II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Plankton

A.1. Deskripsi Plankton

Plankton merupakan sekelompok biota akuatik baik berupa tumbuhan maupun hewan yang hidup melayang maupun terapung secara pasif di permukaan perairan, dan pergerakan serta penyebarannya dipengaruhi oleh gerakan arus walaupun sangat lemah (Sumich, 1992; Nybakken, 1993; Arinardi, 1997).

Menurut Sumich (1999), plankton dapat dibedakan menjadi dua golongan besar yaitu fitoplankton (plankton nabati) dan zooplankton (plankton hewani).

1. Fitoplankton

Fitoplankton merupakan tumbuh-tumbuhan air dengan ukuran yang sangat kecil dan hidup melayang di dalam air. Fitoplankton mempunyai peranan yang sangat penting dalam ekosistem perairan, sama pentingnya dengan peranan tumbuh-tumbuhan hijau yang lebih tingkatannya di ekosistem daratan. Fitoplankton juga merupakan produsen utama (*Primary producer*) zat-zat organik dalam ekosistem perairan, seperti tumbuh-tumbuhan hijau yang lain. Fitoplankton membuat ikatan-ikatan organik sederhana melalui fotosintesa (Hutabarat dan Evans, 1986).

Fitoplakton dikelompokkan dalam 5 divisi yaitu: *Cyanophyta*, *Crysophyta*, *Pyrrophyta*, *Chlorophyta* dan *Euglenophyta* (hanya hidup di air tawar), semua kelompok fitoplankton ini dapat hidup di air laut dan air tawar kecuali *Euglenophyta* (Sachlan, 1982). Fitoplankton yang dapat tertangkap dengan

planktonet standar adalah fitoplankton yang memiliki ukuran ≥ 20 µm, sedangkan yang biasa tertangkap dengan jarring umumnya tergolong dalam tiga kelompok utama yaitu diatom, *dinoflagellata* dan alga biru (Nontji, 1993).

2. Zooplankton

Zooplankton merupakan plankton hewani, meskipun terbatas namun mempunyai kemampuan bergerak dengan cara berenang (migrasi vertikal). Pada siang hari zooplankton bermigrasi ke bawah menuju dasar perairan. Migrasi dapat disebabkan karena faktor konsumen atau grazing, yaitu dimana zooplankton mendekati fitoplankton sebagai mangsa, selain itu migrasi juga terjadi karena pengaruh gerakan angin yang menyebabkan *upwelling* atau *downwelling* (Sumich, 1999).

A.2. Pengambilan Sampel Plankton

Pengambilan sampel plankton di perairan dapat dilakukan secara tegak (*vertical*), miring (*obligue*), ataupun mendatar (*horizontal*). Pengambilan sampel plankton harus sesuai dengan pengambilan sampel air untuk analisis faktor fisika dan kimia air dengan beberapa kali ulangan secara random (Fachrul, 2007).

Pengambilan sampel plankton pada perairan danau, waduk, sungai, perairan payau, atau laut dilakukan dengan menyaring air sebanyak 100 liter dari lokasi sampling, dengan menggunakan water sampler 10 liter. Penyaringan dapat pula dilakukan dengan menggunakan ember ukuran 5 liter dan dilakukan sebanyak 20 kali penyaringan. Cara lainnya yaitu dapat pula dilakukan penyaringan dengan menarik jaring plankon dari atas kapal yang ditenggelamkan

kira-kira 1 meter di bawah permukaan air selama 5 menit (kapal berputar di sekitar lokasi penelitian) (Fachrul, 2007).

A.3. Densitas Plankton

Densitas (*density*) merupakan banyaknya individu yang dinyatakan dengan persatuan luas, maka nilai itu disebut kepadatan (*density*). Nilai kepadatan ini dapat menggambarkan bahwa jenis dengan nilai kerapatan tinggi memiliki pola penyesuaian yang besar. Kepadatan ditaksir dengan menghitung jumlah individu setiap jenis dalam kuadrat yang jumlahnya ditentukan, kemudian penghitungannya diulang ditempat yang tersebar secara acak (Fachrul, 2007).

Densitas disebut juga *abundance* yang berarti kepadatan. Menurut Krebs (1972) *dalam* Effendie (2002) densitas diberi batasan sebagai jumlah per unit area atau per unit volume, kepadatan atau kerapatan ini merupakan parameter populasi yang berkaitan erat dengan parameter lain yang berhubungan dengan pengelolaan perairan tersebut. Nilai kerapatan ini dapat digunakan untuk menggambarkan bahwa jenis dengan nilai kerapatan tinggi memiliki pola penyesuaian yang besar. Kerapatan ditaksir dengan menghitung jumlah individu setiap jenis dalam kuadrat yang luasnya ditentukan, kemudian perhitungannya diulang di tempat yang tersebar secara acak (Fachrul, 2007). Nilai densitas digunakan untuk mengetahui kerapatan dari tumbuhan, untuk mengetahui kepadatan dari populasi ikan dan juga digunakan untuk mengetahui kepadatan plankton di suatu area.

A.4. Analisis Data Plankton

Penentuan kelimpahan (N) plankton dilakukan berdasarkan metode *Segwick Rafter,* dengan cara objek plankton diamati pada *cover glass* dibawah

mikroskop. Kelimpahan (N) plankton dinyatakan secara kuantitatif dalam jumlah sel perliter. Dalam pencacahan fitoplankton dihitung persel bukan dalam bentuk perrangkaian sel dan hasilnya dinyatakan dalam sel perliter, sedangkan untuk pencacahan zooplankton berdasarkan jumlah individu yang terlihat (Fachrull, 2007).

Indeks kemerataan (E) digunakan untuk mengetahui pola dari penyebaran biota plankton dalam suatu kawasan, yaitu merata atau tidak. Jika nilai indeks kemerataan dari jenis suatu biota relatif tinggi, maka keberadaan dari biota tersebut di perairan dalam kondisi merata. Nilai indeks berkisar antara 0-1, dengan $E \approx 0$ dimana kemerataan antar spesies rendah, artinya kekayaan individu yang dimiliki masing-masing spesies sangat jauh berbeda. E = 1, yang berarti kemerataan antar spesies relatif merata atau jumlah individu masing-masing spesies relatif sama(Fachrull, 2007).

Indeks keanekaragaman (H') digunakan untuk mengetahui kenekaragaman jenis biota di perairan. Kriteria tingkat pencemaran berdasarkan indeks keanekaragaman (H') adalah H' < 1 berarti komunitas biota tidak stabil atau kualitas air tercemar berat, jika nilai tersebut 1 < H' < 3 dikatakan stabilita komunitas biota sedang atau kualitas air tercemar sedang, dan H' < 3 maka stabilitas komunitas biota dalam kondisi stabil (Fachrull, 2007).

Menurut Odum (1997) dalam Fachrull (2007), menyatakan bahwa untuk mengetahui indeks dominansi (D) dari kualitas perairan dengan keragaman jenis yang tinggi, maka kisaran nilainya adalah jika $D \approx 0,$ maka tidak terdapat spesies yang mendominansi spesies lainnya atau struktur komunitas dalam keadan stabil.

Tetapi jika D = 1, maka terdapat spesies yang mendominansi spesies lainnya atau struktur komunitas labil, karena terjadi tekanan ekologis atau stres.

B. Sungai Kapuas

B.1. Deskripsi Sungai Kapuas

Sungai Kapuas adalah sungai terpanjang di Indonesia dengan panjang 1145 km. Sungai Kapuas merupakan urat nadi kesejahteraan masyarakat di Kalimantan Barat. Fungsi ekonomi Sungai Kapuas adalah sebagai sarana transportasi dengan rute Pontianak sampai Putussibau. Kawasan DAS Kapuas sekitar 10 juta Ha, namun sungai dan danau-danau di sepanjang sungai ini diperkirakan merupakan habitat 300-500 spesies ikan air tawar, sehingga tingkat keanekaragaman fauna air tawar dalam kawasan DAS Kapuas adalah yang paling tinggi di Indonesia (Anonim, 2009).

Pencemaran berbagai zat kimia berbahaya di Sungai Kapuas di Kalimantan Barat saat ini sudah terjadi mulai bagian hulu hingga hilir sungai. Sungai Kapuas tidak hanya dicemari oleh zat kimia merkuri, tetapi juga limbah pabrik, bakteri coli, dan ada juga indikasi tercemar pestisida dari perkebunan, menurut Ketua Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Kalbar Tri Budiarto di Pontianak. Berdasarkan penelitian Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura Pontianak pertengahan 2008 di hulu Sungai Kapuas, di Kabupaten Sintang dan Sekadau, tampak bahwa sungai dengan panjang 1.086 kilometer itu secara kimiawi dan biologis sudah tercemar (Anonim, 2009).

B.2. Kualitas Air

Air adalah sumber daya alam yang diperlukan bagi hajat hidup orang banyak, bahkan semua makhluk hidup. Air tergolong cairan biologis karena terdapat dalam tubuh organisme, termasuk juga manusia, dimana 80% penyusun tubuh manusia terdiri atas cairan yang didalamnya mengandung unsur dan mineral untuk pertumbuhan fisik manusia. Berbagai macam zat-zat yang terkandung di dalam air sangat berguna bagi kehidupan, tetapi ada juga zat tertentu yang bersifat toksik bagi makhluk hidup, namun beracun atau tidaknya suatu zat tergantung dari konteks seberapa besar jumlah kapasitas kadar dari zat beracun tersebut. Apabila dalam air terlarut ada zat yang beracun atau zat lain yang mengganggu peruntukkan air maka air tersebut dikatakan tercemar (Effendi, 2003).

Kualitas air adalah sifat air, kandungan makhluk hidup, energi, zat atau komponen lain yang terdapat didalam air. Kualitas air dapat dinyatakan dengan parameter fisika (suhu, kekeruhan, padatan terlarut, dan sebagainya); parameter kimia (pH, oksigen terlarut, COD, BOD, kadar logam dan lain-lainnya); serta parameter biologi (keberadaan plankton, bakteri, ikan dan sebagainya) (Effendi, 2003).

B.3. Pencemaran Air

Pencemaran air, menurut Peraturan Pemerintah RI No. 82 Tahun 2001 adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan komponen lain ke dalam air atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air berubah akibat kegiatan manusia, yang menyebabkan kualitas air

turun sampai ke tingkat tertentu sehingga air tidak dapat berfungsi lagi sesuai peruntukkannya (Mulia, 2005).

Penyebab utama adanya polusi air atau pencemaran air yang tinggi, karena populasi penduduk yang padat, sehingga menimbulkan kegiatan dalam memenuhi standar kebutuhan hidup serta meningkatkan kesejahteraan taraf hidup. Sungai, danau, dan lautan seringkali menjadi tempat pembuangan terbuka dari kegiatan manusia tersebut, seperti pembuangan limbah industri dan limbah rumah tangga, pestisida, herbisida, produk-produk minyak, logam berat (seperti merkuri, timah hitam dan seng), deterjen dan limbah industri yang dibuang ke lingkungan perairan dapat lansung membunuh makhluk hidup yang ada di lingkungan itu. Di Amerika Serikat, polusi air merupakan ancaman bagi 90% ikan-ikan dan kerang air tawar yang terancam punah (Indrawan *et al.*, 2007).

C. Limbah

C.1. Deskripsi Limbah

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga), yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis. Bila ditinjau secara kimiawi, limbah ini terdiri dari bahan kimia organik dan anorganik, dengan konsentrasi dan kuantitas tertentu, kehadiran limbah dapat berdampak negatif terhadap lingkungan terutama bagi kesehatan manusia, sehingga perlu dilakukan penanganan terhadap limbah. Tingkat bahaya keracunan yang ditimbulkan oleh limbah tergantung pada jenis dan karakteristik

limbah. Karakteristik limbah: berukuran mikro**,** dinamis**,** penyebarannya berdampak luas dan berdampak jangka panjang (antar generasi). Faktor yang mempengaruhi kualitas limbah adalah: volume limbah**,** kandungan bahan pencemar, dan frekuensi pembuangan limbah. Berdasarkan karakteristiknya, limbah industri dapat digolongkan menjadi 4 bagian: limbah cair**,** limbah padat, limbah gas dan partikel, dan limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Untuk mengatasi limbah ini diperlukan pengolahan dan penanganan limbah yang efisien (Anonim, 2009).

C.2. Limbah Minyak di Perairan

Lipid adalah suatu senyawa atau bahan organik yang tidak larut dalam air, larut dalam pelarut-pelarut organik, mengandung asam lemak yang kebanyakan dalam bentuk ester, dan dapat digunakan oleh organisme hidup (Riawan, 1990).

Lapisan minyak yang terdapat di permukaan perairan akan mengganggu kehidupan organisme di dalam air, hal ini disebabkan oleh:

a. Lapisan minyak menyebabkan penetrasi sinar ke dalam air berkurang, sehingga intensitas sinar di dalam air sedalam 2 meter dari permukaan air yang mengandung minyak ternyata 90% lebih rendah dari pada intensitas sinar pada kedalaman yang sama di dalam air yang bening.
b. Konsentrasi oksigen terlarut menurun karena lapisan film minyak menghambat pengambilan oksigen oleh air.
c. Fotosintesis oleh tanaman air tidak dapat berlangsung karena minyak pada lapisan permukaan air menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam air, akibatnya kandungan oksigen akan mengalami penurunan.

d. Lapisan minyak pada permukaan air tidak hanya mengganggu kehidupan hewan air, namun juga burung air karena bulunya dapat lengket akibat terkena minyak (Fardiaz, 1992; Wardhana, 2001).

C.3. Limbah *CPO* (*Crue Palm Oil*)

Limbah dari industri kelapa sawit (limbah *CPO)* meliputi padatan, cair dan gas. Limbah padatan berasal dari pasir atau tanah perkebunan, tandan buah, ampas, kulit kering (cangkang) serta lumpur dari kolam pengolah limbah cair. Sedangkan limbah cair berasal dari pengembunan uap air, proses kondensasi (dengan temperatur yang tinggi 60^{o}C-80^{o}C). Limbah gas dihasilkan dari penguraian bahan organik yang terkandung dalam buangan cair dan gas dari hasil pembakaran bahan bakar pada ketel uap *boiler* dan *incinerator* (Satria, 1999).

Limbah cair dari minyak kelapa sawit sendiri memiliki kandungan bahan organik yang cukup tinggi dan diolah dibeberapa kolam limbah, limbah ini berasal dari:

1. Air limbah kondensasi tahap sterilisasi (15% jumlah limbah cair) dan penjernihan (75% jumlah limbah cair). Hidrosiklon yang digunakan untuk memisahkan daging dari batok merupakan sumber utama air limbah (10% jumlah limbah cair).
2. Sterilisasi pandan buah menghasilkan kondensat kukus dan air cuci. Air cuci dihasilkan dari pengepresan minyak terhadap biji atau serat pada tahap pencucian daging buah.

3. Air panas yang digunakan untuk mencuci ayakan getar, sebelum minyak dimasukkan pada tangki penjernih minyak. (Satria, 1999).

D. Parameter Fisika-Kimia Lingkungan

1. Parameter Fisik

Parameter-parameter fisika yang biasa digunakan untuk menentukan kualitas air meliputi suhu, turbiditas, dan kecepatan arus air (Effendi, 2003; Slamet, 2006).

1.a. Suhu

Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, waktu dalam hari, ketinggian dari permukaan laut (*altitude*), lintang (*latitude*), sirkulasi udara, penutupan awan (mendung atau cerah), aliran air dan kedalaman air. Perubahan suhu sangat berpengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi badan air, selain itu suhu berparan dalam mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Peningkatan suhu dapat mengakibatkan peningkatan viskositas, reaksi kimia, evaporasi, volatisasi dan penurunan kelarutan gas dalam air (Effendi, 2003).

1.b. Turbiditas

Kekeruhan atau turbiditas tergantung pada warna dan kecerahan. Kecerahan merupakan ukuran transparansi perairan, yang ditentukan secara visual (Effendi, 2003). Kekeruhan air disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi (baik

yang bersifat organik maupun yang bersifat anorganik), dan dari buangan industri (Slamet, 2006). Kenaikan angka kekeruhan pada suatu badan sungai akan menghambat laju fotosintesis, sehingga akan menyebabkan produksi dalam badan sungai tersebut akan berkurang, maka akan menyebabkan organisme mengalami kekurangan oksigen (Brahmana dkk., 2007).

1.c. Kecepatan Arus Air

Arus merupakan faktor fisik yang berpengaruh terhadap kehidupan mikroorganisme perairan seperti ikan, plankton, dan benthos. Sungai secara alami mempunyai daya bersih yang cukup besar, hal ini disebabkan karena adanya arus yang dapat menghanyutkan bahan rombakan dari garam dan tanah. Kecepatan arus akan sangat berpengaruh terhadap kemampuan sungai untuk melakukan daya bersihnya. Kecepatan arus yang semakin lambat, akan menyebabkan bahaya yang semakin besar, karena kemampuannya untuk memperoleh oksigen kembali sangat rendah (Odum, 1996).

2. Parameter Kimia

Parameter-parameter kimia yang biasa digunakan kualitas air dan kandungan limbah minyak kelapa sawit meliputi pH (derajad keasaman), DO, COD, BOD, TSS, serta Minyak dan Lemak (Effendi, 2003;Mulia, 2006; Slamet, 2006).

2.a. pH

Derajad keasaman atau pH merupakan intensitas alkalinitas atau keasaman dari suatu cairan encer dan mewakili ion hidrogennya, dengan kisaran pH 6,7-7,5 untuk air normal yang memenuhi persyaratan untuk suatu kehidupan. Besar atau kecilnya pH air atau besarnya konsentrasi ion hidrogen di dalam air mempengaruhi sifat asam atau basa dari air tersebut (Wardhana, 1995).

Buangan yang bersifat alkalis (basa) bersumber yang mengandung bahan anorganik seperti senyawa karbonat (CO_3^{2-}), bikarbonat (HCO_3^-) dan hidroksida (OH^-). Sedangkan buangan yang bersifat adalah buangan yang berasal dari bahan kimia yang bersifat asam, misalnya buangan yang mengandung asam klorida (HCl), asam sulfat (H_2SO_4) dan lain-lain (Gintings, 1992). Derajad keasaman atau pH di alam akan meningkat sebagian disebabkan oleh adanya bikarbonat dan sisanya disebabkan oleh karbonat dan hidroksida. Pada keadaan tertentu (siang hari) adanya ganggang dan lumut dalam air akan menyebabkan turunnya kadar CO_2 dan HCO_3 yang mengakibatkan kadar CO_3^{2-} dan OH^- menjadi naik akibatnya pH air menjadi naik (Aleart dan Sartika, 1987).

Biota akuatik sebagian besar *sensitive* terhadap perubahan pH dan dapat hidup pada kisaran pH sekitar 7-8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan. Pengaruh nilai pH terhadap komunitas biologi perairan ditujukan dalam Tabel 1. Sebagian besar tumbuhan air mati pada pH < 4 karena tidak dapat bertoleransi terhadap pH rendah. Namun algae *Chlamydomonas acidophila* masih dapt bertahan hidup pada pH yang sangat rendah, yaitu pH 1, dan algae *Euglena* masih dapat bertahan hidup pada pH 1,6.

Tabel 1. Pengaruh pH Terhadap Komunitas Biologi Perairan

Nilai pH	Pengaruh Umum
6,0-6,5	• Keanekaragaman plankton dan bentos sedikit menurun. • Kelimpahan total, biomassa, dan produktivitas tidak mengalami perubahan.
5,5-6,0	• Penurunan nilai keanekaragaman plankton dan bentos semakin tampak. • Kelimpahan total, biomassa, dan produktivitas masih belum mengalami perubahan yang berarti. • Algae hijau berfilamen mulai tampak pada zona litoral.
5,0-5,5	• Penurunan keanakaragaman dan komposisi jenis plankton,perifiton, dan bentos semakin besar. • Terjadi penurunan kelimpahan total dan biomassa zooplankton dan bentos • Algae hijau berfilamen semakin banyak. • Proses nitrifikasi terlambat.
4,5-5,0	• Penurunan keanekaragaman dan komposisi jenis plankton, perifiton, dan bentos semakin besar. • Penurunan kelimpahan total dan biomassa zooplankton dan bentos. • Algae hijau berfilamen semakin banyak. • Proses nitrifikasi terhambat.

(Effendie, 2003).

2.b. DO

Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen)* merupakan banyaknya oksigen yang terkandung di dalam air dan diukur dalam satuan milligram perliter. Oksigen terlarut ini digunakan sebagai tanda derajat pengotoran limbah yang ada. Semakin besar oksigen terlarut, maka menunjukkan derajat pengotoran yang relative kecil (Mulia, 2006).

Kehidupan mikroorganisme, ikan dan hewan air lainnya tidak terlepas dari kandungan oksigen yang terlarut di dalam air. Air yang tidak mengandung oksigen tidak akan memberikan kehidupan bagi mikroorganisme, ikan dan hewan air lainnya (Wardhana, 1995). Oksigen terlarut sendiri adalah oksigen yang

terdapat dalam air (dalam bentuk oksigen, bukan dalam bentuk hidrogen oksida) dan biasanya dinyatakan dalam mg/l (ppm) oksigen bebas dalam air ini dapat berkurang apabila di dalam air terdapat kotoran atau limbah yang degradabel (Darsono, 1995).

Oksigen terlarut dapat berasal dari proses fotosintesis tanaman air dan dari atmosfer (udara) yang masuk ke dalam air. Masalah kecukupan oksigen di dalam ekosistem air sangat penting untuk mendukung eksistensi organisme di dalam air itu sendiri (Fardias, 1992; Ryadi, 1981).

2.c. BOD

BOD atau *Biological Oxygen Demand* adalah jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme di dalam perairan untuk mendegradasi bahan buangan organik yang ada di lingkungan perairan tersebut. Perairan yang telah tercemar oleh bahan bersifat antiseptik atau bersifat racun, seperti phenol, kreolin, deterjen, asam sianida, insektisida dan sebagainya, jumlah mikroorganismenya relatif sedikit. Kondisi perairan yang mengandung bahan-bahan ini maka perlu dilakukan penambahan mikroorganisme yang mampu beradaptasi dengan bahan buangan tersebut. Analisis perairan dengan menggunakan BOD memiliki keterbatasan yang tidak sepenuhnya dapat mengoksidasi segala macam buangan (Wardhana, 2001).

2.d. COD

COD adalah besarnya oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik secara kimia dengan menggunakan oksidator kuat $K_2Cr_2O_7$ pada kondisi asam. Penguraian bahan organik oleh mikroorganisme yang tidak terukur pada

saat pengukuran BOD, akan terukur pada saat pengukuran COD. Hal ini akan menyebabkan kadar COD pada limbah cair akan lebih besar daripada kadar BOD (Fardiaz, 1992 dan Wardhana, 2001). Analisis COD biasanya menghasilkan nilai kebutuhan oksigen lebih tinggi daripada analisis terhadap BOD. Analisis COD adalah suatu analisis yang menentukan suatu oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik dalam air (Fardiaz, 1992).

Karbondioksida adalah faktor penting karena merupakan unsur yang sangat dibutuhkan dalam reaksi fotosintesis. Peningkatan jumlah karbondioksida dalam air akan mempercepat proses fotosintesis dan proses perkembangan bagi kebanyakan organisme (Odum, 1996). Gas karbondioksida dapat masuk ke dalam air melalui sentuhan air permukaan dengan udara atau melalui air hujan (Sastrawijaya, 1991). Di samping itu karbondioksida dalam air dapat diperoleh dari respirasi, pembusukan atau sumber-sumber di dalam tanah (Odum,1996).

Konsentrasi karbondioksida yang tinggi dapat dengan pasti menjadi faktor pembatas bagi binatang-binatang, terutama karena konsentrasi karbondioksida yang demikian tinggi itu diasosiasikan dengan konsentrasi oksigen yang rendah. Organisme air sangat tanggap terhadap konsentrasi tinggi dan dapat mati terbunuh apabila air mengandung banyak sekali karbondioksida yang tidak terikat (Odum, 1996).

2.e. *TSS* (*Total Suspensi Solid*)

TSS atau *Total Suspensi Solid* terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik yang terbawa ke badan air oleh kikisan tanah atau erosi tanah (Effendi, 2003). *Total Suspensi Solid* atau TSS merupakan jumlah berat dalam

mg/L kering lumpur yang ada di dalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron. Suspended solid (material tersuspensi) dapat dibagi menjadi zat padat dan koloid, selain itu terdapat istilah lain yaitu *dissolved solid* (padatan terlarut) (Mulia, 2005; Djabu, 1990), menambahkan bahwa *Suspended Solid* meliputi zat padat yang mengendap selama 60 menit pada kertas saring dengan ukuran pori tertentu. Prinsip pengukuran *TSS* adalah sampel disaring dengan kertas saring, kertas saring yang mengandung zat tersuspensi dikeringkan pada suhu oven 105º C selama 1 jam. Zat padat tersuspensi dapat diartikan sebagai zat padat yang tertinggal sebagai residu akibat penguapan dan pengeringan pada suhu 103º C sampai 105º C.

2.f. Minyak dan Lemak

Minyak atau lemak yang terdapat pada perairan sering dimasukkan ke dalam kelompok padatan yang mengapung diatas permukaan air. Minyak tidak larut dalam air, sehingga senyawa minyak akan mengapung dan air menjadi tercemar. Semua jenis minyak mengandung senyawa-senyawa *volatile* akan segera dapat menguap sebanyak 25%, namun sisa minyak yang tidak dapat menguap mengalami emulfikasi yang mengakibatkan air dan minyak menjadi tercemar. Minyak di perairan tersebar dalam bentuk terlarut, dengan lapisan film yang tipis yang terdapat di permukaan, emulsi, dan fraksi terserap. Interaksi minyak di perairan sangat kompleks, dipengaruhi oleh nilai *spesific gravity*, titik didih, tekanan permukaan, *viskositas*, kelarutan, dan penyerapan. Kadar minyak mineral dan produk-produk petroleum diperkenankan terdapat pada air minum berkisar

antara 0,01-0,1 mg/liter, jika melebihi 0,3 mg/liter dapat bersifat toksik terhadap beberapa jenis ikan air tawar (Effendi, 2003).

E. Parameter Biologi

E.1. Definisi Indikator Biologi

Indikator biologis merupakan petunjuk ada tidaknya perubahan keadaan lingkungan, hal ini dapat ditentukan dari hewan atau tumbuhan yang terletak pada daur pencemaran sebelum sampai kepada manusia, sehingga indikator biologis perlu dianalisis untuk mengetahui masalah lingkungan (Wardhana, 1995).

Organisme yang hidup di perairan dapat dijadikan pendeteksi kualitas suatu perairan, yang dikenal dengan bioindikator atau indikator biologi. Menurut Walker (1981) dan Hawkes (1979) *dalam* (Fachrul, 2007), organisme yang dapat dijadikan sebagai indikator biologi pada perairan tercemar adalah organisme yang dapat memberika respon terhadap sedikit banyaknya bahan pencemar dan meningkatkan populasi organisme tersebut. Organisme yang tidak toleran akan mengalami penurunan, bahkan kemusnahan dari lingkungan perairan tersebut. Jenis organisme yang tidak toleran ini dapat dijadikan indikator terhadap kualitas air yang bersih dan normal. Sedangkan bila ditemukan organisme yang banyak mengandung bahan-bahan organik, maka organisme ini dijadikan sebagai indikator pencemaran bahan-bahan organik.

E.2. Kriteria Organisme yang Digunakan Sebagai Indikator Biologi

Kriteria jenis organisme yang dijadikan sebagai indikator adalah sebagai berikut (Harman, 1974 *dalam* Fachrul, 2007):

1. mudah dikenali oleh peneliti yang bukan spesialis;
2. mempunyai sebaran yang luas di dalam lingkungan perairan;
3. memperlihatkan daya toleransi yang hampir sama pada kondisi lingkungan perairan yang sama;
4. jangka hidupnya relatif lama;
5. tidak cepat berpindah tempat bila lingkungannya dimasuki bahan pencemar.

Menurut Verleyen 1990 *dalam* Sastrawijaya, 1991; indikator biologis dapat membantu untuk menentukan kualitas air secara kontiyu dibandingkan indikator fisika dan kimia. Hal ini karena biota perairan (flora dan fauna) menghabiskan seluruh hidupnya di lingkungan tersebut. Pada pengukuran dengan menggunakan parameter fisik dan kimia hanya memberi gambaran kualitas lingkungan sesaat dan cenderung dengan interpresentasi dalam kisaran yang lebih lebar. Di samping itu, indikator biologis merupakan petunjuk yang mudah untuk memantau terjadinya pencemaran. Adanya pencemaran lingkungan, maka keanekaragaman spesies akan menurun dan mata rantai makanannya menjadi lebih sederhana (Brahmana dkk, 2007).

Penggunaan organisme indikator dalam penentuan kualitas air sangat bermanfaat karena organisme tersebut akan memberikan reaksi terhadap keadaan kualitas perairan, sehingga dapat melengkapi nilai kualitas perairan berdasarkan parameter fisika dan kimia. Biota perairan diklasifikasikan menurut ukuran, sifat hidup, dan habitatnya menjadi tiga kelompok besar diantaranya yaitu plankton, bentos dan nekton (ikan) (Fachrul, 2007).

Keberadaan plankton sangat mempengaruhi kehidupan di perairan karena memegang peranan penting sebagai makanan bagi organisme perairan. Berubahnya fungsi perairan sering diakibatkan oleh adanya perubahan struktur dan nilai kuantitatif plankton. Perubahan tersebut disebabkan oleh faktor-faktor yang berasal dari alam dan maupun aktivitas manusia (Fachrul, 2007).