

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Pengertian**

1. Limbah cair domestik adalah air yang telah dipergunakan dan berasal dari rumah tangga atau pemukiman termasuk didalamnya adalah yang berasal dari kamar mandi, tempat cuci, WC, serta tempat memasak (Mahyuddin, Tumpu, 2023)
2. Air limbah adalah seluruh air buangan yang berasal dari hasil proses kegiatan sarana pelayanan masyarakat yang meliputi: limbah domestik (air buangan kamar mandi, dapur, air bekas pencucian pakaian)
3. pH (*Potential Hydrogen*) adalah ukuran konsentrasi ion hidrogen yang menunjukkan keasaman atau kebasan suatu zat (Siswanto, 2002).
4. BOD (Biochemical Oxygen Demand) adalah suatu jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik. BOD sebagai suatu ukuran jumlah oksigen yang digunakan oleh populasi mikroba yang terkandung dalam perairan sebagai respon terhadap masuknya bahan organik yang dapat diurai. (Minarni, 2022).

#### **B. Karakteristik Air Limbah**

Menurut Notoadmojo, 1997 air limbah dapat digolongkan dalam 3 karakteristik sebagai berikut:

1. Karakteristik Fisik

Sebagian besar terdiri dari air dan sebagian kecil terdiri dari bahan-bahan padat. Terutama air limbah rumah tangga, biasanya berwarna suram seperti larutan sabun, sedikit berbau, kadang-kadang mengandung sisa-sisa kertas, berwarna bekas cucian beras dan sayur, bagian-bagian tinja, dan sebagainya.

2. Karakteristik Kimiawi

Biasanya air buangan ini mengandung campuran zat-zat kimia organik yang berasal dari air bersih serta bermacam-macam zat organik yang berasal dari penguraian tinja, urine dan sampah-sampah lainnya. Oleh sebab itu, pada umumnya bersifat basah, pada waktu masih baru, dan cenderung ke asam apabila sudah mulai membusuk. air buangan ini mengandung campuran zat-zat kimia organik yang berasal dari air bersih serta bermacam-macam zat organik yang berasal dari penguraian tinja, urine dan sampah-sampah

3. Karakteristik Biologis

Kandungan bakteri pathogen serta organisme golongan coli terdapat juga dalam air limbah tergantung dari mana sumbernya. Namun keduanya tidak berperan dalam proses pengolahan air buangan.

### **C. Pengaruh atau dampak Limbah cair**

Sesuai dengan zat-zat yang terkandung dalam limbah ini, maka air limbah yang tidak diolah terlebih dahulu akan menyebabkan gangguan kesehatan masyarakat dan lingkungan hidup antara lain (Notoadmojo, 1997) :

1. Menjadi transmisi atau media penyebaran berbagai penyakit terutama cholera, typhus abdominis dan disentri baciler.

2. Menjadi media berkembangbiaknya mikroorganisme patogen.
3. Menjadi tempat berkembangbiaknya nyamuk atau tempat hidup larva nyamuk.
4. Menimbulkan bau yang tidak enak serta pandangan tidak sedap.
5. Merupakan sumber pencemaran air permukaan, tanah dan lingkungan hidup lainnya.
6. Mengurangi produktivitas manusia, karena orang bekerja atau beraktifitas dengan tidak nyaman.

Menurut Sugiharto, 1990 sesuai dengan batasan air limbah cair merupakan air yang tidak bersih dan mengandung zat yang membahayakan kehidupan. Bukan berarti bahwa air limbah tersebut tidak perlu dilakukan pengolahan. Karena apabila tidak dikelola dengan baik maka akan menimbulkan gangguan baik bagi kesehatan manusia maupun lingkungan sekitar. Beberapa pengaruh atau dampak limbah cair sebagai berikut:

### 1. Gangguan Kesehatan

Air limbah sangat berbahaya bagi kesehatan manusia, karena dalam air limbah banyak mengandung kuman patogen dan merupakan salah satu sarana penularan penyakit pada manusia.

**Tabel 1.**  
**Jenis Jenis Penyakit yang Ditularkan Melalui Air Limbah**

No	Jenis penyakit	Penyebab	Cara penularan
1	<i>Amoebiasis</i>	<i>Entamoeba Histolística</i>	1. Air, tangan ke mulut 2. sayuran dan buah buahan yang terkontaminasi.
2	<i>Ascharis</i>	<i>Ascharis Lumbricoides</i>	1. langsung maupun tidak langsung dari telur cacing yang ada di air 2. infeksi dari tanah ke mulut

3	<i>Cholera</i>	<i>Vibrio Cholerae</i>	1. Air dan makanan yang terkontaminasi 2. Lalat dan tanah
4	<i>Leptospirosis</i>	<i>Leptospira</i>	Kontak dengan air, lumpur dan tanah yang terkontaminasi
5	<i>Shigelosis</i>	<i>Shigella</i>	Kontak dengan makanan, lalat dan tanah yang terkontaminasi.
6	<i>Tetanus</i>	<i>Clostridium Tetani</i>	Spora masuk kedalam tubuh melalui luka
7	<i>Typoid Fever</i>	<i>Salmonella Thypi</i>	1. Air dan makanan sebagai vehicle. 2. sayuran dan buah yang terkontaminasi.

## 2. Dampak terhadap lingkungan

Air limbah dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan sekitar dan ekosistem yang ada didalamnya yaitu:

### a. Air limbah dan kehidupan vektor

Air limbah yang tidak diolah dapat menjadi sarang perkembangbiakan vektor penyakit yaitu:

#### 1) *Water related vector*

Air limbah yang berhubungan dengan kehidupan vektor yang bersarang dan berkembangbiak diatas air. Jenis penyakit yang ditimbulkan adalah *yellow fever*, DHF, dan Malaria.

#### 2) *Water based disease*

Vektor yang menggunakan air sebagai bagian dari tempat hidupnya. Jenis penyakitnya adalah *schistosomiasis*.

### b. Pencemaran air dan tanah oleh limbah cair

Air limbah dapat mencemari tanah maupun badan air yang ada disekitarnya melalui rembesan maupun lewat aliran air hujan.

- 1) Pengaruh dari estetika, air limbah yang tidak diolah akan memberikan pemandangan yang tidak indah untuk dipandang.
- 2) Pengaruh terhadap ekosistem, limbah cair yang mencemari badan air akan menyebabkan kualitas badan air menurun dan ekosistem didalamnya terganggu.

#### **D. Parameter Air Limbah**

Beberapa parameter yang dapat digunakan berkaitan dengan air limbah antara lain (Chandra, 2007) :

##### 1. Kandungan zat organik BOD

Kandungan zat organik didalam penguraiannya, memerlukan oksigen dan hambatan mikroorganisme. Salah satu penentuan zat organik adalah dengan mengukur BOD dari air buangan tersebut.

##### 2. Kandungan zat organik COD

Beberapa kandungan zat organik yang penting untuk mengawasi kualitas air bangunan antara lain nitrogen dalam senyawa nitrat, fosphat dalam total phosphor, H<sub>2</sub>O dalam zat-zat beracun dan logam berat seperti Hg, Cd, dan Pb.

##### 3. Kandungan Gas

Adanya kandungan gas N<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> pada air buangan berasal dari udara yang larut kedalam air.

##### 4. Kandungan zat padat dalam bentuk total solid, suspended solid, dan disolved solid.

##### 5. Kandungan Bakteri

Bakteri golongan *Coli* terdapat secara normal didalam usus dan tinja manusia dan hewan berdarah panas.

6. pH (potensial Hidrogen)

Pengukuran pH yang berkaitan dengan pengolahan biologis karena pH yang lebih akan menyulitkan serta mengganggu kehidupan dalam air bila dibuang pada perairan terbuka.

7. Suhu

Suhu dapat mempengaruhi kehidupan dalam air seperti penguraian dan proses pengendapan zat padat serta kenyamanan dalam badan air.

**E. Sumber Air Limbah dan Komposisi Air Limbah**

Secara garis besar air limbah dapat berasal dari berbagai sumber (Notoadmojo, 1997), yakni:

**1. Sumber air limbah**

- a. Air buangan yang berasal dari rumah tangga (*domestic waste*) yaitu air limbah yang berasal dari pemukiman penduduk. Pada umumnya air limbah ini terdiri dari ekskreta (tinja dan air seni), air bekas cucian dapur dan kamar mandi, dan umumnya terdiri dari bahan organik.
- b. Air buangan industri (*industrial waste water*) yang berasal dari berbagai jenis industri akibat proses produksi. Zat-zat yang terkandung didalamnya sangat bervariasi sesuai dengan bahan baku yang dipakai oleh masing-masing industri, antara lain: nitrogen, sulfrida amoniak, lemak, garam-garam, zat pewarna, mineral, zat pelarut, dan sebagainya.

- c. Air buangan kota praja (*Municipal wastes water*) yaitu air buangan yang berasal dari perkantoran, perdagangan, hotel, restaurant, tempat-tempat umum, tempat-tempat ibadah dn sebagainya. Pada umumnya zat-zat yang terkandung dalam jenis air limbah ini sama dengan air limbah domestik.

## **2. Komposisi Air Limbah**

Air limbah mempunyai komposisi yang bervariasi dari sumber air limbah tersebut. Zat-zat yang terdapat dalam air limbah dikelompokkan atas 99,9% kandungan air dan 0,1% bahan padat. Bahan padat yang ada tersebut terbagi atas 70% zat organik terutama protein, karbohidrat, dan lemak serta 35% bahan organik terutama pasir, garam, dan logam.

## **F. Upaya untuk mencegah dan mengurangi air limbah**

1. Memperbaiki perilaku penggunaan air. Selama ini, masyarakat relatif boros dalam penggunaan air. Selain hal-hal yang telah disebutkan didepan, secara tidak sadar kadang-kadang kita menyia-nyiakkan air dengan membiarkan kran tetap mengalir padahal bak air sudah penuh, terlalu banyak menggunakan air untuk mencuci sayur atau pakaian, memakai air berlebihan, dengan berlama-lama mandi dan sebagainya. Hal-hal tersebut dapat dikurangi dengan memberikan penyadaran pada masyarakat tentang pentingnya penghematan air melalui kampanye, penyuluhan, atau memasukan ihwal perilaku penggunaan air kedalam kurikulum pendidikan dasar.
2. Memperkenalkan teknologi penghematan air. Didalam lingkungan rumah tangga, teknologi penghematan air bisa berupa toilet kering yang tidak membutuhkan

terlalu banyak air untuk menggelontor kotoran atau alat pencuci alat makan yang menggunakan relatif sedikit.

3. Menggunakan sumber yang tepat untuk penggunaan yang tepat. Penggunaan air dapat disesuaikan antara kualitas air dengan penggunaannya. Kualitas air yang tinggi dipergunakan untuk keperluan konsumsi (minum dan memasak), sedangkan kualitas air yang lebih rendah pula. Sebagai contoh: air bekas untuk mencuci sayuran tidak langsung dibuang ke saluran air limbah namun dapat dipergunakan untuk menyiram tanaman maupun halaman.

#### **G. Penanganan Limbah Rumah Tangga**

1. Tujuan penanganan limbah rumah tangga
  - a. Melindungi kesehatan anggota masyarakat dari ancaman terjangkitnya penyakit.
  - b. Melindungi timbulnya kerusakan tanaman terutama jika air limbah tersebut mengandung zat organik yang membahayakan kelangsungan hidup tumbuhan.
  - c. Menyediakan air bersih yang akan digunakan untuk keperluan hidup sehari-hari terutama jika sulit ditemukan air yang bersih.
2. Jenis air limbah yang harus dibuang dari rumah tangga

Cara pelaksanaan pembuangannya adalah:

- a. Air limbah dari toilet harus dibuang ke riol atau bila tidak boleh ke septik tank.
- b. Air limbah dari kamar mandi, dan lain-lain tempat yang menggunakan sabun dapat langsung dibuang ke riol, tetapi dilarang langsung dimasukan ke septik

tank karena obat-obatan kimia akan merusak bakteri-bakteri pembusuk akhirnya proses pembusukan terganggu dan septik tank akan cepat penuh.

- c. Air limbah dari dapur harus dibuang ke riol atau bila tidak ada riol boleh dibuang ke septik tank dengan syarat sebelum masuk harus lebih dahulu melalui instalasi perangkap lemak.

## **H. Sistem Penanganan Air Limbah**

Secara garis besar kegiatan pengolahan air limbah dapat dikelompokkan menjadi 6 bagian antara lain (Chandra 2007):

1. Pengolahan pendahuluan (*pre-treatment*)

Pengolahan dilakukan untuk memisahkan dan mengambil benda yang terapung dan terendap. Tujuannya untuk mempercepat dan memperlancar proses pengolahan selanjutnya.

2. Pengolahan pertama (*primary-treatment*)

Pengolahan ini bertujuan untuk menghilangkan bahan padat tersuspensi dengan cara pengendapan atau pengapungan. Sedimentasi merupakan cara pengolahan primer yang paling banyak digunakan.

3. Pengolahan kedua (*Secondary-treatment*)

Pengolahan ini bertujuan untuk mempercepat proses biologis. Proses-proses biologis yang paling biasa dilakukan adalah *active sludge reactors* dan *trickling filter*.

4. Pengolahan ketiga (*Thirly-treatment*)

Bentuk pengolahan ini antara lain:

- a. Penghilangan senyawa fosfor dengan koagulasi menggunakan bahan kimia.

- b. Penghilangan senyawa-senyawa nitrogen
  - c. Penghilangan sisa bahan organik
  - d. Penghilangan bahan-bahan padat terlarut.
5. Pembunuhan bakteri
- Proses ini bertujuan untuk mengurangi atau membunuh mikroorganisme patogen yang ada didalam air limbah dengan menggunakan bahan kimia.
6. Pengolahan Akhir
- Hasil akhir dari pengolahan air limbah adalah berupa lumpur yang perlu dilakukan pengolahan secara khusus untuk dimanfaatkan kembali.

#### **I. Metode Penanganan Air Limbah**

Ada beberapa metode yang digunakan untuk penanganan air limbah diantaranya (Nayono, 2010) :

1. Pengolahan air limbah dengan proses An-aerobik

Proses pengolahan an-aerobik adalah proses pengolahan senyawa-senyawa organik yang terkandung dalam limbah menjadi gas metana dan karbondioksida tanpa membutuhkan oksigen. Beberapa penelitian dari berbagai negara melaporkan bahwa pemanfaatan proses an-aerobik untuk pengolahan limbah domestik memiliki tingkat keberhasilan yang cukup tinggi. Proses an-aerobik berlangsung dengan baik pada suhu sekitar 30-40°C, maka pada daerah tropis proses an-aerobik ini mampu mencapai hasil pengolahan limbah yang cukup memuaskan. Pengurangan BOD bisa mencapai 70-90% jika menggunakan metode pengolahan ini.

Mekanisme pengolahan limbah cair dengan proses an-aerobik, pengurangan senyawa organik seperti karbohidrat, lemak, dan protein yang terdapat dalam limbah cair dengan proses an-aerobik akan menghasilkan biogas yang mengandung metana (50-70%), CO<sub>2</sub> (25-45%) dan sejumlah kecil nitrogen, hidrogen dan hidrogen sulfida. Penguraian dengan proses an-aerobik secara umum dapat disederhanakan menjadi 2 tahap:

a. Tahap pembentukan asam

Langkah pertama dari tahap pembentukan asam adalah hidrolisa senyawa organik baik yang terlarut maupun yang tersuspensi dari berat molekul besar (polimer) menjadi senyawa organik sederhana (monomer), yang dilakukan oleh enzim-enzim ekstra seluler.

Pembentukan asam dari senyawa-senyawa organik sederhana dilakukan oleh bakteri-bakteri penghasil asam yang terdiri dari sub *divisi acids* atau *fermenting bacteria* dan *acetogenic bacteria*. Asam propionat dan butiran diuraikan oleh *acetogenic bacteria* menjadi asam asetat.

b. Tahap pembentukan metana

Pembentukan metana dilakukan oleh bakteri penghasil metana yang terdiri dari sub *divisi acetotrophic methane bacteria* yang menguraikan asam asetat menjadi metana dan karbondioksida. Karbondioksida dan hidrogen yang terbentuk dari reaksi penguraian di atas, disintesa oleh bakteri pembentuk metana dan air.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses an-aerobik:

- 1) Temperatur
- 2) pH
- 3) Konsentrasi substrat
- 4) Zat beracun

Kelebihan dan kelemahan pengolahan air limbah secara an-aerobik:

a. Kelebihan

- 1) Kebutuhan energi relatif rendah karena tidak memerlukan proses aerasi.
- 2) Produksi lumpur sedikit, relatif lebih stabil dan mudah dikeringkan.
- 3) Tidak memerlukan banyak bahan tambahan untuk memperlancar proses penguraian.
- 4) Lumpur (*biomass*) yang dihasilkan dapat disimpan lama dan digunakan sebagai bibit untuk reaktor an-aerobik baru.

b. Kelemahan

- 1) Waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan jumlah lumpur yang cukup relatif lama.
- 2) Sensitif terhadap perubahan lingkungan dan operasional
- 3) Terdapat kemungkinan adanya bau yang tidak sedap dan timbulnya gas yang bersifat korosif.
- 4) Pada dasarnya pengolahan an-aerobik hanyalah bersifat pengolahan pendahuluan, sehingga diperlukan pengolahan tambahan agar air hasil olahan memenuhi standar yang berlaku.

## 2. Pengolahan Air Limbah dengan Kolam Stabilisasi (*waste stabilization ponds*)

Kolam stabilisasi didefinisikan sebagai kolam dangkal buatan manusia yang menggunakan proses fisik dan biologis untuk mengurangi kandungan bahan pencemar yang terdapat pada air limbah. Proses tersebut antara lain meliputi pengendapan partikel padat, penguraian zat organik, penguraian nutrient (Phospor dan Nitrogen) serta pengurangan organisme pathogenik seperti bakteri, telur cacing dan virus.

Kolam stabilisasi ini cukup banyak digunakan oleh negara-negara berkembang karena biaya pembuatan dan pemeliharaannya murah serta lahan yang tersedia masih cukup banyak.

### a. Prinsip dasar dari kolam stabilisasi adalah:

- 1) Menyeimbangkan dan menjaga fluktuasi beban organik dan beban hidrolis limbah cair.
- 2) Mengendapkan partikel padatan dari air limbah dikolam pertama.
- 3) Memanfaatkan proses fotosintesis yang dilakukan oleh alga sebagai sumber utama oksigen.
- 4) Proses penguraian zat organik secara biologis yang dilakukan oleh mikroorganisme.
- 5) Penguraian organisme patogenik melalui beberapa proses intraksi antara alga dan bakteri.

### b. Kolam stabilisasi dapat klasifikasi berdasarkan pada proses biologis yang utama pada kolam tersebut, pola pembebanan hidrologis, atau tingkat

pengolahan yang diinginkan. Berdasarkan pada hal tersebut, kolam stabilisasi dapat digolongkan menjadi:

1) Kolam an-aerobik

Kolam an-aerobik didesain agar partikel padat yang dapat terurai secara biologis dapat mengendap dan diuraikan melalui proses anaerobik. Kolam ini biasanya mempunyai kedalaman 3-5 meter dengan masa tinggal hidrolis (*hydraulic retention time*) antara 1-20 hari.

2) Kolam fakultatif

Kolam fakultatif biasanya mempunyai kedalaman berkisar 1-2 meter dengan proses penguraian secara aerobik dibagian atas dan penguraian secara anaerobik dilapisan bawahnya. Jenis kolam ini mempunyai waktu tinggal hidrolis antara 5-30 hari.

Penggunaan kolam fakultatif bertujuan untuk menyeimbangkan input oksigen yang digunakan untuk penguraian zat organik.

3) Kolam pematangan

Kolam pematangan adalah kolam dangkal dengan kedalaman hanya 1-1,5 meter. Hal ini ditujukan agar keseluruhan kolam tersebut dapat ditumbuhi oleh alga sehingga oksigen yang dihasilkan selama proses fotosintesis dapat dipergunakan untuk proses penguraian secara aerobik.

Kolam ini digunakan untuk memperbaiki kualitas air yang dihasilkan oleh pengolahan dikolam fakultatif dan untuk mengurangi organisme patogenik.

c. Kelebihan dan kelemahan pengolahan air limbah dengan kolam stabilisasi:

1) Kelebihan

- a) Biaya untuk investasi relatif rendah
- b) Mempunyai kemampuan untuk menghindari kelebihan pembebanan bahan organik
- c) Kebutuhan energi relatif rendah
- d) Pengoperasian dan pemeliharaan relatif mudah
- e) Lumpur yang dihasilkan dapat digunakan sebagai kompos untuk keperluan pertanian.

2) Kelemahan

- a) Area yang dibutuhkan relatif luas (2-5m<sup>2</sup>)
- b) Air hasil pengolahan mempunyai kandungan algae yang tinggi
- c) Adanya kehilangan air karena penguapan
- d) Adanya kemungkinan menjadi tempat berkembangbiaknya nyamuk dan vektor penyakit lainnya.

3. Pengolahan Air Limbah dengan Kolam Tumbuhan Air (*Macrophyte ponds*)

Kolam tumbuhan air adalah sejenis kolam pematangan yang memanfaatkan tumbuhan air yang terapung ataupun mengambang didalam air. Tumbuhan air yang dipergunakan pada sistem pengolahan ini mampu menyerap nutrient an-

organik dalam jumlah relatif besar. Selain itu sistem ini juga mampu mengurangi kandungan logam berat yang terdapat pada limbah.

Kolam tumbuhan air menggunakan tumbuhan mengambang dengan sistem akar yang relatif besar akan sangat efisien dalam pengurangan kandungan nutrient air limbah.

Hal ini membuat kolam tumbuhan air dapat digunakan sebagai pengolahan tersier dalam sistem pengolahan air limbah yang lebih besar. Kemampuan sistem ini untuk mengurangi BOD mencapai 95%, sedangkan pengurangan nitrogen dan phosphor mencapai 80% dan 50%.

a. Prinsip kerja kolam tumbuhan air

cara kerja dari kolam tumbuhan air ini utamanya didasarkan pada simbiosis mutualisme antara tumbuhan air dan bakteri pengurai bahan pencemar yang terdapat di dalam air. Bakteri aerobik dan fakultatif yang akan menguraikan kandungan bahan pencemar organik menggunakan oksigen yang diproduksi oleh proses fotosintesis tumbuhan air. Sedangkan, produk sampingan dari proses penguraian yang dilakukan oleh bakteria, yaitu karbondioksida dan amonium akan dimanfaatkan tumbuhan air dalam proses fotosintesis tersebut.

4. Pengolahan Air Limbah menggunakan Arang aktif.

Arang aktif adalah media untuk mengolah air limbah menjadi air bersih. Arang aktif juga bisa menurunkan kadar BOD, COD dan TSS juga bisa menjaga kestabilan dari derajat keasaman atau pH (Ekawati, 2023)