

II. Tinjauan Pustaka

2.1. Hewan Bentos

Bentos adalah hewan yang sebagian besar atau seluruh siklus hidupnya berada pada dasar perairan, baik yang sesil, merayap maupun menggali lubang (Sudarso *et al*, 1999). Berdasarkan ukuran tubuhnya hewan bentos dibedakan atas 2 (dua) kelompok besar, yaitu mikrobentos dan makrobentos. Mikrobentos adalah hewan bentos yang ukuran tubuhnya kecil dari 0,6 mm dan makrobentos ukuran tubuhnya besar dari 0,6 mm. Makrozoobentos dapat mencapai ukuran tubuh sekurang-kurangnya 35 mm pada saat pertumbuhan maksimum. Taksa-taksa utama yang umumnya termasuk sebagai makrozoobentos adalah; Insecta, Mollusca, Oligochaeta, Crustacea, Amphipoda, Isopoda, Decapoda dan Nematoda (Cummins, 1975).

Keberadaan hewan bentos pada suatu perairan, sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, baik biotik maupun abiotik. Faktor biotik yang penting diantaranya adalah produsen (keberadaan plankton), yang merupakan salah satu sumber makanan bagi hewan bentos. Adapun faktor abiotik adalah faktor fisika-kimia air yang meliputi; substrat tanah, suhu, kecerahan, salinitas, pH, oksigen terlarut (DO), kebutuhan oksigen biologi (BOD) dan kimia (COD), total suspended solid (TSS) serta kandungan amonia (Goldman and Horne, 1983).

Dari penelitian Welch (1952) di Danau Oneida New York dilaporkan bahwa substrat dasar perairan sangat berpengaruh pada keanekaragaman hewan bentos. Dimana ia menemukan 114 jenis hewan bentos pada substrat tanah berlumpur,

104 jenis pada substrat pasir, 83 jenis pada substrat liat, 58 jenis pada substrat kerikil, 78 jenis pada substrat batu dan 72 jenis pada substrat liat berpasir.

Selain faktor fisika dan kimia, faktor biologi seperti predator dan kompetitor juga mempengaruhi perkembangan hewan bentos. Hewan bentos merupakan kelompok tropik level kedua, yang kebanyakan memakan detritus. Sehingga persaingan untuk mendapatkan makanan dapat terjadi antar dan inter jenis (Nurdin, 1999). Beberapa jenis hewan bentos adalah karnivora seperti dari kelas Oligochaeta yang memakan Entomostraca, larva insekta dan jenis Oligochaeta lainnya. Selain itu beberapa jenis ikan karnivora juga memakan hewan ini (Pennak, 1978).

Menurut Oey, Soeriaatmadja dan Parjatmo (1978) karena organisme bentos ini hidup relatif menetap maka organisme ini baik digunakan sebagai petunjuk kualitas lingkungan perairan, karena selalu kontak dengan limbah yang masuk ke habitatnya. Kelompok hewan ini dapat lebih mencerminkan adanya perubahan faktor-faktor lingkungan dari waktu ke waktu di perairan, karena hewan bentos ini terus menerus terdedah terhadap air yang kualitasnya berubah-ubah.

Selanjutnya Rosenberg dan Resh (1993) menyatakan, diantara hewan bentos yang relatif mudah diidentifikasi dan peka terhadap perubahan lingkungan perairan adalah jenis-jenis yang termasuk dalam kelompok invertebrata makro, yang lebih dikenal dengan makrozoobentos.

Daya tahan dan adaptasi masing-masing jenis hewan bentos berbeda antara jenis yang satu dengan lainnya, ada yang tahan dan ada yang tidak tahan terhadap kondisi perairan setempat, sehingga ada hewan-hewan bentos tertentu dapat

dijadikan petunjuk untuk menaksir kualitas perairan tersebut (Sudarso *et al*, 1999).

Dari beberapa penelitian dilaporkan ada beberapa jenis hewan bentos yang dapat digunakan sebagai indikator pencemaran perairan. Pennak (1978) dan Hutchings (1984) melaporkan bahwa Polychaeta merupakan kelompok makrozoobenthos yang umum dijumpai di perairan laut dan estuari, hanya sedikit yang hidup di air tawar. Selanjutnya Richardson (*dalam* Wilhm 1975) melaporkan beberapa jenis Oligochaeta dan Polychaeta tahan terhadap polusi, dan kelimpahannya yang tinggi di perairan menunjukkan adanya bahan organik yang tinggi di perairan.

Hutagaol (2000) menyatakan bahwa makrozoobentos merupakan organisme kunci dalam jaringan makanan, karena dalam sistem perairan berfungsi sebagai pemangsa, penyaring, pemakan bangkai dan parasit. Juga banyak generanya dan memiliki sensitifitas yang beragam sehingga memberikan reaksi berbeda terhadap perubahan-perubahan lingkungan yang terjadi. Sedangkan Fakultas Perikanan IPB (1992) menyatakan bahwa peranan hewan bentos di perairan meliputi kemampuannya dalam mendaur ulang bahan-bahan organik, membantu proses mineralisasi dan kedudukannya berada dalam beberapa posisi penting dalam rantai makanan sehingga dapat digunakan untuk menduga tingkat kesuburan perairan.

Penelitian tentang perkembangan hewan bentos di kolam dengan menggunakan kotoran ayam sudah pernah dilakukan oleh Sedana (1987) dan kotoran kambing oleh Pamukas (2004), dari penelitian-penelitian ini dilaporkan bahwa penambahan pupuk kandang sangat meningkatkan kepadatan hewan bentos.

Sedangkan menurut Sihotang (1993) kepadatan hewan bentos sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, dimana kondisi habitat sangat menentukan.

2.2. Pupuk Bokasi

Anon (1995) menyatakan bahwa pemupukan adalah proses penambahan zat hara ke dalam tanah sehingga sifat-sifat fisika, kimia dan biologi dari tanah yang diberi pupuk menjadi berubah. Tanah yang diberi pupuk akan menjadi lebih subur jika pemupukan sesuai dengan cara dan dosis pupuk yang dibutuhkan. Sedangkan menurut Sutejo (2002) pemupukan ialah pemberian pupuk dalam dosis yang tepat serta waktu yang tepat sehingga keseimbangan hara/zat mineral dapat dipertahankan dalam tanah dan tersedia bagi tanaman.

Menurut Uvarov, Cahman dan Isaacs (1971) pupuk berdasarkan asal usulnya atau proses pembuatannya dapat terbagi atas dua jenis, yaitu pupuk alami dan buatan. Pupuk alami biasanya berasal dari kotoran hewan atau sisa-sisa bahan atau sampah organik. Sedangkan pupuk buatan adalah pupuk yang dibuat oleh manusia.

Penggunaan pupuk buatan (an organik) sudah lebih sering dilakukan karena mudah didapat dan gampang pengerjaannya sebagai penyedia unsur hara yang dibutuhkan. Bila diperhatikan sekilas hasil produksinya memang bagus baik kualitas maupun kuantitasnya. Akan tetapi setelah berjalan beberapa waktu lamanya ternyata pupuk buatan ini memberi efek negatif pada tanah yaitu; mencemari lingkungan, memutuskan mata rantai kehidupan tertentu dan efek-efek negatif lainnya. Efek negatif yang berkepanjangan pada suatu areal pertanian akan menurunkan produktifitas lahan itu sendiri, sehingga tujuan semula untuk memaksima-

lisasi produktifitas areal pertanian tersebut tidak tercapai. Saat ini untuk memenuhi kebutuhan pangan dari sektor pertanian sudah mengarah pada pertanian yang mempertahankan keseimbangan lingkungan, yaitu dengan penggunaan pupuk organik yang terbukti ramah lingkungan dan tanpa efek residu yang merugikan (Harjono, 2000).

Menurut Nasir (2006) pembangunan pertanian alami semula hanya menerapkan sistem pertanian organik, tetapi ternyata hasilnya hanya sedikit. Dalam tahun 1980-an, Prof Dr. Teruo Higa memperkenalkan konsep EM atau Efektive Mikroorganisme pada praktek pertanian alami tersebut. Teknologi EM ini telah dikembangkan dan digunakan untuk memperbaiki kondisi tanah, menekan pertumbuhan mikroba yang menyebabkan penyakit, dan memperbaiki efisiensi penggunaan bahan organik oleh tanaman. Pada pembuatan bokasi sebagai salah satu pupuk organik, bahan EM meningkatkan pengaruh pupuk tersebut terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman.

Selanjutnya juga dinyatakan bahwa pupuk bokasi adalah pupuk organik (dari bahan jerami, pupuk kandang, sampah organik, dll) hasil fermentasi dengan teknologi EM-4. Bokasi merupakan pupuk organik yang dapat dibuat dalam beberapa hari dan siap dipakai dalam waktu singkat, selain itu biaya pembuatan pupuk bokasi murah, sehingga sangat efektif dan efisien.

Menurut Higa (1980) teknologi EM-4 memanfaatkan mikroorganisme alami yang bersifat fermentasi (peragian) dan sintetik (penggabungan) yang terdiri dari fermentasi, bakteri fotosintetik dan *Actinomycetes*. PT. Songgolangit Persada (1995) menyatakan bahwa EM-4 adalah efektif mikroorganisme 4 yang

berbentuk cairan berwarna kuning, dan kecokelatan, berbau sedap dengan rasa asam manis.

Indonesia Kyusei Nature Farming Societies (1995) melaporkan bahwa mutu air yang jelek dapat diperbaiki dengan memanfaatkan teknologi EM-4 yang mampu mempercepat pengomposan bahan organik atau kotoran hewan, membersihkan air limbah, serta meningkatkan kualitas air pada tambak udang dan ikan. Untuk meningkatkan kualitas air tambak pemberian EM-4 dilakukan pada 2-3 bulan sejak penanaman benur, sebanyak 8-10 liter per hektar.

Menurut Apnan (1997) pemberian EM-4 aktif bertujuan untuk memperbaiki sifat fisik, biologi tanah dasar dan mempercepat dekomposisi bahan organik serta dapat meningkatkan keragaman dan populasi mikroorganisme pada tanah dasar, sehingga menjadi subur. Sedangkan Higa (1980) menyatakan bahwa EM-4 dapat menguraikan bahan-bahan organik yang tidak diperlukan menjadi bermanfaat dan dapat pula digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan phytoplankton dan zooplankton sebagai pakan alami, serta dapat memperbaiki kualitas air sehingga pertumbuhan benih ikan semakin baik. Selanjutnya Higa (1994) menambahkan bahwa aplikasi EM-4 di lapangan memberikan suatu bentuk keseimbangan dalam tanah di bawah kondisi alami (normal) yang diberikan oleh sejumlah mikroorganisme yang terkandung di dalamnya.

2.3. Kualitas tanah

Produktifitas kolam sangat tergantung pada kualitas tanah, dalam hal ini tanah harus mempunyai kemampuan dalam; mengabsorpsi dan melepaskan nutrien yang dibutuhkan oleh tanaman sebagai makanan alami untuk ikan, menyimpan dan

membuat unsur-unsur makanan yang diperlukan oleh tanaman serta dapat dibentuk sebagai pematang kolam (Sing, 1980).

Kualitas tanah dapat dilihat dari tingkat kesuburan tanahnya, tingkat kesuburan tinggi berarti kualitas tanahnya baik. Kesuburan tanah adalah kemampuan tanah untuk dapat menyediakan unsur hara dalam jumlah berimbang untuk pertumbuhan dan produksi tanaman (Nyakpa *et al*, 1988). Ketersediaan unsur hara dipengaruhi oleh sifat-sifat fisika dan kimia tanah, sedangkan sifat kimia tanah dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman secara langsung. Hal ini diperkirakan pula akan mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton yang amat penting bagi makrozoobenthos di kolam, kesuburan air dan produktifitas kolam (Fauzi *et al*, 1995).

Menurut Foth (1984) sifat fisik tanah mempunyai banyak kemungkinan untuk dapat digunakan sesuai dengan kemampuan yang dibebankan kepadanya. Kemampuan untuk menjadi keras dan menyangga, kapasitas drainase dan kapasitas untuk melakukan drainase dan menyimpan air, plastisitas, kemudahan untuk ditembus akar, aerasi dan kemampuan retensi unsur-unsur hara tanaman. Sifat fisik tanah yang terpenting dan lebih permanen adalah tekstur tanah.

Tekstur tanah menunjukkan kasar atau halusnya suatu tanah, dimana tekstur merupakan perbandingan relatif pasir, debu dan liat atau kelompok partikel dengan ukuran lebih kecil dari kerikil (diameternya kurang dari 2 mm). Pada beberapa tanah kerikil, batu dan batuan induk dari lapisan-lapisan tanah yang ada juga mempengaruhi tekstur dan penggunaan tanah (Foth, 1984). Posisi ketiga fraksi butir-butir tanah tersebut akan menentukan sifat-sifat fisika, kimia dan biologi tanah (Hakim *et al*, 1986).

Menurut Darmawijaya (1997) tekstur tanah turut menentukan tata air dalam tanah, berupa kecepatan infiltrasi, penetrasi dan kemampuan pengikatan air oleh tanah. Sedangkan menurut Hakim *et al* (1986) tekstur tanah berhubungan erat dengan plastisitas, permeabilitas, kekerasan, kemudahan olah, kesuburan dan produktifitas tanah pada daerah geografis tertentu.

Tanah-tanah yang bertekstur pasir mempunyai luas permukaan yang kecil sehingga sulit menyerap (menahan) air dan unsur hara, liat mempunyai luas permukaan yang besar sehingga kemampuan menahan air dan menyediakan unsur hara tinggi serta tanah bertekstur halus lebih aktif dalam reaksi kimia daripada tanah bertekstur kasar (Hardjowigeno, 1984).

pH tanah adalah logaritma konsentrasi ion-ion H bebas dalam larutan tanah. Pengetahuan mengenai reaksi pH tanah sangat penting, karena banyak dipertimbangkan dalam pemupukan, pengapuran dan perbaikan keadaan kimia dan fisika tanah (Sedana, Saberina dan Pamukas, 2003).

Reaksi tanah di lapangan dibagi tiga keadaan, yaitu reaksi tanah masam, netral dan basa. Reaksi ini didasarkan pada jumlah ion H^+ dan OH^- dalam larutan tanah (Hakim *et al*, 1986) . Kemasaman tanah merupakan salah satu sifat yang penting, sebab terdapat beberapa hubungan pH dengan ketersediaan unsur hara, juga terdapat beberapa hubungan antara pH dan semua pembentukan serta sifat-sifat tanah (Foth, 1984).

Hardjowigeno (1984) menyatakan bahwa pH tanah umumnya berkisar antara 3,0 – 9,0. Di Indonesia umumnya tanahnya bereaksi masam dengan pH 4,0 – 5,5 sehingga tanah dengan pH 6,0 – 6,5 sering telah dikatakan bereaksi netral. Menurut Hakim *et al*, (1986) pH sangat mempengaruhi ketersediaan unsur hara,

dimana pada pH 6,5 – 7,5 unsur hara tersedia dalam jumlah cukup banyak (optimal). Pada pH yang kurang dari 6,0 ketersediaan unsur-unsur Fosfor, Kalium, Belerang, Kalsium, Magnesium dan Molibdium menurun dengan cepat. Sedang pH tanah besar dari 8,0 akan menyebabkan unsur-unsur nitrogen, besi, mangan, barium, tembaga dan seng ketersediannya relatif sedikit.

Menurut Hakim *et al* (1986) sumber primer bahan organik adalah jaringan tanaman berupa akar, batang ranting, daun, bunga dan buah. Jaringan tanaman ini akan mengalami dekomposisi dan akan terangkut ke lapisan bawah serta di inkorporasikan dengan tanah. Tumbuhan tidak saja sumber bahan organik tanah, tetapi sumber bahan organik dari seluruh makhluk hidup. Foth (1984) juga menyatakan bahwa sebagian bahan organik berasal dari tanaman yang tertinggal, berisi unsur-unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman.

Sedangkan sumber sekunder dari bahan organik adalah hewan, dimana hewan tanah terlebih dahulu harus menggunakan bahan organik kemudian menyumbangkan pula bahan organik dari sisa metabolismenya (Hakim *et al*, 1986). Selanjutnya menurut Jusop (1981) tanah yang mengandung bahan organik yang tinggi mempunyai struktur yang baik, agregat yang stabil dan merupakan sumber tenaga untuk pertumbuhan mikroorganisme tanah.

2.4. Kualitas Air

Kualitas air, yaitu sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain di dalam air. Kualitas air dinyatakan dengan beberapa parameter, yaitu parameter fisika (suhu, kekeruhan, padatan terlarut, dan sebagainya), parameter kimia (pH, oksigen terlarut, BOD, kadar logam, dan sebagainya), dan para-

meter biologi (keberadaan plankton, bakteri, dan bentuk organisme) (Peraturan Pemerintah No. 20 tahun 1990 *dalam* Effendi, 2003).

Kualitas air ini sangat penting, tidak hanya bagi ikan tetapi untuk semua kehidupan yang ada dalam perairan. Kualitas air mempunyai peranan yang berbeda dalam perikanan, dibandingkan perannya dalam budidaya. Pada perairan alami, kualitas air mempengaruhi seluruh komunitas perairan seperti bakteri, tanaman, ikan, zooplankton dan sebagainya (Zonnefeld et al, 1991).

Keberadaan hewan bentos pada suatu perairan, sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, baik biotik maupun abiotik. Faktor biotik yang penting diantaranya adalah produsen (keberadaan plankton), yang merupakan salah satu sumber makanan bagi hewan bentos. Adapun faktor abiotik adalah faktor fisika-kimia air yang meliputi; suhu, kecerahan, salinitas, pH, oksigen terlarut (DO), kebutuhan oksigen biologi (BOD) dan kimia (COD), total suspended solid (TSS) serta kandungan amonia (Goldman and Horne, 1983)

Menurut Haslam (1995) *dalam* Effendi (2003) suhu sangat berperan dalam mengendalikan ekosistem perairan. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi badan air. Organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu (batas atas dan bawah) yang disukai bagi pertumbuhannya.

Boyd (1979) menyatakan bahwa kekeruhan adalah gambaran optik air dari suatu perairan yang ditentukan berdasarkan banyaknya sinar (cahaya) yang dipancarkan dan diserap oleh partikel-partikel yang ada dalam air tersebut. Kekeruhan dipengaruhi oleh bahan-bahan tersuspensi seperti lumpur, bahan organik, plankton serta organisme mikroskopis lainnya.

Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7-8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biota kimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah (Effendi, 2003). pH merupakan petunjuk kadar asam atau basa dalam suatu larutan melalui ion hidrogen yang merupakan faktor utama reaksi kimianya. Derajat keasaman di suatu perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain oleh aktifitas fotosintesa, suhu dan terdapatnya anion dan kation (Alaerts dan Santika, 1984).

Menurut Nurdin (1999) kelarutan oksigen dalam air dipengaruhi oleh suhu, tekanan parsial gas-gas yang ada di udara maupun di air. Selain itu kandungan oksigen terlarut dalam suatu perairan menentukan penyebaran hewan-hewan yang hidup di perairan. Berdasarkan kandungan oksigen terlarut, kualitas air suatu perairan digolongkan menjadi lima, yaitu kandungan ≥ 8 mg/l digolongkan sangat baik, ± 4 mg/l digolongkan kritis, 2 mg/l digolongkan buruk dan < 2 mg/l digolongkan sangat buruk. Jika dilihat kandungan oksigen terlarut dengan tingkat pencemaran, perairan dibagi menjadi empat golongan yaitu besar dari 6,5 mg/l digolongkan tidak tercemar/sangat ringan, 4,5-6,5 mg/l tergolong tercemar ringan, 2,0-4,4 mg/l tergolong setengah tercemar/sedang dan kurang dari 2 mg/l tergolong tercemar berat. Wardoyo (1981) menyatakan bahwa kisaran oksigen terlarut yang dapat mendukung kehidupan organisme secara normal tidak boleh kurang dari 2 ppm.

Kandungan karbondioksida yang terdapat dalam air merupakan hasil proses difusi CO_2 dari udara dan hasil proses respirasi organisme akuatik. Di dasar perairan CO_2 juga dihasilkan oleh proses dekomposisi (Boyd, 1979). Kandungan karbondioksida bebas sebesar 12 mg/l menyebabkan stress pada ikan, pada

kandungan 30 mg/l beberapa ikan mati dan pada kandungan 100 mg/l hampir semua organisme mati (Swingle *dalam* Nurdin, 1999).

Menurut Boyd (1979) hardness atau kesadahan total air, yaitu konsentrasi bivalen kation Ca^{+2} dan Mg^{+2} yang dinyatakan dalam ppm (mg/l) dan setara dengan kalsium karbonat (CaCO_3). Kolam yang mengandung total hardness kurang dari 20 mg/l perlu diberi kapur, sebab bila dilakukan pemupukan tidak ada responnya.

Amoniak merupakan produk akhir dari metabolisme nitrogen yang bersifat racun. Oleh karena itu kehadiran amoniak di perairan tentunya akan mempengaruhi kehidupan organisme yang berada dalam lingkungan tersebut. Pada kadar sangat rendah, amoniak kurang berbahaya tetapi dengan meningkatnya kadar amoniak secara cepat akan membahayakan organisme perairan. Keberadaan nitrogen dalam bentuk amoniak tidak baik bagi organisme dalam perairan. Kandungan amoniak dalam air sebaiknya tidak lebih dari 1,5 ppm. Sedangkan untuk daerah tropis, kandungannya tidak boleh melebihi 1,0 ppm (Sutomo, 1989).

Nitrat merupakan produk akhir dari oksidasi amoniak. Nitrat ini merupakan substansi yang dapat ditoleransi oleh kebanyakan ikan sehingga keberadaannya dapat diabaikan. Namun, bagi hewan avertebrata seperti udang, nitrat ini tidak tertoleransi. Sedangkan bagi tanaman dan alga (fitoplankton) nitrat berfungsi sebagai pupuk untuk pertumbuhannya (Lesmana, 2002).

Menurut Brown (1979) *dalam* Effendi (2004) fosfor dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik dalam bentuk ortofosfat, sedangkan polifosfat harus mengalami hidrolisis membentuk ortofosfat terlebih dahulu, sebelum dimanfaatkan sebagai sumber fosfor. Setelah masuk ke dalam tumbuhan,

misalnya fitoplankton, fosfat anorganik mengalami perubahan menjadi organo-fosfat. Fosfat yang berikatan dengan ferri ($\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$) bersifat tidak larut dan mengendap di dasar perairan. Pada saat terjadi kondisi anaerob, ion besi valensi tiga (ferri) mengalami reduksi menjadi ion besi valensi dua (ferro) yang bersifat larut dan melepaskan fosfat ke perairan, sehingga meningkatkan keberadaan fosfat di perairan.

Poernomo dan Hanafi (1982) mengklasifikasikan kesuburan perairan berdasarkan fosfat yang terkandung, yaitu kadar fosfat 0,00-0,02 mg/l kesuburan perairan rendah, 0,021-0,050 mg/l kesuburan sedang, 0,051-0,100 mg/l kesuburan perairan baik, 0,101-0,201 mg/l kesuburan perairan baik sekali dan lebih dari 0,201 mg/l tingkat kesuburan perairan sangat baik sekali.