

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Ranu

Habitat air tawar dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu air tawar yang mengalir (lotik) dan air tawar yang diam (lentik). Air tawar mengalir terdiri dari air bergerak yang terus menerus ke arah tertentu, termasuk semua sungai dan aliran dengan segala ukuran. Perairan tawar lentik terdiri dari air tergenang seperti ranu, kolam, dan rawa (Ewusie, 1990).

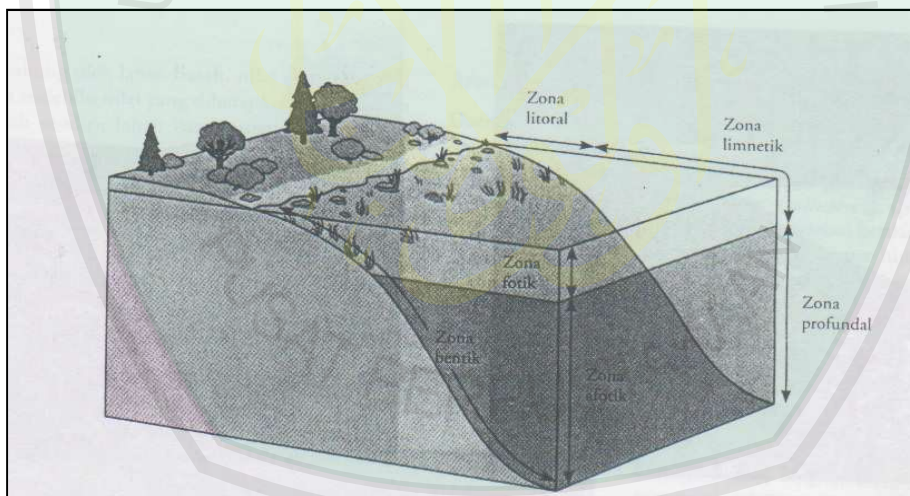
Perairan tergenang meliputi ranu, kolam, waduk, rawa, dan sebagainya. Perairan tergenang (lentik), khususnya ranu, biasanya mengalami stratifikasi kualitas air secara vertikal akibat perbedaan intensitas cahaya dan perbedaan suhu yang terjadi secara vertikal. Ranu dicirikan dengan arus yang sangat lambat (0,001–0,01 m/detik) atau tidak ada arus sama sekali. Oleh karena itu, waktu tinggal air dapat berlangsung lama (Effendi, 2003).

Menurut Leksono (2007), terdapat pembagian daerah ranu berdasarkan penetrasi cahaya matahari. Daerah yang dapat ditembus cahaya matahari sehingga terjadi fotosintesis disebut daerah trofogenik atau fotik. Zona di bawah daerah trofogenik disebut zona trofolitik yang merupakan zona dengan intensitas cahaya tidak mampu mendukung kehidupan tumbuhan.

Ekosistem perairan, baik perairan sungai, Ranu maupun perairan pesisir dan laut merupakan himpunan integral dari komponen abiotik (fisik-kimia) dan biotik (organisme hidup) yang berhubungan satu sama lain dan saling berinteraksi membentuk suatu struktur fungsional. Perubahan pada salah satu dari komponen

tersebut tentunya akan dapat mempengaruhi keseluruhan sistem kehidupan yang ada di dalamnya (Fachrul, 2007).

Leksono (2007), menyatakan, komunitas tumbuhan dan hewan tersebar di ranu sesuai kedalaman dan jarak dari tepi. Menurut Dwidjoseputro (1994), terdapat tiga zona di suatu ranu, yaitu zona tepi atau daerah pinggiran (*littoral zone*), zona tengah (*limnetic zone*), yaitu daerah tengah ranu, zona dasar (*profundal zone*), yaitu bagian ranu yang agak jauh dari daerah tepi dan berada di bawah zona tengah sampai ke dasar ranu. Leksono (2007) menambahkan zona bentik sebagai zona yang keempat, yaitu zona dasar Ranu tempat terdapatnya bentos dan sisa-sisa organism mati (Gambar 2.1).



Gambar 2.1. Empat Zona Utama di Perairan Air Lentik (Campbell, 2004).

Zona tepi paling kaya akan penghuni. Penghuni yang paling dekat tepi berupa tumbuhan tingkat tinggi yang akarnya menjangkau dasar ranu dekat tepi. Agak jauh sedikit dari tepi terdapat tumbuhan seperti bangsa leli, bangsa tumbuhan berspora yang mengapung di air. Faunanya berupa bangsa siput,

hewan-hewan kaki berbuku-buku, larva nyamuk, katak dan ular (Dwidjoseputro, 1994).

Menurut Leksono (2007), zona tepi merupakan daerah dangkal. Cahaya matahari menembus dengan optimal. Air yang hangat berdekatan dengan tepi. Tumbuhannya merupakan tumbuhan air berakar dan daunnya ada yang mencuat ke atas permukaan air. Komunitas organisme sangat beragam termasuk jenis-jenis alga yang melekat (khususnya diatom), berbagai siput dan remis, serangga, crustacea, ikan, amfibi, reptilia, dan beberapa mamalia yang sering mencari makan di Ranu.

Zona tengah adalah zona luas terbuka, ditumbuhi oleh fitoplankton sampai sejauh sinar matahari dapat menembus. Fauna pemakan fitoplankton terdiri atas ikan-ikan kecil, sedangkan predatornya bisa berupa ikan karnivora atau berupa ular (Dwidjoseputro, 1994).

Zona dasar tidak mempunyai penghuni berupa tumbuhan. Zona ini dihuni oleh jamur, bakteri pengurai, serta ikan pemakan sisa-sisa zat organik yang berasal dari tumbuhan maupun hewan yang berada di zona di atasnya (Dwidjoseputro, 1994).

Berdasarkan produksi materi organik, ranu dapat dikelompokkan menjadi ranu *Oligotropik* dan ranu *Eutrofik*. *Oligotropik* merupakan sebutan untuk ranu yang dalam dan kurang nutrisi terutama fosfor. Ciri-ciri ranu oligotropik yaitu, airnya jernih, dihuni oleh sedikit organisme, sedangkan di bagian dasar banyak terdapat oksigen sepanjang tahun karena sedikit sisa-sisa organisme mati. Ranu *Eutrofik* merupakan sebutan untuk ranu yang dangkal dan kaya akan kandungan

makanan karena fitoplankton sangat produktif. Ciri-ciri Ranu eutrofik adalah airnya keruh, terdapat macam-macam organisme, dan oksigen terdapat di daerah profundal. Ranu oligotrofik dapat berkembang menjadi ranu eutropik akibat adanya materi-materi organik yang masuk dan endapan. Perubahan ini juga dapat dipercepat oleh aktivitas manusia, misalnya dari sisa-sisa pupuk buatan pertanian dan timbunan sampah kota yang memperkaya ranu dengan buangan sejumlah nitrogen dan fosfor. Akibatnya terjadi peledakan populasi ganggang atau blooming sehingga terjadi produksi detritus yang berlebihan dan akhirnya menghabiskan suplai oksigen di ranu tersebut. Proses suksesi ranu seperti itu disebut eutrofikasi. Eutrofikasi membuat air tidak dapat digunakan lagi dan mengurangi nilai keindahan ranu (Leksono, 2007).

2.2 Perairan Ranu Pani dan Ranu Regulo

Desa Ranu Pani dihuni oleh 1.300 jiwa dengan mata pencaharian utama sebagai petani hortikultura dan memiliki keanekaragaman budaya (tengger, jawa) dan agama (Islam, Hindu, Budha dan kristen). Desa yang merupakan salah satu tempat berkumpul umat hindu tengger dari senduro-Lumajang yang akan mengikuti upacara kasada di gunung Bromo sambil mengambil air dari Ranu Pani sebagai perlengkapan upacara. Kebutuhan masyarakat Ranu Pani akan kayu bakar cukup tinggi, karena berada pada suhu cukup dingin rata-rata 10° C (Farida, 2008).

Secara administratif desa Ranu Pani termasuk dalam wilayah kecamatan senduro kabupaten Lumajang. Desa Ranu Pani memiliki luas wilayah 2500 ha, meliputi lahan pertanian 600 ha, pemukiman penduduk 120 ha dan selebihnya

adalah daerah penyangga yang merupakan zona inti dari Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS). Ranu Pani terletak pada ketinggian 2117 m dpl, dengan suhu 3°-18°. Suhu terendah terjadi pada musim kemarau. Ranu Pani memiliki dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Tekanan udara antara 1.007-1.0015,7 mmHg. Kelembaban nisbi udara antara 42%-45% (terendah) sampai 90%-97% (tertinggi) curah hujan bervariasi antara 1.583-3.570 mm. kecepatan angin rata-rata 46 mm/jam hingga 96 km/jam (Dzulhiba, 2008).

Perairan Ranu Pani dan Ranu Regulo memiliki keindahan alam yang cukup menarik. Dari tempat ini dapat disaksikan keindahan panorama gunung semeru dengan kepulan asapnya, menikmati keindahan sekitar Ranu, mengamati kehidupan satwa liar khususnya satwa migrant burung belibis, dan mengamati budaya/adat-istiadat penduduk setempat. Di desa Ranu Pani yang merupakan desa terdekat dengan Ranu Pani terdapat beberapa warung yang menjajakan keperluan makan minum dan perbekalan pendaki. Disamping itu juga terdapat beberapa orang yang biasa mengantar/membawakan barang-barang pendaki hingga ke puncak Mahameru (Departemen Kehutanan, 2009).

Ranu Pani memiliki luas 1 ha dengan kedalaman 6 meter dan luas Ranu Regulo 0,75 ha kedalaman 14 meter berada berada pada ketinggian 2.200 (Buku laporan data statistic TN.BTS *dalam* Farida, 2008). Ranu Pani merupakan Ranu yang indah, tetapi airnya tidak sejernih seperti dahulu dan telah terjadi pendangkalan akibat pembuangan limbah rumah tangga masyarakat di sekitar Ranu tersebut. Kawasan Ranu pani masuk dalam Resort Pengelolaan Taman Nasional Wilayah Ranu Pani, merupakan pintu masuk bagi para pendaki yang

ingin mendaki ke gunung semeru. Terdapat fasilitas guest house, podok pendaki konservasi dan interpretasi, gedung pusat informasi, posko SAR, posko porter, pondok kerja, dan shelter. Ranu Regulo terletak bersebelahan tidak jauh dari Ranu pani. Ranu ini juga terletak di desa Ranu Pani dan merupakan Ranu yang masih perawan dan asri, karena bebas dari pencemaran limbah rumah tangga sama sekali. Namun perilaku para pengunjung, terutama yang suka berkema di tempat ini memegang peranan penting terhadap kebersihan dan keasrian Ranu ini. Fasilitas yang tersedia di kawasan ini adalah camping ground, pondok penelitian dan shelter (Departemen Kehutanan, 2009).

2.3 Keanekaragaman Zooplankton

Keanekaragaman menggambarkan jumlah total proporsi suatu spesies relatif terhadap jumlah total individu yang ada. Semakin banyak jumlah spesies dengan proporsi yang seimbang menunjukkan keanekaragaman yang semakin tinggi (Leksono, 2007).

Plankton adalah organisme yang melayang di dalam air dan gerakannya kurang lebih tergantung pada arus. Beberapa plankton ada yang menunjukkan gerakan berenang aktif yang membantu mempertahankan posisi vertikal, tetapi plankton secara keseluruhan tidak dapat bergerak melawan arus yang cukup deras (Soetjipta, 1993). Menurut Barus (2004), plankton merupakan organisme perairan pada tingkat trofik pertama yang berfungsi sebagai penyedia energi. Plankton dibagi menjadi fitoplankton, yaitu organisme plankton yang bersifat tumbuhan dan zooplankton, yaitu plankton yang bersifat hewan.

Kecilnya ukuran plankton tidaklah mengandung arti bahwa mereka adalah organisme yang kurang penting. Anggapan yang demikian ini kurang benar, karena mereka merupakan sumber makanan bagi jenis ikan komersial. Dengan kata lain kelangsungan hidup ikan secara alami tergantung pada banyak sedikitnya jumlah plankton yang ada. Sejak ikan menjadi salah satu sumber makanan yang penting bagi manusia, maka secara tidak langsung makanan kita pun tergantung pada mereka (Hutabarat, 1986).

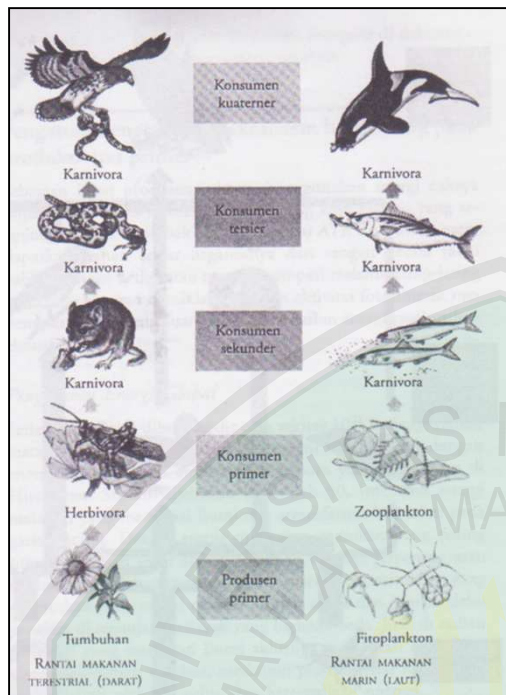
Zooplankton sering pula disebut plankton hewani, terdiri dari hampir seluruh filum hewan dan memiliki ukurannya lebih besar dari fitoplankton, bahkan ada pula yang bisa mencapai satu meter seperti ubur-ubur. Penelitian Kartono (2002) dan Farida (2003), menemukan zooplankton terdiri dari beberapa filum yaitu, Porifera, Nemathelminthes, Aschelminthes, Arthropoda, Echinodermata., Protozoa (Tintinopsis, Prorosentrum, Triseratium dan Ceratium), Rotifera (Brachionus), Crustacea (Acartia, Daphnia dan Calanus).

Zooplankton yang paling primitif adalah filum protozoa. Protozoa merupakan hewan yang tubuhnya terdiri dari satu sel. Nama protozoa berasal dari bahasa latin yang berarti “hewan yang pertama” (proto=awal, zoon=hewan). Filum ini hidup didaerah yang lembab atau berair, misalnya air tawar, air laut, air payau dan tanah (Kastawi, dkk, 2005). Protozoa mempunyai keanekaragaman jenis yang sangat tinggi, tetapi yang hidup sebagai plankton umumnya dapat digolongkan dalam kelas Ciliata (Infusoria) dan Sarcodina (Rhizopoda) (Nontji, 2008).

Berdasarkan daur hidupnya plankton dibedakan menjadi dua yakni plankton yang bersifat planktonik hanya pada sebagian besar daur hidupnya, misal embrio disebut mesoplankton, sedangkan organisme seluruh daur hidupnya bersifat plankton disebut holoplankton (Nybakken, 1992). Holoplankton yang paling umum di jumpai adalah kopepoda. Ekspedisi “Siboga” yang telah dilaksanakan di perairan Indonesia bagian timur tahun 1899-1900, menemukan sebanyak 338 jenis kopepoda, keragaman jenis yang amat tinggi dibandingkan dengan yang dapat di jumpai di perairan lain. Kopepoda merupakan crustacea yang umumnya berukuran kecil sekitar 0,5-1 mm, meskipun ada pula yang mencapai 5 mm. Di laut Jawa terdapat antara 5 jenis kopepoda yang umum ditemukan dengan ukuran besar yaitu *Euchaeta concinna*, *Undinula vulgaris*, *Eucalanus subcrassus*, *Candacia bradyi* dan *Labidocera acuta* (Nontji, 2005).

Zooplankton di laut terbuka banyak yang dapat melakukan gerakan naik turun secara berkala atau dikenal dengan migrasi vertikal. Pada malam hari zooplankton naik ke atas menuju ke permukaan sedangkan pada siang hari turun kelapisan bawah. Penelitian yang telah dilakukan di laut Banda membuktikan pula adanya kenyataan seperti itu. Oleh karenanya penangkapan zooplankton pada malam hari biasanya memberikan hasil yang lebih besar dan lebih beragam dibandingkan dengan penangkapan pada siang hari. Ada beberapa teori untuk menerangkan migrasi vertikal ini. Salah satu teori menyebutkan karena banyak zooplankton menghindari sinar matahari yang terlampau kuat di permukaan pada siang hari dan karenanya mereka menyusup ke lapisan yang lebih dalam. Baru pada malam hari mereka kembali ke atas (Nontji, 2005).

Sebagian besar zooplankton menggantungkan sumber nutrisinya pada materi organik, baik berupa fitoplankton maupun detritus. Kepadatan zooplankton di suatu perairan jauh lebih sedikit dibandingkan dengan fitoplankton (Barus, 2004). Fitoplankton dalam struktur trofik merupakan produsen primer. Fitoplankton menggunakan energi cahaya untuk mensintesis gula dan senyawa organik lainnya, yang kemudian digunakan oleh konsumen primer. Konsumen primer ini berupa herbivora yang memakan tumbuhan atau alga. Tingkat trofik berikutnya adalah konsumen sekunder yaitu karnivora yang memakan herbivora. Karnivora ini selanjutnya dapat dimakan oleh karnivora lain yang merupakan konsumen tersier (Campbell, dkk, 2004). Menurut Odum (1993), zooplankton merupakan konsumen primer yang memakan fitoplankton. Zooplankton memperlihatkan fluktuasi yang seirama atau segera mengikuti fitoplankton, karena zooplankton tergantung pada fitoplankton. Beberapa zooplankton dapat menggunakan bahan organik yang terlarut, tetapi makanan berupa partikel merupakan sumber energi utama. Contoh rantai makanan darat dan air seperti gambar 2.2.



Gambar 2.2 Contoh rantai makanan darat dan air (Campbell, dkk, 2004).

2.4 Zooplankton sebagai Bioindikator

Pemantauan dan penilaian mutu air tawar di suatu lingkungan sering didasarkan pada kekeruhan, pH, oksigen terlarut, *biochemical oxygen demand* (BOD) dan bahan gizi. Pengukuran sifat fisika-kimia ini dapat berubah dari jam ke minggu dan dari meter ke kilometer, sedangkan biasanya yang diinginkan adalah yang memiliki variasi yang kecil. Zooplankton telah digunakan secara luas sebagai indikator untuk memantau dan menilai berbagai jenis polusi yang mencakup keasaman, polusi pestisida dan alga beracun. Komunitas zooplankton mencerminkan efek dari mutu air karena zooplankton tidak bisa mengisolasi diri mereka seperti tiram dengan menutup kulit mereka dalam kondisi air yang kurang baik. zooplakton secara langsung berhubungan dengan air, sehingga mereka

terakumulasi setiap hari akibat efek dari berubahnya mutu air (Suthers dan rissik, 2009).

Zooplankton dapat digunakan untuk menilai kualitas ranu buatan dan alami dari pH asam. Kelimpahan dari Rotifer *Karatella taurocephala* adalah suatu indikator yang baik terhadap pH rendah. Sedangkan untuk daerah litoral, pH rendah sering dihubungkan dengan *Cladocera alonarustica* dan *Acantholeberis curvirostris*. Sebagian spesies zooplankton merupakan indikator yang baik terhadap perairan eutropik maupun oligotropik, salah satunya adalah Rotifer *Asplanchna brightwelli* yang dijadikan sebagai indikator kesuburan di sungai Australia (Suthers dan rissik, 2009). Murti, dkk (1991) menyebutkan, terdapat beberapa filum zooplankton yang memiliki toleransi tinggi terhadap pencemaran. Filum-filum tersebut yaitu, Protozoa, Rotifera, dan Cladocera (Tabel 2. 1).

Tabel 2.1 Beberapa filum dan spesies toleran/indikator polusi

Filum/Ordo	Spesies
1. Protozoa	<i>Paramecium caudatum</i>
2. Rotifera	<i>Branchionus rubens</i>
	<i>B. angularis</i>
	<i>B. plicatilis</i>
	<i>B. quadridentata</i>
	<i>B. calyciflorus</i>
	<i>Platias polycanthus</i>
3. Cladocera	<i>Moina brachiata</i>

Keberadaan plankton sangat mempengaruhi kehidupan di perairan karena memegang peranan penting sebagai makanan bagi berbagai organisme. Pada masa kini, plankton sudah dianggap sebagai salah satu unsur penting dalam ekosistem, baik positif maupun negatif bila dilihat dari kaca mata manusia. Berubahnya fungsi perairan sering diakibatkan oleh perubahan struktur dan nilai kuantitatif plankton.

Perubahan ini dapat disebabkan oleh faktor-faktor yang berasal dari alam maupun aktivitas manusia seperti adanya peningkatan yang signifikan dari konsentrasi unsur hara. Dengan demikian hal ini dapat menimbulkan peningkatan nilai kuantitatif plankton melampaui batas normal yang dapat di tolerir oleh organisme hidup lainnya (Fachrul, 2007).

Perkembangan studi plankton menunjukkan bahwa keberadaan plankton (*fitoplakton* dan *zooplankton*) pada perairan membantu para peneliti dalam menentukan kualitas perairan dari suatu ekosistem. Adanya pemanasan global, dapat diketahui menyebabkan beberapa populasi zooplankton telah mengalami gangguan. Oleh karena itu, dengan mengetahui keadaan plankton di perairan seluruh dunia, para peneliti berharap dapat mengukur pula pengaruh pemanasan global terhadap kehidupan di suatu perairan. Pendekatan tersebut dapat ditempuh melalui studi kualitatif dengan mengetahui struktur komunitas serta kelimpahan, kandungan klorofil maupun produktivitasnya. Penelitian Suwondo, dkk (2004) di sungai Senapelan, Sago dan Sail di kota Pekanbaru menunjukkan, berdasarkan indeks keanekaragaman dan indeks saprobik, pada Sungai Senapelan, Sago dan Sail dari hulu sampai hilir dalam keadaan tercemar sedang sampai berat

Indeks keanekaragaman merupakan parameter yang sangat berguna terutama untuk mempelajari gangguan faktor-faktor lingkungan atau abiotik terhadap suatu komunitas atau untuk mengetahui stabilitas komunitas. Perairan yang berkualitas baik biasanya memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi dan sebaliknya pada perairan buruk atau tercemar biasanya memiliki keanekaragaman jenis yang rendah.

2.5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Keanekaragaman Zooplankton

2.5.1 pH

Setiap spesies memiliki kisaran toleransi yang berbeda terhadap pH. Nilai pH yang ideal bagi kehidupan organisme akuatik termasuk plankton pada umumnya berkisar antara 7 sampai 8,5. Kondisi perairan yang bersifat sangat asam maupun sangat basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi. Disamping itu pH yang sangat rendah akan menyebabkan mobilitas berbagai senyawa logam berat yang bersifat toksik semakin tinggi yang tentunya akan mengancam kelangsungan hidup organisme akuatik. Sementara pH yang tinggi akan menyebabkan keseimbangan antara amonium dan amoniak dalam air akan terganggu, dimana kenaikan pH diatas normal akan meningkatkan konsentrasi amoniak yang juga bersifat sangat toksik bagi organisme (Barus, 2004).

2.5.2 Suhu

Air memiliki beberapa sifat thermal yang unik yang bergabung dan meminimumkan perubahan suhu, sehingga kisaran perbedaan suhu lebih kecil serta perubahan lebih lambat di air dari pada di udara. Walaupun demikian, suhu adalah suatu faktor pembatas yang utama, karena organisme akuatik biasanya memiliki toleransi yang sempit (Soetjipta, 1993).

Polusi suhu oleh manusia, misalnya air buangan dari sistem pendinginan mesin, pengaruhnya akan menyebar luas. Perubahan suhu menimbulkan pola sirkulasi dan stratifikasi, yang sangat mempengaruhi kehidupan akuatik (Soetjipta, 1993). Suhu merupakan faktor kontrol dari proses kimia biologi di dalam perairan

sehingga perubahan suhu bisa membuat semua proses dalam perairan berubah. Pengukuran suhu air di lapisan permukaan dapat diukur menggunakan thermometer air raksa, sedangkan untuk lapisan yang lebih dalam dapat menggunakan sampler thermometer atau reversing thermomometer (Mahyuddin, 2010).

2.5.3 Padatan Total dan Kecerahan

Padatan total terdiri dari padatan tersuspensi (TSS) dan padatan terlarut (TDS) yang dapat bersifat organik dan anorganik. Padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan, tidak larut, dan tidak mengendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukurannya 1 sampai 0,001 μm . Bahan-bahan tersuspensi terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air (Effendi 2003).

Adanya padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi cahaya ke air sehingga mempengaruhi regenerasi oksigen melalui fotosintesis dan menyebabkan air menjadi keruh. Padatan terlarut (TDS) adalah padatan ukuran yang lebih kecil dari pada padatan tersuspensi. Padatan ini terdiri dari senyawa anorganik dan organik yang terlarut dalam air, mineral, dan garam (Fardiaz 1992).

Penetrasi cahaya yang seringkali terhalang oleh bahan yang tersuspensi dapat membatasi zona fotosintetik di dalam perairan yang memiliki kedalaman yang cukup dalam (Soetjipta, 1993). Cahaya matahari tidak dapat menembus dasar perairan jika konsentrasi bahan tersuspensi atau zat terlarut tinggi. Berkurangnya cahaya matahari disebabkan karena banyaknya faktor antara lain

adanya bahan yang tidak larut seperti debu, tanah liat maupun mikroorganisme air yang mengakibatkan air menjadi keruh dan susah ditembus oleh cahaya (Sastrawijaya, 1991).

Kecerahan dapat di ukur dengan alat yang amat sederhana yang disebut cakram secchi yang diperkenalkan oleh A. Secchi tahun 1865, yaitu berupa cakram putih dengan garis tengah kira-kira 20 cm dan dimasukkan ke dalam air sampai tidak terlihat dari permukaan. Kedalaman itu bisa berkisar antara beberapa cm pada air yang amat keruh sampai 40 m pada air yang amat jernih (Odum, 1993).

2.5.4 *Dissolved Oxygen (DO)*

Oksigen terlarut merupakan kebutuhan dasar untuk kehidupan tanaman dan hewan di dalam air. Kehidupan makhluk hidup di dalam air tersebut tergantung dari kemampuan air untuk mempertahankan konsentrasi oksigen minimal yang dibutuhkan untuk kehidupannya. Ikan merupakan makhluk air yang memerlukan oksigen tertinggi, kemudian invertebrata, dan yang terkecil kebutuhan oksigennya adalah bakteri (Fardiaz, 1992).

Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut. Kecepatan difusi oksigen dari udara, tergantung dari beberapa faktor, seperti kekeruhan air, suhu, salinitas, pergerakan massa air dan udara seperti arus, gelombang dan pasang surut (Salmin, 2005).

Menurut Effendi (2004), Kadar oksigen yang terlarut alami bervariasi, tergantung pada suhu, salinitas, turbulensi air dan tekanan atmosfer. Semakin

besar suhu dan ketinggian serta semakin kecil tekanan atmosfer, kadar oksigen terlarut semakin kecil. Semakin tinggi suatu tempat dari permukaan air laut, tekanan atmosfer semakin rendah. Kadar oksigen terlarut juga berfluktuasi secara harian dan musiman, tergantung pada pencampuran dan pergerakan massa air, aktifitas fotosintesis, respirasi, dan limbah yang masuk ke badan air.

Oksigen adalah salah satu gas yang sangat dibutuhkan oleh manusia, hewan, dan tumbuh-tumbuhan. Demikian penting dan vitalnya oksigen tersebut jika setengah jam saja manusia dan hewan tidak menghisapnya maka akan mati lemas karena kehabisan nafas (Dyayadi, 2008). Fardiaz (1992) menjelaskan, sebagai akibat menurunnya oksigen terlarut di dalam air adalah menurunnya kehidupan hewan dan tanaman air. Hal ini disebabkan karena makhluk-makhluk hidup tersebut banyak yang mati atau melakukan migrasi ketempat lain yang konsentrasi oksigennya masih cukup tinggi.

2.5.5 *Biochemical Oxygen Demands (BOD)*

BOD (Biochemical Oxygen demand) menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk memecah atau mengoksidasi bahan-bahan buangan di dalam air. Jadi nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan buangan tersebut. Jika konsumsi oksigen tinggi yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya sisa oksigen terlarut, maka berarti kandungan bahan-bahan buangan yang membutuhkan oksigen tinggi (Fardiaz, 1992). Proses penguraian bahan buangan organik melalui proses oksidasi oleh mikroorganisme di dalam lingkungan air merupakan proses

alamiah yang mudah terjadi apabila air lingkungan mengandung oksigen yang cukup (Wardhana, 1995).

Konsumsi oksigen dapat diketahui dengan mengoksidasi air pada suhu 20⁰ C selama 5 hari, dan nilai BOD yang menunjukkan jumlah oksigen yang dikonsumsi dapat diketahui dengan menghitung selisih konsentrasi oksigen terlarut sebelum dan setelah inkubasi. Pengukuran selama 5 hari pada suhu 20⁰ C ini hanya menghitung sebanyak 68 persen bahan organik yang teroksidasi, tetapi suhu dan waktu yang digunakan tersebut merupakan standar uji karena untuk mengoksidasi bahan organik seluruhnya secara sempurna diperlukan waktu yang lebih lama, yaitu mungkin sampai 20 hari, sehingga dianggap tidak efisien (Fardiaz, 1992).

Achmad (2004) menyatakan, dalam waktu 20 hari, oksidasi mencapai 95-99% sempurna dan dalam waktu 5 hari seperti yang umum digunakan untuk mengukur BOD yang kesempurnaan oksidasinya mencapai 60-70%. Suhu 20 °C yang digunakan merupakan nilai rata-rata untuk daerah perairan arus lambat di daerah iklim sedang dan mudah di tiru dalam inkubator. Hasil yang berbeda akan diperoleh pada suhu yang berbeda karena kecepatan reaksi biokomia tergantung dari suhu.

2.5.6 *Chemycal Oxygen Demand (COD)*

Nilai COD menyatakan jumlah oksigen total yang dibutuhkan dalam proses oksidasi kimia yang dinyatakan dalam mg O₂/L. Dengan mengukur nilai COD maka akan diperoleh nilai yang menyatakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk proses oksidasi terhadap total senyawa organik baik yang

mudah diuraikan secara biologis maupun terhadap yang sukar diuraikan secara biologis (Barus, 2004).

Uji COD biasanya menghasilkan kebutuhan oksigen yang lebih tinggi daripada uji BOD karena bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dan mikroorganisme dapat ikut teroksidasi dalam uji COD. Sebagai contoh, selulosa sering tidak terukur melalui uji BOD karena sukar dioksidasi melalui reaksi biokimia, tetapi dapat terukur melalui uji COD. Sembilan puluh enam persen hasil uji COD yang dilakukan selama 10 menit kira-kira akan setara dengan hasil uji BOD selama 5 hari (Fardiaz, 1992).

2.5.7 Fosfat (PO_4)

Fosfat adalah komponen yang sangat penting dan sering dipermasalahkan dalam air. Fosfat merupakan unsur esensial dan sebagai faktor pembatas bagi pertumbuhan plankton. Dalam konsentrasi kecil, kurang dari 5×10^{-6} M, blooming tetap berlangsung. Hal ini menunjukkan bahwa fosfat adalah unsur bahan cemar bagi perairan, walaupun sesungguhnya dibutuhkan oleh plankton dan tumbuhan air lainnya untuk pertumbuhan (Rompas, 1998).

Fosfat dalam air terjadi baik sebagai bahan padat maupun bentuk terlarut. Fosfat padat dapat terjadi sebagai suspensi garam-garam yang tidak larut dalam bahan biologi atau teradsorpsi dalam bahan padat. Fosfat dapat membentuk senyawa terlarut yang stabil dengan besi (III). Banyak ortofosfat di perairan alami berasal dari hidrolisis jenis-jenis fosfat polimer. Ion pyrofosfat $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$, merupakan seri pertama dari rantai polifosfat yang tidak bercabang yang dihasilkan oleh kondensasi dari ortofosfat (Rompas, 1998).

Sumber-sumber fosfat dapat berasal dari buangan industri, hanyutan pupuk, limbah domestik, hancuran bahan-bahan organik dan mineral-mineral. Fosfat dari deterjen dalam limbah domestik dan industri merupakan sumber yang sangat populer yang memegang peranan penting dalam kelebihan hara fosfat dalam air (Rompas, 1998).

2.5.8 Nitrat (NO_3)

Komponen nitrit (NO_2) jarang ditemukan pada badan air permukaan karena langsung dioksidasi menjadi nitrat (NO_3). Di wilayah perairan nitritik yang relatif dekat dengan buangan industri umumnya nitrit bisa dijumpai, mengingat nitrit sering digunakan sebagai inhibitor terhadap korosi pada air proses dan pada sistem pendingin mesin. Bila kadar nitrit dan fosfat terlalu tinggi bisa menyebabkan perairan bersangkutan mengalami keadaan eutrof sehingga terjadi *blooming* dari salah satu jenis fitoplankton yang mengeluarkan toksin. Kondisi seperti itu bisa merugikan hasil kegiatan perikanan pada daerah perairan tersebut (Wibisono, 2005 dalam Siregar, 2009).

Welch (1980), menyatakan bahwa umumnya nitrogen diabsorpsi oleh fitoplankton dalam bentuk nitrat dan amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$). Fitoplankton lebih banyak menyerap amonia dibandingkan dengan nitrat karena lebih banyak dijumpai di perairan baik dalam kondisi aerobik maupun anaerobik.

Fosfat dan nitrat dalam jumlah tertentu dapat mencemari air. Kedua nutrisi ini tidak hanya berasal dari pupuk, tetapi dapat juga berasal dari deterjen yang banyak dipakai oleh ibu-ibu rumah tangga, dari kotoran manusia, atau

sampah-sampah kota. Kadar nitrat yang berlebihan dalam air, misalnya 8-9 bds, sudah bersifat toksik untuk hewan dan manusia (Sumardjo, 2009).

2.6 Konsep Islam tentang Pentingnya Konservasi Air

Air merupakan salah satu faktor abiotik yang sangat penting bagi kehidupan. Air dalam Al-Qur'an disebut sebagai sumber kehidupan, hal ini dijelaskan dalam Q.S Al-Anbiyaa': 30 yang berbunyi,

أَوَلَمْ يَرِ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا ۖ وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴿٣٠﴾

Artinya:

“Dan apakah orang-orang yang kafir tidak mengetahui bahwasanya langit dan bumi itu keduanya dahulu adalah suatu yang padu, Kemudian kami pisahkan antara keduanya. dan dari air kami jadikan segala sesuatu yang hidup. Maka mengapakah mereka tiada juga beriman?”

Dalam ayat lain disebutkan (Q.S. An-nahl: 65):

وَاللَّهُ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا ۚ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَسْمَعُونَ ﴿٦٥﴾

Artinya:

“Dan Allah menurunkan dari langit air (hujan) dan dengan air itu dihidupkannya bumi sesudah matinya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kebesaran Tuhan) bagi orang-orang yang mendengarkan (pelajaran)”.

Surat An-nahl ayat 65 dan surat Al-Anbiyaa' ayat 30 diatas menjelaskan tentang pentingnya air bagi kehidupan. Shihab (2002), menjelaskan bahwa air yang diturunkan menghidupkan jasmani bahkan tumbuh-tumbuhan, Allah menghidupkan yakni menumbuh-suburkan bumi dan menghidupkan tanaman-tanaman sesudah matinya yaitu sebelum turunnya hujan itu, bumi di ibaratkan seperti sesuatu yang mati karena kering.

Keberadaan air yang sangat bermanfaat bagi kehidupan membuat Islam tegas dalam menjaga air dari pencemaran. Manusia wajib untuk menghormati air yaitu menjaga, mengelola, dan memanfaatkannya sebaik-baiknya. Perlindungan terhadap air tidak hanya disebutkan dalam Al-Qur'an tetapi juga disinggung dalam hadits. Perlindungan ini diantaranya terkait dengan penggunaan yang wajar terhadap air (Abdullah, 2010).

Perlindungan air dalam Islam tidak hanya sebatas hal-hal diatas, tetapi Islam juga dengan detail menjelaskan hal lainnya, bahkan dalam hal beristinja', seperti yang diriwayatkan oleh Abu Hurairah yaitu,

عن أبي هريرة أنه سمع رسول الله صلى الله عليه وسلم يقول : لا يبولن أحدكم في الماء الدائم الذي لا يجري, ثم يغتسل فيه.

Artinya:

“Dari Abu Hurairah bahwasanya ia mendengar Rasulullah SAW bersabda: “janganlah seseorang di antara kalian kencing di dalam air yang diam dan tidak mengalir, kemudian ia mandi di dalamnya” “ (Albani, 2007).

Hadits diatas menjelaskan tentang pentingnya menjaga air dari hal-hal yang dapat merubah sifat air, yaitu dari air kecil. Jika seseorang ingin buang air kecil, maka di larang membuang air kecil di air yang tidak mengalir. Hal ini wajib dilakukan karena akan menimbulkan pencemaran lingkungan dan akan membuat air itu najis.

Islam lebih lanjut menjelaskan tentang perlindungan terhadap air melalui hadits yang lain yaitu tidak memakai air secara berlebih-lebihan saat berwudlu. Tetapi, pada kenyataan saat ini banyak sekali tempat beribadah yang mengabaikan masalah air, salah satunya yaitu mereka membiarkan kran-kran air tidak tertutup dengan benar, sehingga air terus mengalir dan terbangun secara percuma, padahal air merupakan nikmat yang harus di gunakan dan di jaga dengan sebaik-baiknya. Berkaitan dengan hal ini Allah telah berfirman dalam QS. Ibrahim: 28, dan QS. Al-Isra': 27 yang berbunyi,

أَلَمْ تَرَ إِلَى الَّذِينَ بَدَّلُوا نِعْمَتَ اللَّهِ كُفْرًا وَأَحَلُّوا قَوْمَهُمْ دَارَ الْبَوَارِ ۖ

Artinya:

“Tidakkah kamu perhatikan orang-orang yang Telah menukar nikmat Allah dengan kekafiran dan menjatuhkan kaumnya ke lembah kebinasaan?” (Ibrahim:28).

إِنَّ الْمُبَذِّرِينَ كَانُوا إِخْوَانَ الشَّيْطَانِ ۖ وَكَانَ الشَّيْطَانُ لِرَبِّهِ كَفُورًا

Artinya:

“Sesungguhnya pemboros-pemboros itu adalah Saudara-saudara syaitan dan syaitan itu adalah sangat ingkar kepada Tuhannya” (Al-Isra':27).

Surat Ibrahim ayat 28 dan Al-isra' diatas menjelaskan bahwa saat ini telah banyak orang-orang disekitar kita yang tidak mensyukuri nikmat dari Allah SWT. Banyak orang disekitar kita yang dengan mudahnya membuang air dan mengotorinya tanpa berfikir tentang resiko sesudahnya. Bali (2006) menjelaskan, kebiasaan membiarkan sesuatu terbuang percuma atau menelantarkan air menunjukkan tidak adanya rasa syukur terhadap nikmat dan karunia Allah SWT. Untuk itu, sebagai Khalifah di muka bumi sudah sewajarnya kita kembali saling mengingatkan akan pentingnya mensyukuri nikmat Allah SWT yang salah satunya adalah air, sehingga air tetap terjaga kebersihannya.

