



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Teori Limbah Rumah Tangga

Menurut Undang-undang RI No. 23 Tahun 1997 tentang pengelolaan lingkungan hidup dikatakan bahwa limbah adalah sisa suatu usaha dan atau kegiatan. Limbah dibagi menjadi limbah rumah tangga/domestik dan limbah industri. Limbah rumah tangga/domestik adalah limbah yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga yang dapat berupa limbah padat, dan limbah cair.

Definisi dari limbah B3 berdasarkan BAPEDAL (1995) ialah setiap bahan sisa (limbah) suatu kegiatan proses produksi yang mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3) karena sifat (*toxicity, flammability, reactivity, dan corrosivity*) serta konsentrasi atau jumlahnya yang baik secara langsung maupun tidak langsung dapat merusak, mencemarkan lingkungan, atau membahayakan kesehatan manusia.

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 dengan konsentrasi dan kuantitas tertentu, kehadiran limbah dapat berdampak negatif terhadap lingkungan terutama bagi kesehatan manusia sehingga perlu dilakukan penanganan terhadap limbah. Di mana masyarakat bermukim, di sanalah berbagai jenis limbahkan dihasilkan. Ada sampah, ada air kakus (*black water*), dan ada air buangan dari berbagai aktivitas domestik lainnya (*grey water*). Limbah domestik sendiri sering disebut dengan limbah rumah tangga karena limbah domestik merupakan limbah yang berasal dari rumah tangga.

Pada limbah domestik, dibedakan menjadi 2 berdasarkan bentuknya, yaitu limbah domestik cair dan limbah domestik padat. Limbah domestik cair biasanya berupa air bekas cucian yang mengandung detergen, air bekas mandi yang



mengandung sabun, minyak goreng bekas, dll. Sedangkan limbah domestik padat bisa berupa sisa sayur, sisa makanan, dll. Pembuangan limbah domestik dalam bentuk limbah cair dapat menyebabkan pencemaran lingkungan apabila kualitas dari limbah tersebut tidak memenuhi baku mutu limbah.

II.2 Karakteristik Air Limbah

Pemahaman tentang karakteristik air limbah sangat penting sebelum melakukan penentuan dan pemilihan proses pengolahan air limbah. Berdasarkan karakteristik air limbah mengacu kepada baku mutu air limbah yang ada, dapat ditentukan apakah air limbah ini perlu dilakukan pengolahan atau tidak dan proses pengolahan yang sesuai dengan kondisi air limbah tersebut. Karakteristik air limbah meliputi sifat-sifat fisika, kimia, dan biologi. Studi karakteristik limbah perlu dilakukan agar dapat dipahami sifat-sifat tersebut walaupun tidak termasuk golongan berbahaya tapi sangat sensitif terhadap lingkungan. Dalam menentukan karakteristik limbah maka ada tiga jenis sifat yang perlu diketahui antara lain: (Ginting, 2007).

1. Karakteristik Fisik

Sifat fisik suatu limbah ditentukan berdasarkan jumlah padatan terlarut, kekeruhan, warna, bau, dan temperatur atau suhu. Sifat-sifat ini beberapa diantaranya dapat dikenali secara visual tetapi untuk mengetahuinya secara pasti maka digunakan analisa laboratorium. Karakteristik fisik air limbah antara lain :

- a. Padatan dalam air limbah ditemukan zat padat secara umum diklasifikasikan ke dalam dua golongan besar yaitu padatan terlarut dan padatan tersuspensi. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel koloid dan partikel biasa, padatan tersuspensi mempunyai diameter lebih besar daripada padatan terlarut;
- b. Sifat bau limbah disebabkan karena zat-zat organik yang telah terurai dalam limbah mengeluarkan gas-gas seperti sulfida atau amoniak yang



menimbulkan bau tidak enak bagi penciuman disebabkan adanya campuran dari nitrogen, sulfur, dan fosfor yang berasal dari pembusukan protein yang dikandung limbah. Timbulnya bau diakibatkan limbah merupakan suatu indikator bahwa terjadi proses alamiah. Dengan adanya bau ini akan lebih mudah menghindari tingkat bahaya yang ditimbulkannya dibandingkan dengan limbah yang tidak menghasilkan bau;

- c. Suhu pada air limbah pada umumnya mempunyai suhu yang lebih tinggi daripada suhu udara setempat sehingga akan mengganggu pertumbuhan biota tertentu. Tingkat zat oksidasi lebih besar pada suhu yang tinggi dan pembusukan jarang terjadi pada suhu yang rendah. Suhu air limbah merupakan parameter penting karena efeknya dapat mengganggu dan meningkatkan reaksi kimia kehidupan akuatik. Temperatur yang dikeluarkan suatu limbah cair harus merupakan temperatur alami. Suhu berfungsi memperlihatkan aktivitas kimiawi dan biologis. Pada suhu tinggi pengentalan cairan berkurang dan mengurangi sedimentasi. Tingkat zat oksidasi lebih besar pada suhu tinggi dan pembusukan jarang terjadi pada suhu rendah;
- d. Warna pada air limbah yang baru biasanya berwarna abu-abu, namun apabila bahan organik mengalami dekomposisi oleh mikroorganisme dan oksigen terlarut hingga nol, maka air limbah tersebut berubah warna menjadi hitam. Warna dalam air limbah disebabkan adanya ion-ion logam besi dan mangan (secara alami), humus, plankton, tanaman air. Warna berkaitan dengan kekeruhan dan dengan menghilangkan kekeruhan akan kelihatan warna nyata. Warna menimbulkan pemandangan yang tidak bagus dalam air limbah meskipun warna tidak menimbulkan sifat racun.



2. Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia dalam air limbah berpengaruh dalam penentuan kadar pencemaran di badan air. Berikut adalah karakteristik kimia air limbah :

- a. Oksigen Terlarut (DO) yaitu keadaan oksigen terlarut berlawanan dengan keadaan BOD. Semakin tinggi BOD semakin rendah oksigen terlarut. Keadaan oksigen terlarut dalam air dapat menunjukkan tanda-tanda kehidupan ikan dan biota dalam perairan. Kemampuan air untuk mengadakan pemulihan secara alami banyak tergantung pada tersedianya oksigen terlarut. Angka oksigen yang tinggi menunjukkan keadaan semakin baik. Pada temperatur dan tekanan udara alami kandungan oksigen dalam air alami bisa mencapai 8 mg/L. Aerator salah satu alat yang berfungsi meningkatkan kandungan oksigen dalam air. Lumut dan sejenis ganggang menjadi sumber oksigen karena proses fotosintesis melalui bantuan sinar matahari;
- b. BOD (*Biological Oxygen Demand*) didefinisikan sebagai jumlah oksigen yang diperlukan oleh populasi mikroorganisme yang berada dalam kondisi aerob untuk menstabilkan materi organik (Qasyim, 1985). Semakin besar angka BOD menunjukkan bahwa derajat pengotoran air buangan semakin besar (Sugiharto, 1987). Parameter yang paling umum digunakan untuk pengukuran kandungan zat organik di dalam air buangan cair adalah BOD₅ yaitu pengukuran oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen atau DO*) yang digunakan mikroorganisme untuk oksidasi biokimia zat organik membutuhkan waktu 5 hari;
- c. COD (*Chemical Oxygen Demand*) COD adalah indikator yang digunakan untuk mengetahui zat organik dan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi materi organik dengan oksidasi secara kimia (Qasyim, 1985). Nilai COD dalam air buangan biasanya lebih tinggi daripada nilai BOD karena lebih banyak senyawa kimia yang dapat dioksidasi secara



kimia dibandingkan oksidasi biologi. Semakin tinggi nilai COD dalam air buangan mengindikasikan bahwa derajat pencemaran pada suatu perairan makin tinggi pula. Untuk berbagai tipe air buangan, COD dapat dihubungkan dengan BOD, mengingat tes COD hanya membutuhkan waktu 3 jam sehingga merupakan keuntungan bagi instalasi pengolahan jika melakukan tes COD dibandingkan tes BOD yang membutuhkan waktu 5 hari untuk mendapatkan hasilnya (Tchobanoglous, 1991);

- d. TSS (*Total Suspended Solid*) adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal $2\mu\text{m}$ atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. Yang termasuk TSS adalah lumpur, tanah liat, logam oksida, sulfida, ganggang, bakteri dan jamur. Zat yang tersuspensi biasanya terdiri dari zat organik dan anorganik yang melayang-layang dalam air, secara fisika zat ini sebagai penyebab kekeruhan pada air. Limbah cair yang mempunyai kandungan zat tersuspensi tinggi tidak boleh dibuang langsung ke badan air penerima karena dapat menyebabkan pendangkalan dan menghalangi sinar matahari masuk ke dasar air sehingga proses fotosintesis mikroorganisme tidak dapat berlangsung;
- e. pH (*Puissance d'Hydrogen Scale*) yaitu keasaman air yang diukur dengan pH meter. Keasaman ditetapkan berdasarkan tinggi rendahnya konsentrasi ion hidrogen dalam air. Air buangan yang mempunyai pH tinggi atau rendah menjadikan air steril sebagai akibatnya membunuh mikroorganisme air yang diperlukan untuk keperluan biota tertentu. Demikian juga makhluk-makhluk lain tidak dapat hidup seperti ikan. Air yang mempunyai pH rendah membuat air korosif terhadap bahan-bahan konstruksi besi dengan kontak air. Limbah atau air buangan rumah tangga mempunyai $\text{pH} < 7$ atau bersifat asam. Adapun pH yang baik untuk air minum maupun air limbah adalah netral.



3. Karakteristik Biologi

Mikroorganisme ditemukan dalam jenis yang sangat bervariasi hampir dalam semua bentuk air limbah, biasanya dengan konsentrasi 10⁵ -10⁸ organisme/ml. Kebanyakan merupakan sel tunggal yang bebas ataupun berkelompok dan mampu melakukan proses-proses kehidupan (tumbuh, metabolisme, dan reproduksi). Secara tradisional mikroorganisme dibedakan menjadi binatang dan tumbuhan. Namun keduanya sulit dibedakan. Oleh karena itu, mikroorganisme kemudian dimasukkan ke dalam kategori protista.

II.3 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Baku mutu adalah batas kadar yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar terdapat di lingkungan dengan tidak menimbulkan gangguan terhadap semua makhluk hidup, yaitu manusia, tumbuhan atau benda lainnya. Baku mutu juga bisa diartikan sebagai peraturan pemerintah yang harus dilaksanakan yang berisi spesifikasi dari jumlah bahan pencemar yang boleh dibuang atau jumlah kandungan yang boleh berada dalam media ambien. Secara objektif, baku mutu merupakan sasaran ke arah mana suatu pengelolaan lingkungan ditujukan. Kriteria baku mutu adalah kompilasi atau hasil dari suatu pengolahan data ilmiah yang akan digunakan untuk menentukan apakah suatu kualitas air atau udara yang ada dapat digunakan sesuai objektif penggunaan tertentu (Yasa, 2013).

Berikut ini adalah baku mutu yang telah diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/ Menlhk/ Setjen/ Kum. 1/ 8 / 2016 Tentang Baku Mutu Air Buangan Domestik.

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Buangan Domestik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
BOD	-	30



Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
COD	mg/L	100
pH	mg/L	6-9
TSS	mg/L	30
Amoniak	mg/L	10
Minyak dan Lemak	mg/L	5
Total Coliform	mg/L	3000
Debit	mg/L	100

Sumber: PERMEN LHK RI, No. P.68/Menlhk/setjen/Kum.I/2016

II.4 Instalasi Pengolahan Air Buangan

II.4.1 Pengolahan Fisik

Maksud pengolahan fisik adalah memisahkan zat yang tidak diperlukan dari dalam air tanpa menggunakan reaksi kimia dan reaksi biokimia hanya menggunakan proses secara fisik sebagai variabel pertimbangan untuk rekayasa pemisahan dari air dengan polutan atau zat-zat pencemar yang ada di dalam air buangan tersebut. Beberapa cara pemisahan yang dapat dilakukan diantaranya adalah:

- a. Pemisahan sampah dari aliran dengan saringan (screen)
- b. Pemisahan grit (pasir) dengan pengendapan melalui grit chamber, kecepatan aliran dalam grit chamber tersebut diatur sedemikian rupa sehingga yang diendapkan hanya pasir yang relatif mempunyai spesifik gravitasi yang lebih berat dari partikel lain.
- c. Pemisahan partikel discrete (sendiri tidak mengelompok) dari suspensi melalui pengendapan bebas (unhindered settling)
- d. Pemisahan pengendapan material flocculant (hasil proses flokkulasi atau proses sintesa oleh bakteri) yaitu partikel yang mengelompok oleh gaya saling



tarik menarik (van der waals forces) menjadi menggumpal lebih besar dan kemudian menjadi lebih berat dan mudah mengendap.

- e. Pemisahan partikel melalui metoda sludge blanked yang disebut juga hindered sedimentation.
- f. Pemisahan dengan metoda konsolidasi pengendapan yaitu diendapkan pada lapisan-lapisan cairan yang dangkal sehingga mempercepat (compress) pengendapan. Sistem ini disebut lamella separator. Penerapannya seperti tube settler dan plat settler

II.4.2 Pengolahan Biologis (Aerobik-Anaerobik)

A. Kolam Aerasi (*aerated lagoon*)

Kolam aerasi menggunakan peralatan aerator mekanik berupa *surface aerator* yang digunakan untuk membantu mekanisasi pasokan oksigen terlarut di dalam air.

Aerator ini menggunakan propeler yang setengah terbenam dalam air. Putaran propeller ini akan memecah permukaan air sehingga lebih banyak bagian air yang berkontak dengan udara dan menyerap oksigen bebas dari udara. Pada dasarnya terdapat dua jenis kolam aerasi yang dikembangkan yaitu:

- a. Tipe fakultatif (Facultative aerated lagoon)
- b. Tipe aliran aerobik langsung (aerobic flow-through) (PPLP Pekerjaan Umum, 2013).

B. Lumpur Aktif (*activated sludge*)

Lumpur aktif adalah seluruh lumpur yang tersuspensi dan diberi oksigen sehingga seluruh mikroorganisme aerobik yang ada dan melekat dengan lumpur menjadi sangat aktif.



C. Oxidation Ditch

Pada prinsipnya sistem oxidation ditch adalah extended aeration yang semula dikembangkan berdasarkan saluran sirkular dengan kedalaman 1-1,5 m yang dibangun dengan pasangan batu. Air diputar mengikuti saluran sirkular yang cukup panjang untuk tujuan aerasi dengan alat mekanik rotor seperti sikat baja yang berbentuk silinder. Rotor diputar melalui as (axis) horizontal dipermukaan air. Alat aerasi ini disebut juga cage rotor (PPLP Pekerjaan Umum, 2013).

D. Kolam Stabilisasi Fakulatif

Pengolahan sistem ini menggunakan teknologi paling sederhana yaitu proses mengandalkan O_2 dari fotosintesis algae. Sedangkan penguraian bakteri terhadap bahan organik menjadi posfat dan amoniak diperlukan algae sebagai nutrisinya (fertilizer) untuk pertumbuhannya. Untuk mencapai kondisi fakulatif di dalam kolam, maka kedalaman kolam berkisar antara 1,5-2 m sehingga pada bagian permukaan terjadi proses aerobik dan pada bagian dasar kolam terjadi proses anaerobik (PPLP Pekerjaan Umum, 2013).

E. RBC (*Rotating Biological Contactor*)

Prinsip pengolahan dengan RBC adalah pengolahan zat-zat organik yang ada pada air buangan dengan menggunakan bakteri yang melekat pada media berbeda dengan *trickling filter* yang menggunakan filter media yang diam sebagai tempat koloni bakteri berkembang. Air buangan dicurahkan ke atas filter media tersebut secara *intermittent* untuk mendapatkan kondisi aerob. Sebagaimana umumnya koloni bakteri tersebut menghasilkan lendir (*film*) dari proses sintesa. Lendir-lendir ini berkembang menutupi celah (*void*) diantara media sehingga terjadi penumbatan yang akan menghambat aliran. Oleh karena itu, secara periodik perlu adanya pembilasan.



Bertentangan dengan kondisi penyumbatan tersebut, maka RBC menggunakan media berupa piringan fiber/HDPE yang berada 40% didalam air dan disusun secara vertikal pada as (*axis*) rotor horizontal. Piringan diputar dengan kecepatan (3-6) rpm yang memberikan kesempatan secara bergantian bagian-bagian dari luas permukaan piringan menerima oksigen dari udara luar. Pemutaran ini selain untuk tujuan pemberian oksigen pada bakteri yang melekat pada piring juga dimaksudkan untuk membilas secara otomatis lendir yang terbentuk berlebihan pada piring. Dengan menggunakan RBC, tidak akan terjadi penyumbatan (PPLP Pekerjaan Umum, 2013).

F. Anaerobik *Filter*

Unit ini dilengkapi filter media untuk tempat berkembangnya koloni bakteri membentuk film (lendir) akibat fermentasi oleh enzim bakteri terhadap bahan organik yang ada didalam buangan. Film ini akan menebal sehingga menutupi aliran air buangan dicelah diantara media filter tsb, sehingga perlu pencucian berkala terhadap media, misalnya dengan metoda *back washing*. Media yang digunakan bisa dari kerikil, bola-bola plastik atau tutup botol pelastik dengan diameter antara (5-15) cm. Aliran dapat dilakukan dari atas atau dari bawah (PPLP Pekerjaan Umum, 2013).

G. UASB (*Up Flow Sludge Blanket*)

Unit ini menstimulasi pembentukan selimut lumpur yang terbentuk di tengah tangki oleh partikel dan mengendapkan partikel yang dibawa aliran ke atas. Dengan kecepatan aliran naik yang perlahan, maka partikel yang semula akan mengendap akan terbawa ke atas, tetapi aliran juga tidak terlalu lambat karena tetap dapat mengendapkan partikel di dasar.

Jadi pengaturan aliran konstan dalam tangki mutlak diperlukan, maka dibutuhkan pelengkap unit sistem *buffer* untuk penampungan sementara fluktuasi debit yang masuk sebelum didistribusikan ke tangki UASB.



Disamping itu diperlukan pengaturan *input flow* yang merata dalam tanki yang menjamin kecepatan aliran setiap titik aliran masuk dari dasar tanki. Sebagai pegangan untuk menilai perencanaan biasanya *hydraulic loading* ditetapkan pada 20 m³/m².hari atau dengan kecepatan aliran konstan ke atas sebesar 0,83 m/jam. Waktu detensi (6-8) jam.

Penggunaan UASB ini biasanya dipakai pada konsentrasi BOD di atas 1.000 mg/l, yang umumnya digunakan oleh industri dengan beban organik tinggi. Jika beban organik rendah, maka akan sukar untuk membentuk *sludge blanket* (PPLP Pekerjaan Umum, 2013).

H. Kolam Anaerobik

Kolam biasanya tanpa penutup, tetapi permukaannya diharapkan tertutup oleh scum hasil proses fermentasi. Jadi pengaturan kedalaman kolam sangat diperlukan untuk menjaga kondisi anaerob yaitu berkisar antara (2-5) m. Beban organik untuk kawasan tropis sekitar (300-350) g BOD/m³.hari. Biasanya waktu detensi (1-2) hari. Jika dinding dan dasar pada kolam anaerobik tidak menggunakan pasangan batu, maka kolam tersebut harus dilapisi tanah kedap air (tanah liat dan pasir 30%) setebal 30 cm atau diberi lapisan geomembran utk menghindari air dari kolam meresap ke dalam tanah dan beresiko mencemari air tanah sekitarnya (PPLP Pekerjaan Umum, 2013).

II.5 Dampak Yang Mungkin Timbul dari Pencemaran Lingkungan Apabila Melebihi Standar Baku Mutu Yang Telah Ditetapkan

Air bersih dibutuhkan hampir dalam setiap aspek kehidupan manusia. Seperti yang diketahui, penggunaan air bersih akan selalu menghasilkan limbah meskipun pada skala terkecil, yaitu rumah tangga. Limbah rumah tangga dapat berupa air bekas mencuci pakaian, air dari bilasan mandi, hingga air dari membersihkan kotoran manusia.



Air limbah yang sangat dekat dengan aktivitas konsumen sehari-hari ini disebut sebagai air limbah domestik. Peneliti Yayasan Lembaga Konsumen Indonesia (YLKI) Natalya Kurniawati S,KM, menyebutkan bahwa ada dua jenis limbah domestik, yaitu *black water* dan *grey water*.

“*Black water* merupakan limbah yang dihasilkan dari *septic tank*. Sementara *grey water* merupakan limbah buangan dari dapur dan kamar mandi,” ujar Natalya saat ditemui Greeners di kantor YLKI, Jakarta Selatan.

Air limbah domestik akan berbahaya jika tidak dikelola dengan baik. Namun regulasi yang mengatur air limbah domestik, yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/ Menlhk/ Setjen/ Kum. 1/ 8 / 2016 Tentang Baku Mutu Air Buangan Domestik.

Pengelolaan air limbah baru diusahakan di tingkat pelaku usaha menengah ke atas. Hal ini berkaitan dengan izin operasi dari usaha tersebut. Padahal terdapat banyak usaha kecil menengah di tingkat rumah tangga yang justru memerlukan perhatian lebih dari pemerintah.

Usaha-usaha kecil yang pasti menghasilkan limbah, contohnya saja *laundry* kiloan. Jasa cuci dan setrika baju seperti ini biasanya merupakan usaha rumahan yang berada di sekitar daerah indekos atau kontrakan. Karena pengelolaan limbah domestik masih minim disosialisasikan oleh pemerintah, akan ada potensi pencemaran terhadap air bersih. Biasanya, air limbah domestik dibuang langsung ke saluran air kemudian akan bermuara ke sungai yang pada akhirnya kita konsumsi lagi.

Potensi pencemaran ini bisa berasal dari kontaminasi baik *black water* maupun *grey water*. Pencemaran dari air limbah domestik jenis *black water* umumnya berupa rembesan *septic tank* ke dalam tanah.



Selain *black water*, kontaminasi dari jenis *grey water* juga berbahaya. Air konsumsi yang tercemar bahan-bahan kimia penyusun deterjen, sabun mandi atau minyak dapat menyebabkan penyakit (*waterborne disease*). Penyakit yang ditimbulkan jika mengonsumsi air yang tercemar limbah domestik beragam, mulai dari infeksi bakteri di saluran pencernaan oleh *E. coli* hingga penyakit menular seperti Hepatitis A. Selain terhadap manusia, ekosistem air juga akan terganggu.

Sebagai konsumen, warga Indonesia berhak atas ketersediaan air bersih yang berkelanjutan dengan kualitas yang baik. Namun, sebagai penghasil limbah domestik, kita juga perlu memperhatikan dampak aktivitas kita terhadap lingkungan. Hal ini bisa dimulai dari pembuatan *septic tank* dan penyaluran limbah domestik sesuai dengan aturan yang berlaku.