d. Amoniak-Nitrogen (NH_3-N)

Nitrogen (N) dapat ditemui hampir di setiap badan air dalam bermacam-macam bentuk (Alaerts dan Santika, 1987). Di dalam air maupun air buangan, senyawa Nitrogen

biasanya bersifat reduktor, seperti misalnya: Nitrat, Nitrit, Amoniak, dan Nitrogen Organik. Amoniak secara alamiah terdapat pada air permukaan, air tanah dan air buangan (Greenberg, 1992). Hanya bentuk Amoniak tak terion (NH_3) yang beracun bagi kehidupan perairan (Michael, 1994). Kadar Amoniak yang tinggi pada air sungai selalu menunjukkan adanya pencemaran. Rasa NH_3 kurang enak, sehingga kadar kadar NH_3 harus rendah; pada air minum kadarnya harus nol dan pada air sungai harus di bawah 0,5mg/l (syarat mutu air sungai di Indonesia) (Alaerts dan Santika, 1987). Amoniak yang terdapat dalam *effluent* limbah merupakan ancaman potensial terhadap lingkungan akuatik (Juniati, 1993).

Jumlah oksigen terlarut yang ada dan pH air adalah faktor penting yang mempengaruhi toksisitas Amoniak (Michael, 1994). Toksisitas Amoniak akan meningkat dengan meningkatnya pH, tetapi akan menurun bila terdapat O_2 yang mengoksidasi Amoniak menjadi Nitrat, pH merupakan faktor yang sangat penting dalam proses nitrifikasi. Sebaliknya bila kadar oksigen terlarut rendah, toksisitas akan sangat meningkat (denitrifikasi) (Juniati, 1993).