

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teluk Lampung

Propinsi Lampung memiliki wilayah yang hampir seluruhnya berbatasan dengan pesisir laut. Batas-batas wilayah tersebut yakni Laut Jawa di sebelah timur, selat sunda di sebelah selatan, dan samudra Hindia di sebelah barat. Teluk Lampung termasuk wilayah Lampung bagian selatan (Wiryanawan et al., 1999). Perairan Teluk Lampung merupakan daerah estuarin yang berhadapan dengan Selat Sunda dan terletak di pantai Selatan Propinsi Lampung. Garis pantai pulau Lampung sangat panjang lebih kurang 1.105 km (termasuk beberapa pulau), memiliki sekitar 69 buah pulau dan beragam jenis habitat. Teluk Lampung mempunyai kedalaman rata-rata sekitar 25 m di mulut teluk, kedalaman rata-rata berkisar pada 35 m, dengan kedalaman maksimum sedalam 75 m yang ditemui di Selat Legundi (terletak di sebelah barat laut mulut Teluk Lampung). Menuju ke kepala teluk, kedalaman perairan mendangkal mencapai sekitar 20 m pada jarak yang relatif dekat dari garis pantai (P₂O-LIPI, 2000).

Berbagai ekosistem lahan basah juga banyak dijumpai di kawasan Teluk Lampung seperti hutan mangrove, padang lamun, dan terumbu karang. Selain itu Teluk

Lampung merupakan lingkungan perairan semi tertutup yang menghadap ke Selat Sunda. Letaknya yang jauh ke arah daratan dan cukup terlindung, menyebabkan perairan tersebut memiliki kekhususan tersendiri terkait dengan sifat-sifat fisika, kimia dan biota yang terdapat di dalam ekosistem tersebut. Di sekitar Teluk Lampung terdapat aktivitas manusia yang cukup tinggi yang dapat mempengaruhi beban masukkan sungai ke laut sehingga kondisinya dapat berubah. Aktivitas yang tinggi tersebut meliputi bidang industri, jasa, niaga, pariwisata, dan sebagainya. Aktivitas yang meningkat ini akan cenderung memberikan dampak yang besar terhadap perubahan kualitas lingkungan, khususnya lingkungan perairan. Kualitas lingkungan perairan semakin menurun akibat adanya pencemaran air yang disebabkan oleh limbah industri, rumah sakit, rumah tangga, dan lainnya.

2.2 Pencemaran Air

Pencemaran air adalah penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal, bukan dari kemurniannya (Michael, 1990). Ada beberapa penyebab terjadinya pencemaran air antara lain: apabila air terkontaminasi dengan bahan pencemar air, seperti sampah rumah tangga, limbah industri, sisa-sisa pupuk atau pestisida dari daerah pertanian, limbah rumah sakit, limbah kotoran ternak, partikulat-partikulat padat, hasil kebakaran hutan dan gunung berapi yang meletus atau endapan hasil erosi tempat-tempat yang dilaluinya.

Pada dasarnya bahan pencemar air dapat dikelompokkan menjadi:

- a. Sampah yang dalam proses penguraiannya memerlukan oksigen, yaitu sampah yang mengandung senyawa organik, misalnya sampah industri makanan, sampah industri gula tebu, sampah rumah tangga (sisa-sisa makanan), kotoran manusia, dan kotoran hewan, tumbuh-tumbuhan, dan hewan yang mati. Untuk proses penguraian sampah-sampah tersebut memerlukan banyak oksigen, sehingga apabila sampah-sampah tersebut terdapat dalam air, maka perairan (sumber air) tersebut akan kekurangan oksigen, ikan-ikan dan organisme dalam air akan mati kekurangan oksigen.
- b. Bahan pencemar senyawa anorganik/mineral misalnya logam-logam berat seperti merkuri (Hg), kadmium (Cd), timah hitam (Pb), tembaga (Cu), garam-garam anorganik. Bahan pencemar berupa logam-logam berat yang masuk ke dalam tubuh, biasanya melalui makanan dan dapat tertimbun dalam organ-organ tubuh. Seperti: ginjal, hati, limpa, saluran pencernaan lainnya sehingga mengganggu fungsi organ tubuh tersebut.
- c. Bahan pencemar organik yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme yaitu senyawa organik berasal dari pestisida, herbisida, polimer, seperti plastik, deterjen, serat sintetis, limbah industri, dan limbah minyak. Bahan pencemar ini tidak dapat dimusnahkan oleh mikroorganisme, sehingga akan menumpuk dimana-mana dan dapat mengganggu kehidupan dan kesejahteraan makhluk hidup.
- d. Bahan pencemar berupa makanan tumbuh-tumbuhan seperti senyawa nitrat, senyawa fosfat dapat menyebabkan tumbuhnya alga (ganggang) dengan pesat sehingga menutupi permukaan air. Selain itu, akan mengganggu ekosistem air,

mematikan ikan, dan organisme dalam air, karena kadar oksigen dan sinar matahari berkurang, hal ini disebabkan karena oksigen dan sinar matahari yang diperlukan mikroorganisme dalam air (kehidupan akuatik) terhalangi dan tidak dapat masuk ke dalam air.

- e. Bahan pencemar berupa kondisi (misalnya panas), berasal dari limbah pembangkit tenaga listrik atau limbah industri yang menggunakan air sebagai pendingin. Bahan pencemar panas ini menyebabkan suhu air meningkat tidak sesuai untuk kehidupan akuatik (organisme, ikan dan tanaman dalam air). Tanaman, ikan, dan organisme yang mati ini akan terurai menjadi senyawa-senyawa organik. Untuk proses penguraian senyawa organik ini memerlukan oksigen, sehingga terjadi penurunan kadar oksigen dalam air.

2.3 Parameter Kualitas Air

Parameter yang digunakan untuk menganalisis kualitas air yaitu parameter fisik dan kimia. Parameter-parameter fisik yang dapat digunakan untuk menganalisis kualitas air antara lain: bau, warna kekeruhan, suhu, dan rasa. Sedangkan parameter kimia yang dapat digunakan untuk menganalisis kualitas air antara lain: pH, logam terlarut, anion, BOD, COD, dan TDS.

2.3.1 Parameter Fisik

Bau adalah sebuah sifat yang menempel pada sebuah benda yang diakibatkan adanya zat organik ataupun anorganik yang tercampur di dalam air, umumnya dengan konsentrasi yang sangat rendah, yang manusia terima dengan indera penciuman.

Kualitas air bersih yang baik adalah tidak berbau, karena bau ini dapat ditimbulkan oleh pembusukan zat organik seperti bakteri serta kemungkinan akibat tidak langsung dari pencemaran lingkungan, terutama sistem sanitasi (Purwaningsih, 2008).

Warna merupakan akibat suatu bahan terlarut atau tersuspensi dalam air, disamping adanya bahan pewarna tertentu yang kemungkinan mengandung logam berat. Warna air limbah menunjukkan kualitasnya, air limbah yang baru akan berwarna abu-abu, dan air limbah yang sudah basi atau busuk akan berwarna gelap. Warna tertentu dapat menunjukkan adanya logam berat yang terkandung dalam air buangan (Purwaningsih, 2008).

Kekeruhan air disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun yang organik. Zat anorganik, biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam, sedangkan yang organik dapat berasal dari lapukan tanaman atau hewan. Buangan industri dapat juga merupakan sumber kekeruhan.

Suhu suatu perairan dipengaruhi oleh musim, lintang (*latitude*), ketinggian dari permukaan laut (*altitude*), waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, aliran sungai, dan kedalaman perairan. Suhu juga dipengaruhi oleh cahaya matahari, reaksi kimia serta bahan-bahan yang terlarut dan tersuspensi di dalam perairan. Peningkatan suhu mengakibatkan penurunan viskositas, peningkatan reaksi kimia, peningkatan evaporasi, penurunan gas dalam air (O_2), peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air (Effendi, 2003). Air yang bersih biasanya tidak memberi rasa/ tawar. Air yang tidak tawar dapat menunjukkan kehadiran berbagai zat yang dapat membahayakan kesehatan.

2.3.2 Parameter Kimia

a. pH

Nilai pH air digunakan untuk mengekspresikan kondisi keasaman (konsentrasi ion hidrogen) air limbah. Skala pH berkisar antara 1-14; kisaran nilai pH 1-7 termasuk kondisi asam, pH 7-14 termasuk kondisi basa, dan pH 7 adalah kondisi netral (Kaswinarni, 2007).

b. Anion

Klorida adalah senyawa halogen klor (Cl). Dalam jumlah banyak, klor (Cl) akan menimbulkan rasa asin, korosi pada pipa sistem penyediaan air panas. Sebagai desinfektan, residu klor (Cl) di dalam penyediaan air sengaja dipelihara, tetapi klor (Cl) ini dapat terikat pada senyawa organik dan membentuk halogen-hidrokarbon (Cl-HC) banyak diantaranya dikenal sebagai senyawa-senyawa karsinogenik.

Natrium adalah salah satu unsur alkali utama yang ditemukan di perairan dan merupakan kation penting yang mempengaruhi kesetimbangan keseluruhan kation di perairan. Hampir semua senyawa natrium mudah larut dalam air dan bersifat sangat reaktif. Kadar natrium pada perairan laut dapat mencapai 10.500 mg/liter atau lebih. Satu liter air laut mengandung sekitar 30 g NaCl yang terdiri atas ± 11 g natrium. Kadar natrium pada perairan tawar alami kurang dari 50 mg/liter, sedangkan pada air tanah dalam dapat lebih dari 50 mg/liter (McNeely *et al.*, 1979).

c. Salinitas

Salinitas merupakan ciri khas perairan pantai atau laut yang membedakannya dengan air tawar. Berdasarkan perbedaan salinitas, dikenal biota yang bersifat *stenohaline* dan *euryhaline*. Biota yang mampu hidup pada kisaran yang sempit disebut sebagai biota bersifat *stenohaline* dan sebaliknya biota yang mampu hidup pada kisaran luas disebut sebagai biota *euryhaline* (Supriharyono, 2000). Keadaan salinitas akan mempengaruhi penyebaran organisme, baik secara vertikal maupun horizontal. Menurut Barnes (1980), pengaruh salinitas secara tidak langsung mengakibatkan adanya perubahan komposisi dalam suatu ekosistem.

d. Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut merupakan variabel kimia yang mempunyai peranan yang sangat penting bagi kehidupan biota air sekaligus menjadi faktor pembatas bagi kehidupan biota. Daya larut oksigen dapat berkurang disebabkan naiknya suhu air dan meningkatnya salinitas. Konsentrasi oksigen terlarut dipengaruhi oleh proses respirasi biota air dan proses dekomposisi bahan organik oleh mikroba. Pengaruh ekologi lain yang menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut menurun adalah penambahan zat organik (buangan organik) (Connel dan Miller, 1995).

2.4 BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

BOD didefinisikan sebagai banyaknya oksigen yang diperlukan oleh organisme pada saat pemecahan bahan organik, pada kondisi aerobik. Pemecahan bahan organik

diartikan bahwa bahan organik ini digunakan oleh organisme sebagai bahan makanan dan energinya diperoleh dari proses oksidasi (Pescod,1973).

Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan dan untuk mendesain sistem pengolahan secara biologis. Dengan uji BOD kita akan mengetahui kebutuhan oksigen biokimia yang menunjukkan jumlah oksigen yang digunakan dalam reaksi oksidasi oleh bakteri. Sehingga makin banyak bahan organik dalam air, makin besar BOD nya sedangkan DO akan makin rendah (Solihin, 2003).

Faktor- faktor yang mempengaruhi BOD yaitu kandungan serta jenis bahan organik, suhu, densitas plankton, oksigen terlarut, nilai pH, dan keberadaan mikroba. Apabila kandungan BOD tinggi, maka akan mengakibatkan penyusutan oksigen terlarut melalui proses penguraian bahan organik pada kondisi aerobik dan penurunan nilai pH dalam suatu perairan (Barus, 2004).

Selama pemeriksaan BOD, contoh yang diperiksa harus bebas dari udara luar untuk mencegah kontaminasi dari oksigen yang ada di udara bebas. Konsentrasi air buangan/ sampel tersebut juga harus berada pada suatu tingkat pencemaran tertentu, hal ini untuk menjaga supaya oksigen terlarut selalu ada selama pemeriksaan. Hal ini penting diperhatikan mengingat kelarutan oksigen dalam air terbatas dan hanya berkisar ± 9 ppm pada suhu 20°C (Sawyer & Mc Carty, 1978).

Penguraian bahan organik secara biologis di alam, melibatkan bermacam-macam organisme dan menyangkut reaksi oksidasi dengan hasil akhir karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O). Pemeriksaan BOD tersebut dianggap sebagai suatu prosedur oksidasi dimana organisme hidup bertindak sebagai medium untuk menguraikan bahan organik menjadi CO_2 dan H_2O . Reaksi oksidasi selama pemeriksaan BOD merupakan hasil dari aktivitas biologis dengan kecepatan reaksi yang berlangsung sangat dipengaruhi oleh jumlah populasi dan suhu. Oleh sebab itu, selama pemeriksaan BOD, suhu harus diusahakan konstan pada 20°C yang merupakan suhu yang umum di alam. Secara teoritis, waktu yang diperlukan untuk proses oksidasi yang sempurna sehingga bahan organik terurai menjadi CO_2 dan H_2O adalah tidak terbatas. Dalam prakteknya di laboratorium, biasanya berlangsung selama 5 hari dengan anggapan bahwa selama waktu itu persentase reaksi cukup besar dari total BOD. Nilai BOD 5 hari merupakan bagian dari total BOD dan nilai BOD 5 hari merupakan 70 - 80% dari nilai BOD total (Sawyer & Mc Carty, 1978). Penentuan waktu inkubasi adalah 5 hari, dapat mengurangi kemungkinan hasil oksidasi ammonia (NH_3) yang cukup tinggi. Sebagaimana diketahui bahwa, ammonia sebagai hasil sampingan ini dapat dioksidasi menjadi nitrit dan nitrat, sehingga dapat mempengaruhi hasil penentuan BOD.

Kelemahan uji BOD jika dibandingkan dengan uji COD yaitu waktu dalam pengujian BOD cukup lama yakni 5 hari, sedangkan uji COD memerlukan waktu 3 jam. Uji BOD memperlihatkan 68 % dari total pencemar, sedangkan COD mencapai 96 %. Sehingga diperlukan uji COD untuk analisis lebih lanjut. Kristianto (2002)

menyatakan bahwa uji BOD mempunyai beberapa kelemahan diantaranya: (1) dalam uji BOD ikut terhitung oksigen yang dikonsumsi oleh bahan-bahan organik atau bahan-bahan tereduksi lainnya, yang disebut juga *Intermediate Oxygen Demand*, (2) uji BOD membutuhkan waktu yang cukup lama, yaitu lima hari (3) uji BOD yang dilakukan selama lima hari masih belum dapat menunjukkan nilai total BOD, melainkan $\pm 68\%$ dari total BOD, (4) uji BOD tergantung dari adanya senyawa penghambat di dalam air tersebut, misalnya germisida seperti klorin yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang dibutuhkan untuk merombak bahan organik, sehingga hasil uji BOD kurang teliti.

2.5 COD (Chemical Oxygen Demand)

COD adalah jumlah oksigen (mg O_2) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter sampel air, dimana pengoksidasi $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ digunakan sebagai sumber oksigen. Dengan mengukur nilai COD diperoleh nilai yang menyatakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk proses oksidasi terhadap total senyawa organik baik yang mudah diuraikan secara biologis maupun terhadap senyawa yang sukar/ tidak bisa diuraikan secara biologis (Barus, 2004).

Faktor- faktor yang mempengaruhi COD yaitu oksigen terlarut, zat organik dan sumber pencemar lainnya. Kelarutan oksigen di dalam air, tergantung pada suhu, tekanan oksigen dalam atmosfer, serta kandungan garam dalam air. Kadar COD dalam air limbah akan berkurang seiring dengan berkurangnya konsentrasi bahan organik yang terdapat dalam air limbah (Boyd, 1990). Pengujian COD digunakan

untuk mengukur padanan oksigen dari bahan organik dalam air limbah yang dapat dioksidasi secara kimiawi dengan penggunaan dikromat pada larutan asam.

Meskipun diharapkan bahwa nilai BOD tertinggi mendekati COD, namun hal ini jarang sekali terjadi dalam praktek (Linsley, 1991).

Analisis COD dilakukan dengan metode titrasi. Pada prinsipnya pengukuran COD adalah penambahan sejumlah tertentu kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) sebagai oksidator pada sampel (dengan volume diketahui) yang telah ditambahkan asam pekat dan katalis perak sulfat, kemudian dipanaskan selama beberapa waktu. Selanjutnya, kelebihan kalium dikromat ditera dengan cara titrasi. Dengan demikian kalium dikromat yang terpakai untuk oksidasi bahan organik dalam sampel dapat dihitung dan nilai COD dapat ditentukan. Kelemahannya, senyawa kompleks anorganik yang ada di perairan yang dapat teroksidasi juga ikut dalam reaksi (De Santo, 1978), sehingga dalam kasus-kasus tertentu nilai COD mungkin sedikit *over estimate* untuk gambaran kandungan bahan organik (Haryadi, 2004).

Pengujian COD pada air limbah memiliki beberapa keunggulan dibandingkan pengujian BOD yaitu: sanggup menguji air limbah industri yang beracun yang tidak dapat diuji dengan BOD karena bakteri akan mati dan waktu pengujian yang lebih singkat, kurang lebih hanya 3 jam (Solihin, 2003).

2.6 TDS (*Total Dissolve Solid*)

TDS (Total Dissolve Solid) adalah ukuran zat terlarut (baik itu zat organik maupun anorganik, misalnya garam dan sebagainya) yang terdapat pada sebuah larutan.

Sugiharto (1987) mendefinisikan sebagai jumlah berat dalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikro. TDS meter menggambarkan jumlah zat terlarut dalam *part per million* (ppm) atau sama dengan milligram per Liter (mg/L). Berdasarkan definisi di atas seharusnya zat yang terlarut dalam air (larutan) harus dapat melewati saringan yang berdiameter 2 mikrometer (2×10^{-6} meter) (Insan, 2008).

Tingginya padatan terlarut tidak selalu diikuti dengan tingginya kekeruhan (Effendi, 2003). Misalnya, air laut memiliki nilai padatan terlarut tinggi, tetapi belum tentu memiliki kekeruhan yang tinggi. Tingginya kadar zat padat terlarut dapat menghambat laju fotosintesis di perairan karena penetrasi cahaya matahari yang masuk keperairan akan tidak efektif (Tarigan, 2003). TDS yang tinggi juga mengganggu biota perairan seperti ikan karena tersaring oleh insang.

Jumlah zat padat terlarut (TDS) biasanya terdiri atas zat organik, garam anorganik, dan gas terlarut. Bila TDS bertambah maka kesadahan akan naik pula. Efek TDS ataupun kesadahan terhadap kesehatan tergantung pada spesies kimia penyebab masalah tersebut.