

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Danau

Menurut Augusta dan Utami (2014), danau adalah perairan lentik (*lentic water*) atau badan air yang merupakan bagian dari ekosistem air tawar yang sering dihubungkan dengan keadaan kandungan nutrisi. Air danau dipengaruhi oleh kondisi hidrologi dan parameter fisika-kimia yang mendukung komunitas biota yang keberadaannya memperkaya ekosistem danau.

2.1.1 Ekosistem Danau

Ekosistem air yang terdapat di daratan (*inland water*) secara umum dapat dibagi 2 yaitu perairan lentik, atau juga disebut sebagai perairan tenang, misalnya danau, rawa, waduk, situ, telaga dan sebagainya dan perairan lotik, disebut sebagai perairan yang berarus deras, misalnya sungai, kali, kanal, parit, dan sebagainya. Perbedaan utama antara perairan lotik dan lentik adalah dalam kecepatan arus air. Perairan lentik mempunyai kecepatan arus yang lambat serta terjadi akumulasi massa air yang berlangsung dengan cepat (Barus, 2001).

Ekosistem merupakan suatu sistem ekologi yang terdiri atas komponen-komponen biotik dan abiotik yang saling berintegrasi sehingga membentuk satu kesatuan. Di dalam ekosistem perairan danau terdapat faktor-faktor abiotik dan biotik (produsen, konsumen dan pengurai) yang membentuk suatu hubungan timbal balik dan saling mempengaruhi. Perairan danau merupakan salah satu bentuk ekosistem air yang ada di permukaan bumi. Secara fisik, danau merupakan suatu tempat luas yang mempunyai air yang tetap, jernih atau beragam dengan aliran tertentu (Jorgensen, 1989).

2.1.2 Pembagian Jenis Danau

Menurut Payne (1986), membagi danau atas 3 jenis berdasarkan keadaan nutrisi yaitu :

a) Danau Oligotrofik

Yaitu suatu danau yang mengandung sedikit nutien (miskin nutien), biasanya dalam dan produktivitasnya rendah. Sedimen pada bagian dasar kebanyakan mengandung senyawa anorganik dan konsentrasi oksigen pada bagian hipolimnion tinggi. Walaupun jumlah organisme pada danau ini rendah tetapi keanekaragaman spesies tinggi.

b) Danau Eutrofik

Yaitu suatu danau yang mengandung banyak nutrien (kaya nutrien), khususnya nitrat dan fosfor yang menyebabkan pertumbuhan alga dan tumbuhan akuatik lainnya meningkat. Dengan demikian produktivitas primer pada danau ini tinggi dan konsentrasi oksigen rendah. Walaupun jumlah dan biomassa organism pada danau ini tinggi tetapi keanekaragaman spesies rendah.

c) Danau Dystrofik

Yaitu suatu danau yang memperoleh sejumlah bahan-bahan organik dari luar danau, khususnya senyawa-senyawa asam yang menyebabkan air berwarna coklat. Produktivitas primer pada danu ini rendah, yang umumnya bersal dari hasil fotosintesa plankton. Tipe danau dystrofik ini juga sedikit mengandung nutrient dan pada bagian hipolimnion terjadi defisit oksigen. Suatu danau berlumpur mewakili bentuk danau dystrofik ini. Semakin dalam danau tersebut semakin tidak subur, tumbuhan litoral jarang dan kepadatan alga rendah, tetapi jumlah spesiesnya tinggi. Danau mesotrofik merupakan danau dengan kadar nutrient sedang, juga merupakan peralihan antara kedua sifat danau eutrofik dan danau oligotrofik.

Pada danau juga terjadi stratifikasi *thermal* yang menyebabkan danau terbagi atas 3 lapisan secara vertikal yaitu lapisan epilimnion (bagian permukaan danau) di mana air lebih hangat dan tersirkulasi, lapisan mesolimnion (bagian tengah danau) dimana pada lapisan ini terjadi termoklin dan lapisan hipolimnion (bagian bawah danau) dimana air lebih dingin.

2.2 Gambaran Umum Ranu Grati

Ranu Grati adalah objek wisata danau di Pasuruan yang di antara Desa Sumberdawesari, Desa Ranuklindungan, dan Desa Gratitunon yang masuk dalam Kecamatan Grati. Ranu Grati berlokasi di sebelah selatan wilayah Kabupaten Pasuruan, tidak jauh dari jalan utama pantai utara ruas jalan Pasuruan-Probolinggo. Danau ini merupakan danau vulkanik yang terjadi akibat letusan gunung berapi sehingga membentuk cekungan berupa wadah air. Danau Ranu Grati memiliki luas sekitar 1.084 ha. Terbentang pada 7,30'- 8,30' LS dan 112°30' - 113°30' BT. Batas wilayah Ranu Grati sebelah utara berbatasan dengan Desa Sumber Anyar, sebelah timur Desa Sumber Dawesari (merupakan kawasan pemukiman penduduk, dan banyak ditumbuhi vegetasi yang dapat menjaga tebing ranu), sebelah selatan adalah Desa Kalipang (merupakan kawasan pegunungan dan tebing rabu), dan sebelah barat adalah Desa Ranu Klindungan (merupakan kawasan pemukiman penduduk yang cukup padat) (UPT Dinas Pariwisata Kab. Pasuruan, 2017). Menurut Slamet (43 tahun), selaku petugas obyek wisata Ranu Grati, bahwa Ranu Grati terbentuk akibat letusan gunung berapi dengan kedalaman 90-100 meter dengan luas 1.084 ha. Terdapat ikan khas Ranu Grati yaitu ikan lempuk yang berukuran kecil sekitar 2-3 cm menyerupai ikan teri. Jenis ikan yang dibudidayakan di KJA antara lain nila, tombro, patin, gurame dan bawal.

Kegiatan sekitar Ranu Grati adalah KJA, pariwisata, pemancingan, pertanian dan pemukiman. Perairan Ranu Grati dimanfaatkan untuk mengairi 1.013,70 ha sawah yang

terletak di sekitar Ranu Grati. Luas wilayah Ranu Grati yang dimanfaatkan untuk wisata dan budidaya ikan menggunakan KJA adalah 3,5 ha atau 1,77 % dari luas Ranu Grati secara keseluruhan. Pada daerah pemancingan, pengunjung biasa menggunakan alat tangkap berupa pancing dengan umpan berupa cacing. Selain itu disana terdapat papan larangan menangkap ikan dengan menggunakan tuba, bahan kimia, storm, bahan peledak/ lainnya yang dapat membahayakan kelestarian sumberdaya ikan (UU No. 31 Tahun 2004). Menurut Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Kab. Pasuruan (2016), jumlah pengunjung obyek wisata Ranu Grati pada tahun 2015 sebanyak 9.364 orang.

Pada sebelah selatan, Ranu Grati berbatasan dengan daerah pegunungan dan di sebelah barat merupakan permukiman penduduk yang cukup padat. Sistem pengairan untuk areal persawahan memanfaatkan air dari Ranu Grati. Selain itu di sebelah timur Ranu Grati juga terdapat pohon jati yang sekaligus berfungsi sebagai penyangga tebing ranu (Agustini, 2006).

2.3 Pengertian Perifiton

2.3.1 Definisi Perifiton

Menurut Weitzel (1979), perifiton secara harfiah merujuk kepada tumbuhan akuatik yang tumbuh pada permukaan benda padat. Belakangan ini istilah perifiton telah diperluas meliputi mikroorganisme yang hidup pada atau menempel di permukaan benda padat yang terendam, umumnya di atas kedalaman yang masih memiliki cahaya. Istilah tersebut kemudian meliputi tidak hanya alga, namun bakteri, fungi, protozoa, rotifera, dan organisme mikro lainnya.

Young (1945) mengatakan bahwa perifiton sebagai kumpulan organisme yang tumbuh pada permukaan benda yang terdapat di bawah permukaan air dan menutupi mereka dengan lapisan tipis. Lapisan ini berwarna coklat atau hijau yang umumnya

ditemukan melekat pada permukaan tanaman air, kayu, batu, atau benda lainnya dan dapat berkembang secara bertahap.

Perifiton mencakup semua organisme tanaman, kecuali makrofita berakar, yang tumbuh pada material di bawah permukaan air. Material tersebut meliputi semua substrat, seperti sedimen, batu, puing-puing, dan organisme hidup (Wetzel dan Westlake, 1974). Menurut Cooke (1956), perifiton merupakan kumpulan dari mikroorganisme yang tumbuh pada permukaan benda yang diletakkan dalam air.

Pennak (1964) mengartikan perifiton sebagai *aufwuchs*, yaitu seluruh kelompok organisme umumnya mikroskopis yang hidup menempel pada benda atau pada permukaan tumbuhan air yang terendam; tidak menembus substrat; diam atau bergerak di permukaan substrat tersebut. Perifiton merupakan sekelompok organisme (umumnya mikroskopis) yang hidup menempel pada benda atau pada permukaan tumbuhan air yang terendam; tidak menembus substrat; diam atau bergerak dipermukaan substrat tersebut. Sementara itu Weitzel (1979) menyatakan bahwa istilah *aufwuchs* dipergunakan secara umum untuk seluruh organisme yang berasosiasi dengan permukaan padat tetapi tidak sampai menembus substrat tersebut. Komunitas perifiton umumnya terdiri dari alga mikroskopis yang menempel, baik satu sel maupun alga benang terutama dari jenis diatom, jenis alga Conjugales, Cyanophyceae, Euglenophyceae, Xanthophyceae dan Chryssophyceae. Keberadaan perifiton dalam satu perairan dengan perairan lainnya tidaklah sama.

Perifiton meliputi seluruh tumbuhan kecuali makrofita yang tumbuh pada materi tenggelam. Materi yang dimaksud adalah sedimen, batu, debris, dan organisme hidup. Perifiton terdiri dari mikroflora yang tumbuh pada semua substrat tenggelam. Pada umumnya perifiton di perairan mengalir terdiri dari diatom, (Bacillariophyceae), alga biru berfilamen (Myxophyceae), alga hijau berfilamen (Chlorophyceae), bakteri atau jamur berfilamen, protozoa, dan rotifer (tidak banyak pada perairan tidak tercemar), serta

beberapa jenis serangga (Welch,1952). Berdasarkan tipe substrat tempat menempelnya, perifiton dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Epilithic, perifiton yang menempel pada batu.
- b. Epipellic, perifiton yang menempel pada permukaan sedimen.
- c. Epiphytic, perifiton yang menempel atau hidup pada permukaan daun atau batang tumbuhan.
- d. Epizoic, perifiton yang menempel pada permukaan tubuh hewan.
- e. Epidendritic, perifiton yang menempel pada kayu.
- f. Epipsamic, perifiton yang menempel pada permukaan pasir.

Rutner (1974) menjelaskan mengenai zonasi yang berperan dalam membentuk struktur komunitas perifiton, yaitu:

1. Zona eulitoral, adalah daerah pinggiran yang masih mendapatkan percikan air. Daerah ini ditumbuhi perifiton yang mampu bertahan terhadap perubahan lingkungan yang cukup ekstrim.
2. Zona sublitoral atas, yaitu zona perairan yang masih dapat ditembus sinar matahari, perubahan suhu kecil dan tidak berarti. Zona ini memiliki komposisi perifiton yang paling kaya.
3. Zona sublitoral bawah, yaitu zona air yang kurang mendapat sinar matahari. Intensitas cahaya dan suhu menurun menurut wilayah termoklin, dengan kondisi demikian, jenis alga hijau secara kuantitatif menurun, namun masih layak bagi diatom, alga biru dan alga merah.
4. Zona air gelap, pada zona ini komunitas perifiton jenis alga autotrof semakin menghilang dan digantikan jenis-jenis heterotrof.

Perifiton dapat menempel pada tipe substrat batuan, lumpur, hingga benda hidup. Substrat benda hidup sering bersifat sementara karena adanya proses pertumbuhan dan kematian, sehingga keberadaan perifiton juga ikut dipengaruhi oleh

keberadaannya. Pada substrat benda mati, keberadaan perifiton akan lebih mantap (permanen), meskipun pembentukan komunitas terjadi secara lambat namun lebih mantap, tidak mengalami perubahan, rusak, atau mati (Ruttner 1974). Komposisi perifiton di perairan mengalir terdiri dari satu atau campuran beberapa koloni diatom (Bacillariophyceae), Cyanopycea, Chloropyceae, bakteri berfilamen atau fungi, Rotifera dan beberapa Insekta (Welch, 1980). Proses koloni merupakan pembentukan koloni perifiton pada substrat yang berlangsung segera seketika pengkoloni menempel pada substrat (Osborn, 1983). Kemampuan perifiton menempel pada suatu substrat menentukan eksistensinya terhadap pencucian oleh arus atau gelombang yang dapat memusnahkannya.

2.3.2 Peranan Perifiton

Perifiton adalah bagian dari trofik level yang memiliki peranan baik secara langsung ataupun tidak langsung. Biomassa yang terbentuk merupakan sumber makanan alami bagi biota air yang lebih tinggi yaitu zooplankton, juvenil udang, moluska dan ikan (Klumpp *et al.*, 1992). Pada perairan perifiton berperan sebagai produsen primer dimana dalam pertumbuhannya dipengaruhi oleh faktor kecerahan, kekeruhan, tipe substrat, kedalaman, pergerakan air, pH, alkalinitas, dan nutrient (Welch, 1980).

Perifiton dapat digunakan sebagai indikator pencemaran pada suatu perairan, seperti menurut Curtis dan Curd (1971), beberapa alga yang hidup pada komunitas perairan tercemar limbah organik adalah *Stigeoclon tenue*, *Navicula spp.*, *Fragillaria spp.*, dan *Synedra spp.* Mac Kenthum (1969) mengemukakan bahwa alga yang berhubungan dengan air bersih adalah *Cladophora*, *Ulothrix*, dan *Navicula*, sedangkan alga yang berhubungan dengan perairan yang tercemar adalah *Chlorella*, *Chlamydomonas*, *Oscillatoria*, *Phormidium*, dan *Stigeoclonium*.

Komunitas perifiton berperan dalam menentukan produktivitas primer, baik pada perairan mengalir maupun tergenang, perifiton berperan sebagai sumber makanan bagi organisme lain (Odum 1971). Perkembangan perifiton dapat diartikan sebagai penambahan biomassa dalam satuan waktu, atau sebagai proses akumulasi. Akumulasi merupakan hasil kolonisasi dengan proses biologi yang menyertainya dan berinteraksi dengan faktor fisika dan kimia perairan (Kaufman 1980). Komunitas perifiton berpotensi sebagai indikator ekologis karena perifiton berperan penting sebagai produsen utama dalam rantai makanan, dapat bertahan pada perairan dengan kecepatan arus yang besar, dan kebanyakan jenis-jenis perifiton dapat bersifat sensitif atau toleran terhadap pencemaran, baik terhadap pencemaran organik maupun logam berat (Sitompul, 2000).

Diatom perifiton merupakan indikator biologi yang baik untuk mengetahui tingkat pencemaran yang terjadi pada suatu badan air (Odum, 1971). Perubahan kandungan senyawa kimia yang masuk ke dalam suatu perairan merupakan faktor penting dalam mempelajari perkembangan komunitas diatom perifiton (Chalnoky, 1986). Peran penting diatom perifiton dapat dilihat dalam ekosistem perairan, hal ini berhubungan dengan fungsi diatom perifiton sebagai produsen dalam rantai makanan yakni penghasil bahan organik dan oksigen (Yoshitake dan Fukushima, 1985).

Pada perairan perifiton berperan sebagai produsen primer (Welch, 1980), dimana dalam pertumbuhannya dipengaruhi oleh faktor kecerahan, kekeruhan, tipe substrat, kedalaman, pergerakan air, pH, alkalinitas, dan nutrisi. Perifiton cocok digunakan sebagai indikator untuk menilai kualitas perairan sungai. Keunggulan penggunaan perifiton sebagai bioindikator adalah karena secara umum jenis-jenis perifiton bersifat menetap dalam waktu yang lama dan mampu merespon bahan polutan yang terlarut dalam perairan, sehingga mampu memberikan informasi tentang kondisi kualitas suatu perairan yang sebenarnya (Stewart dan Davies, 1990).

Dalam proses dekomposisi fitoperifiton yang ikut berperan, salah satunya adalah mempercepat proses pemutusan daun akibat padatnya penempelan pada fitoperifiton, sehingga daun yang jatuh akan didekomposisi oleh bakteri menghasilkan serasah-serasah, endapan-endapan serasah akan dikonsumsi oleh fauna dasar, sedangkan partikel serasah yang tersuspensi dalam air merupakan makanan bagi invertebrata penyaring. Pada langkah selanjutnya hewan-hewan tersebut akan menjadi mangsa dari berbagai jenis ikan dan invertebrata (Apriliana, 2014).

2.4 Kualitas Air

2.4.1 Rasio N/P

Nilai unsur hara perairan diperoleh dari kadar nitrogen dan fosfor dari kedalaman perairan di sekitar substrat pada setiap stasiun pengamatan. Nilai N merupakan akumulasi dari nilai nitrat. Nilai P yang dimaksud adalah nilai ortofosfat yang terukur. Unsur hara yang terdapat dalam perairan memiliki pengaruh terhadap perkembangan komunitas perifiton. Nitrogen dan fosfor merupakan unsur hara perairan yang terdapat dalam bentuk senyawa seperti ammonia, nitrit, nitrat dan ortofosfat.

Unsur penting di perairan yang mempengaruhi ketersediaan nutrient perairan adalah nitrogen (N), fosfor (P) dan karbon (C) (Boyd, 1979). Nitrogen dan fosfor memiliki peran penting dalam pembentukan komposisi dan biomassa alga yang akan menentukan produktivitas primer perairan (Horne dan Goldman, 1994). Selain itu ketiga unsur ini saling berhubungan untuk menentukan tingkat kesuburan perairan. Rasio C:N:P alga dipengaruhi pH perairan, dengan nilai variasi rasio C:N = 4-20 dan rasio C:P = 100-5500. Sementara, rasio N/P > 12 (P sebagai faktor pembatas), N/P < 7 (N sebagai faktor pembatas) dan $7 < N/P < 12$ (N dan P tidak bertindak sebagai faktor pembatas). Selanjutnya, rasio C:N:P mempengaruhi jaring-jaring makanan dalam perairan, sehingga nilainya berbeda pada tanaman, bakteri, zooplankton dan ikan.

Ketiga unsur tersebut tersedia dalam bentuk senyawa dan memiliki proses yang terpisah serta bergantung pada keberadaannya yang terlarut dalam air. Nitrogen sebagai bahan dasar pembuat protein diambil oleh tumbuhan air dalam bentuk ammonia atau nitrat (Hartoto *et al.*, 1998).

Boyd (1979) menyebutkan bahwa kadar nitrat yang baik untuk perairan adalah 2 - 5 mg/l. Perbandingan fosfor terhadap biomassa jauh lebih bervariasi daripada perbandingan karbon dan nitrogen terhadap biomassa organisme perairan, sehingga fosfor merupakan faktor pembatas pada ekosistem perairan (Home dan Goldman, 1994).

Rasio N/P sangat mempengaruhi keberagaman alga di suatu wilayah perairan. Rasio N/P di perairan akan mempengaruhi komposisi jenis alga yang dominan. Rasio N/P diatas 20 maka lingkungan akan lebih dominan diatome atau alga coklat, sedangkan N/P rasio kisaran 10 akan dominan alga berwarna hijau (*chlorella*) dan N/P rasio dibawah 10 merupakan lingkungan yang kondusif untuk alga berpigmen hijau gelap kebiruan (BGA). Untuk mengatur N/P rasio dapat dilakukan dengan cara memperkecil P dengan cara mengikat phosphate dengan senyawa pengikat phosphate berupa kalsium yang terkandung pada kapur atau dengan cara pemberian bakteri pengikat phosphate (*polysphospate accumulating bacteria*). Semakin kecil kadar phosphate maka semakin besar nilai N/P rasio dan begitu sebaliknya, hal ini menyebabkan terjadinya keberagaman maupun dinamika kelimpahan alga di perairan tersebut (Lagus, 2009).

Apabila rasio N/P di perairan rendah maka tingkat kesuburan perairan tersebut juga rendah dan unsur haranya sangat terbatas. Tingginya rasio N/P di perairan juga kurang baik, karena dapat memicu terjadinya blooming algae dimana batas rasio N/P yang baik tidak lebih dari 20. Sehingga rasio N/P di perairan tetap terjaga (Yuliana, 2012).

An *et al.* (2012) dan Rais *et al.* (2015) menyebutkan bahwa rasio N/P memegang peranan penting dalam menentukan kelimpahan perifiton. Hal ini dikarenakan rasio N/P merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan perifiton, dimana perifiton merupakan salah satu makanan bagi ikan dan zooplankton.

Menurut Millero dan Sohn (1991), rasio perbandingan N/P yang baik untuk pertumbuhan alga yaitu 1 : 15. Dengan Demikian perbandingan N/P pada perairan ini tidak sesuai dengan standar perairan normal. Sehingga perbandingan N /P pada perairan ini termasuk mengkhawatirkan atau tidak sesuai dengan standar perairan normal. Rais (2013) mengungkapkan bahwa dari rasio N/P diketahui bahwa fosfat merupakan faktor pembatas dalam perairan. Mujiyanto *et al.* (2011), rasio N/P apabila lebih besar dari 16 : 1 maka fosfat merupakan faktor pembatas sedangkan apabila ratio N/P lebih kecil 16 : 1 maka yang menjadi faktor pembatas adalah nitrat.

Rasio N/P merupakan konsep unsur hara pembatas (*limiting nutrient*) untuk menduga unsur hara yang membatasi pertumbuhan alga berdasarkan perbandingan unsur hara N dan P di perairan. Nilai N diperoleh dari penjumlahan konsentrasi nitrat, nitrit, dan amonium; sedangkan nilai P diperoleh dari konsentrasi ortofosfat. Jika rasio $N/P < 7$, maka unsur hara yang berpotensi menjadi faktor pembatas adalah N. Jika rasio $N/P > 7$, maka unsur hara yang berpotensi menjadi faktor pembatas adalah P. Jika rasio $N/P = 7$, maka unsur hara yang berpotensi menjadi faktor pembatas adalah N dan P atau faktor lainnya, seperti cahaya atau suhu (Ryding dan Rast, 1989).

2.4.2 Faktor yang Berpengaruh Terhadap Keberadaan Perifiton

a Suhu

Suhu berpengaruh terhadap kelarutan gas-gas dalam air, termasuk oksigen. Kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air juga memperlihatkan peningkatan dengan naiknya suhu perairan yang selanjutnya mengakibatkan peningkatan konsumsi

oksigen. Suhu yang optimal bagi pertumbuhan alga adalah 20-30°C (Ray dan Rao, 1964). Proses fotosintesis dan pertumbuhan sel alga maksimum terjadi pada kisaran suhu 25-40°C (Reynolds 1990).

Rianto (2008) menyatakan bahwa suhu secara langsung berpengaruh dalam mengontrol laju berbagai proses metabolisme dalam sel mikroalga. Laju proses metabolisme akan meningkat seiring dengan kenaikan suhu. Laju optimum proses metabolisme tersebut dapat dicapai pada kisaran suhu 24-31°C.

Menurut Hutabarat dan Evans (1985), suhu air optimum berkisar antara 24 - 32°C pada kisaran tersebut alga dapat tumbuh dan berkembang biak dengan baik. Pada suhu perairan yang tinggi, aktivitas metabolisme perairan akan semakin meningkat dimana pada kondisi tersebut kadar oksigen dalam air menurun dengan bertambahnya suhu air, dan sebaliknya pada suhu perairan yang rendah, laju metabolisme dan kadar oksigen yang dikonsumsi juga rendah (Wulandari, 2009).

b. Kecerahan

Cahaya matahari sangat penting dalam proses fotosintesis pada perifiton autotrof. Sehingga keberadaan cahaya matahari merupakan faktor pembatas bagi perifiton. Setiap jenis perifiton membutuhkan suhu dan cahaya tertentu untuk pertumbuhan maksimumnya (Fogg, 1965).

Kecerahan menunjukkan kemampuan penetrasi cahaya kedalam perairan. Tingkat penetrasi cahaya sangat dipengaruhi oleh partikel yang tersuspensi dan terlarut dalam air sehingga mengurangi laju fotosintesis. Semakin banyak partikel yang terlarut dalam perairan maka tingkat kecerahan semakin berkurang (Affan, 2012).

Kecerahan merupakan gambaran sifat optik dari suatu perairan yang ditentukan oleh banyaknya cahaya yang masuk. Nilai kecerahan sangat dipengaruhi oleh zat-zat terlarut dalam air karena dapat mengurangi banyaknya cahaya yang masuk ke badan air. Barus (2004) menyatakan bahwa terjadinya penurunan nilai penetrasi cahaya

disebabkan oleh kurangnya intensitas cahaya matahari yang masuk ke badan perairan, adanya kekeruhan oleh zat-zat terlarut dan kepadatan alga di suatu perairan

Menurut Sitorus (2009), bertambahnya lapisan kedalaman perairan akan mengurangi intensitas cahaya matahari baik secara kuantitas maupun kualitas. Intensitas cahaya akan berkurang secara cepat sesuai dengan makin dalamnya lapisan kedalaman perairan. Hal ini disebabkan oleh pemantulan oleh permukaan air, absorpsi dan pemantulan (Valiela, 1995).

c. pH

Derajat keasaman merupakan gambaran jumlah atau aktivitas ion hidrogen dalam perairan. Secara umum nilai pH menggambarkan seberapa besar tingkat keasaman atau kebasaan suatu perairan. Perairan dengan nilai pH = 7 adalah netral, pH < 7 dikatakan kondisi perairan bersifat asam, sedangkan pH > 7 dikatakan kondisi perairan bersifat basa (Effendi, 2003).

Effendi (2003) berpendapat bahwa sebagian besar biota air peka akan perubahan pH dan menyukai pH netral (7), apabila nilai pH dibawah 7 dapat menyebabkan kematian pada alga. Menurut Pescod (1973), pH yang ideal untuk kehidupan alga di perairan adalah 6,5 - 8,0.

Menurut Wetzel (1979), kondisi pH dapat menentukan dominasi alga, seperti alga biru tumbuh optimal pada pH netral cenderung basa dan kurang baik pertumbuhannya pada pH asam (pH < 6), sedangkan kelompok chrysophyta pada umumnya berkembang optimal pada kisaran pH 4,5 – 8,5, dan secara umum pH netral dapat mendukung keanekaragaman jenis diatom.

d. DO

Oksigen terlarut adalah gas oksigen yang terlarut dalam air. Oksigen terlarut dalam perairan merupakan faktor penting sebagai pengatur metabolisme tubuh organisme untuk tumbuh dan berkembang biak. Sumber oksigen terlarut dalam air

berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer, arus atau aliran air melalui air hujan serta aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan alga (Novonty, 1994).

Adanya penambahan oksigen melalui proses fotosintesis dan pertukaran gas antara air dan udara menyebabkan kadar oksigen relatif lebih tinggi di lapisan permukaan. Dengan bertambahnya kedalaman, proses fotosintesis akan semakin kurang efektif, sehingga akan terjadi penurunan kadar oksigen terlarut sampai pada suatu kedalaman yang disebut "*Compensation Depth*", yaitu kedalaman tempat oksigen yang dihasilkan melalui proses fotosintesis sebanding dengan oksigen yang di butuhkan dalam respirasi (Fauzi, 2001).

Menurut Makmur *et al.* (2011), DO di dalam air yang berperan pada kehidupan biota perairan, semakin sedikit konsentrasi oksigen terlarut di dalam air mencirikan adanya pencemaran bahan organik yang tinggi serta dapat menyebabkan penurunan jumlah alga di perairan dapat mengurangi efisiensi pengambilan oksigen bagi biota perairan sehingga menurunkan kemampuannya untuk hidup normal. Sehingga DO akan berkurang dengan cepat dan akibatnya hewan-hewan air akan mati.

e. CO₂

Karbondioksida yang terdapat didalam air merupakan hasil proses difusi CO₂ dari udara dan hasil proses respirasi organisme perairan. Pada dasar perairan, CO₂ dihasilkan dari proses dekomposisi bahan organik. Kandungan CO₂ sebesar 10 ppm ikan masih dapat bertahan bila kandungan oksigen terlarut masih dalam batas optimal (7-9 ppm) (Ghofur *et al.*, 2014).

Menurut Syahrizal (2015), pada konsentrasi tinggi (> 10 mg/l), karbondioksida dapat beracun karena keberadaannya di dalam darah dapat menekan aktivitas pernapasan ikan dan menghambat pengikatan oksigen oleh hemoglobin sehingga dapat membuat ikan menjadi stress. Menurut Zonneveld *et al.* (1991), kandungan karbondioksida di dalam air untuk pemeliharaan ikan sebaiknya kurang dari 10 mg/liter.

Untuk mengatasi peningkatan nilai karbondioksida dapat dilakukan dengan menyuplai oksigen secara terus menerus dengan aerasi oleh mesin *blower* ataupun mesin pompa air.

Menurut Effendi (2003), karbondioksida yang terdapat dalam perairan berasal dari berbagai sumber, yaitu:

1. Difusi dari atmosfer. Karbondioksida yang terdapat di atmosfer mengalami difusi secara langsung ke dalam air.
2. Air hujan. Air hujan yang jatuh ke permukaan bumi secara teoritis memiliki kandungan karbondioksida sebesar 0,55-0,60 mg/liter, berasal dari karbondioksida yang terdapat di atmosfer.
3. Air yang melewati tanah organik. Tanah organik yang mengalami dekomposisi mengandung relatif banyak karbondioksida sebagai hasil proses dekomposisi. Karbondioksida hasil dekomposisi akan larut dalam air.
4. Respirasi tumbuhan, hewan dan bakteri aerob maupun anaerob. Respirasi tumbuhan dan hewan mengeluarkan karbondioksida. Dekomposisi bahan organik pada kondisi aerob menghasilkan karbondioksida sebagai produk akhir. Demikian juga dekomposisi anaerob karbohidrat pada bagian dasar perairan akan menghasilkan karbondioksida sebagai produk akhir.

Karbondioksida dalam air dapat berasal dari pengikatan langsung dari udara bebas, dan melalui proses respirasi organisme. Karbondioksida dalam perairan sangat dibutuhkan terutama oleh tumbuh-tumbuhan air termasuk alga untuk fotosintesis. Ada perbedaan mendasar antara fotosintesis yang berlangsung pada tumbuhan akuatik dengan fotosintesis tumbuhan terestrial. Sumber karbondioksida yang dibutuhkan pada proses fotosintesis tumbuhan terestrial sepenuhnya langsung diambil dari atmosfer, sementara proses fotosintesis dalam lingkungan akuatik tergantung pada sumber karbondioksida yang terlarut dalam air (Barus, 2000).

f. Nitrat

Unsur hara di perairan yang langsung mempengaruhi pertumbuhan alga atau perifiton dari unsur N adalah nitrat dan mewakili unsur P adalah fosfat. Senyawa nitrogen ditemukan pada tumbuhan dan hewan sebagai penyusun protein dan klorofil. Nitrogen adalah unsur penting bagi makhluk hidup disamping karbon, hidrogen, dan oksigen. Nitrogen adalah komponen utama di dalam metabolisme protein. Nitrogen di perairan berada dalam bentuk senyawa anorganik seperti nitrit (NO_2), nitrat (NO_3), amonium (NH_4), dan amonia (NH_3) serta jumlahnya relatif sedikit (Goldman dan Horne 1983). Kekurangan nitrogen akan berakibat terbatasnya produksi protein dan materi-materi lain yang dibutuhkan untuk memproduksi sel-sel baru (Garcia, 1985).

Nitrat (NO_3) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat yang merupakan sumber nitrogen bagi tumbuhan selanjutnya dikonversi menjadi protein. Nitrat di perairan adalah sebagai makro nutrisi yang mengontrol produktivitas primer di daerah eufotik. Nitrat berasal dari buangan pertanian, pupuk, kotoran hewan dan manusia dan sebagainya (Winata *et al.*, 2000).

Nitrat juga merupakan zat hara penting bagi organisme autotrof dan diketahui sebagai faktor pembatas pertumbuhan (APHA, 1995). Nitrat nitrogen bersifat mudah larut dan stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Kadar amonia dan nitrat yang sesuai untuk pertumbuhan alga < 0,5 mg/l, hal ini sesuai dengan pernyataan Effendi (2003) yang menyatakan bahwa perairan dengan kandungan nitrat > 1 mg/l sudah berada pada kondisi tidak alami.

g. Ortofosfat

Fosfat di perairan merupakan unsur hara P yang menjadi kunci dalam produktivitas primer dan kesuburan suatu perairan dan biasanya terdapat dalam jumlah sedikit dan menjadi faktor pembatas (Goldman *et al.*, 1983). Fosfat merupakan nitrat yang

esensial bagi pertumbuhan suatu organisme perairan. Aprisanti *et al.* (2013) menyatakan bahwa fosfat merupakan unsur penting di perairan untuk proses metabolisme diatom dan fosfat juga merupakan faktor pembatas bagi kelimpahan dan pertumbuhan diatom.

Fosfor yang berada dalam perairan umumnya ditemukan dalam bentuk senyawa organik dan anorganik. Senyawa anorganik berada dalam bentuk fosfat dan polifosfat, sedangkan yang berbentuk senyawa organik berupa gula fosfat dan hasil-hasil oksidasinya merupakan senyawa yang tidak mudah terurai. Konsentrasi fosfor sering menjadi faktor pembatas di perairan alami. Fosfor merupakan unsur pembatas pertumbuhan yang umum pada perifiton meskipun fosfor ini dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit (Goldman dan Horne 1983).

Fosfor yang terdapat di air berasal dari dekomposisi organisme yang telah mati. Senyawa fosfat dapat berasal dari proses erosi tanah, buangan dari hewan dan pelapukan tumbuhan serta limbah industri, pertanian dan domestik (Kabul, 2000).

Keberadaan fosfor yang berlebihan dan diikuti dengan keberadaan nitrogen dapat menstimulir ledakan pertumbuhan alga di perairan. Alga yang berlimpah ini dapat membentuk lapisan pada permukaan air yang selanjutnya dapat menghambat penetrasi cahaya matahari dan oksigen sehingga kurang menguntungkan bagi ekosistem perairan. Menurut Wardoyo (1975), nilai kisaran ortofosfat yang baik bagi pertumbuhan perifiton adalah 0,011–0,1 mg/l, pada nilai kisaran tersebut perairannya tergolong subur.

Vollenweider dan Wetzel (1975), menyatakan bahwa terdapat tiga klasifikasi perairan berdasarkan kadar ortofosfat adalah:

- Perairan oligotrofik memiliki kadar ortofosfat antara 0,003-0,01 mg/l
- Perairan mesotrofik memiliki kadar ortofosfat antara 0,011-0,03 mg/l
- Perairan eutrofik memiliki kadar ortofosfat antara 0,031-0,1 mg/l