

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Waduk

Waduk adalah perairan berhenti atau menggenang yang terjadi karena dibuat oleh manusia dengan cara membendung sungai, kemudian airnya dimanfaatkan. Pembuatan waduk pada umumnya bertujuan untuk sumber air minum, PLTA, pengendali banjir, pengembangan perikanan darat, irigasi dan pariwisata, waduk yang demikian disebut waduk serba guna (Ewusie, 1990 *dalam* Suryanto dan Subarijanti, 2009).

Salah satu metode penyediaan sumberdaya air yang selama ini dikenal adalah bendungan atau waduk. Waduk adalah daerah yang digenangi badan air sepanjang tahun serta dibentuk atau dibangun atas rekayasa manusia. Waduk dibangun untuk beberapa kebutuhan yaitu untuk irigasi, PLTA, pengendali banjir, rekreasi, perikanan dan transportasi. Waduk yang demikian disebut waduk serba guna (Kordi dan Tancung, 2007).

Waduk mempunyai karakteristik yang berbeda dengan badan air lainnya. Waduk menerima masukan air secara terus-menerus dari sungai yang mengalirinya. Air sungai ini tentu saja mengandung bahan organik dan anorganik yang dapat menyuburkan air waduk. Pada awal terjadinya inundasi juga terjadi dekomposisi bahan organik berlebihan yang berasal dari pelapukan sebelum terjadi inundasi. Dengan demikian, jelas sekali bahwa perairan waduk akan mengalami eutrofikasi setelah 1-2 tahun inundasi karena sebagai hasil dekomposisi bahan organik. Eutrofikasi akan menyebabkan meningkatnya produksi ikan sebagai kelanjutan dari trofik level organik dalam suatu ekosistem (Wiadnya *et al.*, 1993).

2.2 Fitoplankton

Fitoplankton adalah kumpulan organisme yang selain memanfaatkan unsur-unsur hara, sinar matahari dan karbondioksida, dapat juga memproduksi materi organik, memiliki klorofil yang berperan dalam proses fotosintesis untuk menghasilkan bahan organik dan oksigen dalam air. Proses fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton merupakan sumber nutrisi utama bagi kelompok organisme air lainnya yang berperan sebagai konsumen, dimulai dari zooplankton dan diikuti oleh kelompok organisme lainnya yang membentuk rantai makanan (Wiadnyana dan Wagey, 2004 *dalam* Sugianti *et al.*, 2009).

Keberadaan fitoplankton di dalam ekosistem perairan terutama perairan waduk sangatlah penting karena dapat menunjang kelangsungan hidup organisme air lainnya. Fitoplankton mampu mengubah zat-zat anorganik menjadi organik dengan bantuan cahaya matahari melalui proses fotosintesis. Fitoplankton merupakan komponen plankton nabati, yang mempunyai peranan sangat penting di dalam suatu perairan, selain sebagai dasar dari rantai pakan juga merupakan salah satu parameter tingkat kesuburan suatu perairan (Mujiyanto *et al.*, 2011).

Fitoplankton juga memegang peranan penting dalam suatu perairan. Fitoplankton sebagai produsen primer menduduki tempat yang utama dalam pembentukan makanan di perairan, maka informasi tentang kepadatan fitoplankton dapat dijadikan indikator kesuburan suatu perairan maupun hubungannya dengan fosfat dan nitrat sebagai pendukung kehidupan fitoplankton penting untuk diteliti dan diketahui (Rahman, 2008).

Hubungan N perairan terhadap kelimpahan fitoplankton yaitu semakin tinggi kandungan nitrat maka semakin besar pula kelimpahan fitoplankton, demikian juga dengan hubungan P perairan terhadap kelimpahan fitoplankton

menunjukkan semakin tinggi kandungan ortofosfat semakin besar pula kelimpahan fitoplanktonnya (Sukamdani, 2011). Peningkatan konsentrasi nitrogen berperan dalam meningkatkan biomassa, kandungan protein dan klorofil pada mikroalga (Becker, 1994). Meningkatnya pemanfaatan fosfor oleh *Chaetoceros gracilis* menghasilkan peningkatan laju pertumbuhan sel (Lombardi dan Wangersky, 1991).

Menurut Herawati dan Kusriani (2005), pengelompokan fitoplankton berdasarkan ukuran atau *size grading* adalah sebagai berikut:

- Lebih dari 1 mm : makroplankton
- Lebih kecil dari 1 mm, tertangkap dengan net mesh size 0,06 mm : mikroplankton
- 5-60 mikrometer (μm) : nanoplankton
- Kurang dari 5 mikrometer (μm) : ultraplankton

2.3 Distribusi Vertikal Fitoplankton

Distribusi fitoplankton, faktor cahaya sangat memegang peranan penting karena intensitas cahaya sangat diperlukan dalam proses fotosintesis. Secara vertikal intensitas cahaya akan menentukan tebalnya lapisan eufotik. Fitoplankton di daerah tropis biasanya tumbuh dengan cepat, apabila cahaya matahari meningkat dan kebutuhan nutrisi terpenuhi, pertumbuhannya kontinyu bahkan mencapai bloom (Subarijanti, 1990).

Menurut Davis (1955), kurangnya cahaya pada zona afotik di laut dan danau yang lebih dalam mengakibatkan tidak terdapat tumbuhan hijau yang hidup pada zona tersebut. Pertumbuhan fitoplankton yang sesuai terbatas pada zona disfotik dan eufotik. Sehingga konsentrasi terbesar fitoplankton akan ditemukan di

seluruh lapisan permukaan air dan akan semakin berkurangnya jumlah cahaya dalam perairan tersebut.

Cahaya sangat mempengaruhi tingkah laku organisme akuatik. Alga planktonik menunjukkan respon yang berbeda terhadap perubahan intensitas cahaya. Perubahan intensitas cahaya menyebabkan *Ceratium hirudinella* (*Dinoflagellata*) melakukan pergerakan vertikal pada kolom air dan *blue green algae* mengatur volume viskositas gas untuk melakukan pergerakan secara vertikal pada kolom air, sedangkan zooplankton melakukan migrasi vertikal harian (Jeffries dan Mills, 1996 dalam Effendi, 2003).

2.4 Parameter Kualitas Air

2.4.1 Suhu

Menurut Swingle (1968) dalam Kusriani (1992), suhu merupakan suatu bentuk perubahan energi sinar menjadi panas. Setiap spesies atau kelompok individu mempunyai suhu minimum dan maksimum dalam kehidupannya dan mempunyai kemampuan dalam menyesuaikan diri sampai titik tertentu. Suhu memiliki peranan penting terhadap pertumbuhan dan kehidupan organisme di perairan.

Menurut Barus (1996), dalam setiap penelitian ekosistem akuatik, pengukuran suhu air merupakan hal yang mutlak dilakukan. Hal ini disebabkan karena kelarutan berbagai jenis gas di air serta semua aktivitas biologis di dalam ekosistem akuatik sangat dipengaruhi oleh suhu. Pola suhu ekosistem akuatik dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti intensitas cahaya matahari, pertukaran panas antara air dengan udara sekelilingnya dan juga oleh faktor kanopi (penutupan oleh vegetasi) dari pepohonan yang tumbuh di tepi.

Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang, ketinggian dari permukaan laut, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman badan air. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika,

kimia, dan biologi badan air. Suhu juga sangat berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan adalah 20°C–30°C. Algae dari filum *Chlorophyta* dan *Chrysophyta* tumbuh baik pada kisaran suhu 30°C–35°C. Filum *Cyanophyta* dapat mentoleransi kisaran suhu yang lebih tinggi daripada *Chlorophyta* dan *Chrysophyta* (Effendi, 2003).

2.4.2 Kecerahan

Menurut Jeffries dan Mills (1996) dalam Effendi (2003), menyatakan bahwa kecerahan air tergantung pada warna dan kekeruhan. Kecerahan merupakan ukuran transparansi perairan, yang ditentukan secara visual dengan menggunakan *secchi disk*. Nilai kecerahan dinyatakan dalam satuan meter. Nilai ini sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan, dan padatan tersuspensi, serta ketelitian orang yang melakukan pengukuran. Pengukuran sebaiknya dilakukan pada saat cuaca cerah.

Penetrasi cahaya merupakan besaran untuk mengetahui sampai kedalaman berapa cahaya matahari dapat menembus lapisan suatu ekosistem perairan. Nilai ini sangat penting dalam kaitannya dengan laju fotosintesis. Besar nilai penetrasi cahaya ini dapat didefinisikan dengan kedalaman air yang memungkinkan masih berlangsungnya proses fotosintesis. Nilai penetrasi cahaya sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari, kekeruhan air, serta kepadatan plankton di suatu perairan (Barus, 2001).

Kecerahan di perairan waduk dipengaruhi oleh partikel terlarut di perairan tersebut. Kekeruhan air ini biasanya disebabkan oleh partikel lumpur, organik maupun plankton. Kekeruhan di perairan dapat merupakan faktor pembatas, karena dapat menghambat masuknya cahaya matahari kedalam perairan untuk melakukan proses fotosintesis (Purnamaningtyas dan Tjahjo, 2008).

Pada perairan alami kecerahan sangat penting karena erat kaitannya dengan aktifitas fotosintesa. Kecerahan merupakan faktor penting bagi proses fotosintesis dan produksi primer dalam suatu perairan. Seperti diketahui fotosintesa fitoplankton sangat membutuhkan cahaya dan apabila aktifitas fotosintesa terganggu maka akan mengakibatkan pertumbuhan fitoplankton yang tidak optimal. Keberadaan terbanyak dari fitoplankton terdapat pada daerah permukaan dan jumlahnya semakin menurun dengan bertambahnya kedalaman air, ini berkaitan dengan besarnya intensitas cahaya bagi proses fotosintesis (Sutini, 1989 *dalam* Dhamayanti, 2002).

2.4.3 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman adalah suatu ukuran dari konsentrasi ion hidrogen dan menunjukkan suasana air apakah bereaksi dengan asam atau basa. Nilai pH menyatakan nilai konsentrasi ion hidrogen dalam suatu larutan. Kemampuan air untuk mengikat atau melepas sejumlah ion hidrogen akan menunjukkan apakah larutan tersebut bersifat asam atau basa (Barus, 2002).

Menurut Purnamaningtyas (2008), pH merupakan suatu indikator tingkat keasaman disuatu perairan. pH yang rendah dikarenakan konsentrasi ion hidrogen (H^+) dan keasaman disuatu perairan, pH kurang dari 7 berarti perairan tersebut asam dan apabila pH lebih dari 7 berarti basa. Nilai pH pada suatu perairan mempunyai pengaruh yang besar terhadap organisme perairan sehingga seringkali dijadikan petunjuk untuk menyatakan baik buruknya suatu perairan (Odum, 1971).

Menurut Effendi (2003), batas toleransi organisme terhadap pH bervariasi tergantung pada suhu, oksigen terlarut dan kandungan garam-garam ionik suatu perairan. Kebanyakan perairan alami memiliki pH berkisar antara 6-9. Sebagian besar biota perairan sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH

sekitar 7– 8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah. Pengambilan fosfat juga dipengaruhi oleh pH, dan pH akan mengubah kecepatan absorb fosfat dengan mengubah aktifitas enzim yaitu sifat *permeable membrane* sel, atau dengan perubahan derajat ionisasi fosfat.

Menurut Subarijanti (1990), pH sangat mempengaruhi keberadaan fitoplankton dalam suatu perairan, pada pH rendah yang berkisar antara 4,6-6,7 dijumpai jenis *Closterium*, *Xanthidium*, *Mikrasterias*, *Cosmarium*, *Aphanoteca* dan jenis diatom lainnya, sedangkan pada pH perairan tinggi sering terjadi blooming dari *Cyanophyceae* seperti *Anabaena*, *Nostoc*, *Oscillatoria* dan *Coelesphaerium*.

2.4.4 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut merupakan salah satu unsur pokok pada proses metabolisme organisme, terutama untuk proses respirasi. Disamping itu juga dapat digunakan sebagai petunjuk kualitas air (Odum, 1971). Oksigen merupakan unsur utama dalam proses respirasi dan metabolisme organisme dalam air. Sumber oksigen berasal dari udara maupun dari hasil fotosintesis, sehingga kandungan oksigen terlarut dalam air tinggi pada siang hari dan rendah pada malam hari. Namun pada perairan yang kandungan bahan organikya tinggi, umumnya kadar oksigennya rendah. Karena dalam proses dekomposisi dibutuhkan kadar oksigen yang cukup (Subarijanti, 1990).

Menurut Welch (1952), pada umumnya oksigen terlarut berasal dari difusi oksigen dari udara ke dalam air dan proses fotosintesis dari tumbuhan hijau. Pengurangan oksigen terlarut disebabkan oleh proses respirasi dan penguraian bahan-bahan organik. Berkurangnya oksigen terlarut berkaitan dengan

banyaknya bahan-bahan organik dari limbah industri yang mengandung bahan-bahan yang tereduksi dan lainnya.

Sistem perairan mengalir umumnya mempunyai kandungan oksigen terlarut yang tinggi dan kandungan karbondioksida bebas yang rendah. Hal ini disebabkan oleh peran arus yang membantu dalam memberikan sumbangan oksigen (Hynes, 1972). Di perairan tawar, kandungan oksigen terlarut berkisar antara 8 mg/liter pada suhu 25°C. Kadar oksigen terlarut di perairan alami biasanya kurang dari 10 mg/liter (McNeely, 1979 dalam Effendi, 2003).

2.4.5 Karbondioksida (CO₂)

Karbondioksida (CO₂) merupakan gas yang dibutuhkan oleh tumbuhan air renik maupun tingkat tinggi untuk melakukan fotosintesis. Meskipun peranan karbondioksida sangat besar bagi kehidupan organisme air, namun kandungannya yang berlebihan sangat mengganggu bahkan menjadi racun secara langsung bagi biota budidaya terutama di kolam dan tambak (Kordi dan Tancung, 2007).

Karbondioksida merupakan produk dari respirasi yang dilakukan oleh tanaman fotosintesis, dan pada banyak cara menunjukkan hubungan keterkaitan dengan oksigen. Meskipun suhu merupakan faktor utama dalam regulasi konsentrasi oksigen dan karbondioksida, tetapi hal ini juga tergantung pada fotosintesis tanaman, respirasi dari semua organisme, aerasi air, keberadaan gas-gas lainnya dan oksidasi kimia yang mungkin terjadi (Goldman dan Horne, 1983).

Karbondioksida merupakan gas yang sangat diperlukan dalam proses fotosintesis. Di udara sedikit $\pm 0,033 \%$ dan dalam air melimpah mencapai 12 mg/l. Sumber CO₂ dalam air adalah difusi dari udara, proses dekomposisi bahan organik, air hujan, dan air bawah tanah maupun respirasi tanaman dan hewan.

Walaupun karbondioksida di udara sangat kecil jumlahnya, namun di perairan alam sangat berlimpah dan memegang peranan penting dalam proses fotosintesis (Arfiati, 2001).

2.4.6 Nitrat

Nitrat (NO_3^-) adalah bentukan utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae. Nitrat sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Kadar nitrat lebih dari 5 mg/l menggambarkan terjadinya pencemaran antropogenik yang berasal dari aktivitas manusia dan tinja hewan. Kadar nitrat nitrogen yang lebih dari 0,2 mg/l dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi (pengayaan) perairan, yang selanjutnya menstimulir pertumbuhan algae dan tumbuhan air secara pesat (*blooming*) (Effendi, 2003).

Sumber nitrat berasal dari hasil nitrifikasi, dimana amonium dioksidasi menjadi nitrit oleh jenis-jenis bakteri seperti *Nitrosomonas* dan selanjutnya nitrit dioksidasi kembali menjadi nitrat oleh bakteri dari kelompok *Nitrobacter* (Barus, 2002). Sumber-sumber nitrat dalam perairan dapat bermacam-macam yang meliputi limbah industri, limbah rumah tangga, limbah peternakan dan pupuk (Rukhoyah, 2005 *dalam* Johan, 2011).

Nitrat dalam perairan akan berkurang bersama dengan meningkatnya pertumbuhan fitoplankton. Nitrat dalam perairan banyak dimanfaatkan fitoplankton dalam proses fotosintesis. Pada daerah permukaan perairan, nitrat cepat sekali mengalami penurunan karena proses tersebut, sehingga semakin turun kedalaman maka kandungan nitrat akan semakin menurun (Basmi, 1988 *dalam* Dhamayanti, 2002).

Menurut Hutagalung dan Rozak (1997) *dalam* Girsang (2012), distribusi vertikal nitrat di perairan menunjukkan bahwa kadar nitrat semakin tinggi bila

kedalaman perairan bertambah. Konsentrasi nitrat pada lapisan eufotik ditentukan oleh transport afektif dari nitrat ke lapisan permukaan, oksidasi amonia oleh mikroba dan pemanfaatan oleh produser primer. Jika penetrasi cahaya matahari ke dalam air cukup, tingkat pemanfaatan nitrat oleh produsen primer biasanya lebih cepat daripada proses transport nitrat ke lapisan permukaan. Oleh karena itu, konsentrasi nitrat di hampir semua perairan pada lapisan permukaan mendekati nol.

2.4.7 Ortofosfat

Ortofosfat adalah fosfat anorganik, merupakan salah satu bentuk fosfor yang terlarut dalam air dan dapat dimanfaatkan langsung oleh alga (APHA, 1985). Menurut Barus (2002), dalam ekosistem air fosfor terdapat dalam tiga bentuk yaitu senyawa fosfor anorganik seperti ortofosfat, senyawa organik dalam protoplasma dan senyawa organik terlarut yang terbentuk dari proses penguraian tubuh organisme.

Menurut Boyd (1979), bahwa keberadaan fosfor di perairan adalah sangat penting terutama berfungsi dalam pembentukan protein dan metabolisme bagi organisme. Fosfor juga berperan dalam transfer energi di dalam sel misalnya *Adenosine Triphosphate* (ATP) dan *Adenosine Diphosphate* (ADP). Ortofosfat yang merupakan produk ionisasi dari asam orthofosfat adalah bentuk yang paling sederhana di perairan.

Menurut Subarijanti (1990), pada perairan yang mempunyai kandungan orthopospat 0,0 – 0,02 mg/l akan didominasi oleh plankton dari jenis *Chrysophyceae* (diatom), pada kadar 0,02 – 0,05 mg/l banyak tumbuh *Chlorophyceae* dan pada kadar yang lebih tinggi dari 0,1 mg/l banyak terdapat *Cyanophyceae*.

Secara vertikal terlihat bahwa kadar fosfat di lapisan dekat dasar perairan cenderung lebih tinggi bila dibandingkan dengan lapisan permukaan. Hal ini terjadi karena biasanya dasar perairan selalu kaya dengan zat hara, selain berasal dari dasar perairan itu sendiri, juga berasal dari sumbangan dekomposisi detritus dan seresah yang berasal dari fauna dan flora yang sudah mati (Muchtar, 2012).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

