

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air Limbah Domestik**

Limbah adalah buangan hasil suatu proses produksi, baik dari industri maupun domestik (rumah tangga). Limbah lebih dikenal sebagai sampah, keberadaan limbah sering tidak dikehendaki dan dianggap mengganggu lingkungan, karena dipandang tidak memiliki nilai ekonomis (Arief, 2016). Menurut Pemen LHK No. 68 tahun 2016 air limbah adalah air sisa dari suatu hasil usaha dan atau kegiatan, sedangkan air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air (Permen LHK No. 68, 2016)

Limbah cair domestik adalah air yang telah berasal atau telah digunakan oleh rumah tangga maupun permukiman, yang termasuk limbah cair domestik yaitu yang berasal dari tempat memasak, tempat mencuci, kamar mandi serta WC (Kholif, 2020). Air limbah yang berasal dari kotoran manusia (feces, urine atau cairan tubuh lainnya), termasuk air dari WC, septic tank atau soakaway, dan air pencuci dikenal sebagai *blackwater* sedangkan *greywater* adalah air limbah yang berasal dari curah hujan di jalan, atap ataupun trotoar. Air limbah dapat terkontaminasi dengan berbagai komponen, sebagian besar adalah patogen, bahan kimia sintetik, bahan organik, nutrisi, senyawa organik dan logam berat (Nda dkk., 2013).

Air limbah domestik yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga, industri, dan sejenisnya akan berpotensi menjadi sumber pencemaran badan air dan lingkungan. Pada air limbah domestik mengandung senyawa organik, senyawa kimia serta adanya mikroorganisme patogen sehingga dapat berdampak pada masyarakat (Said & Widayat, 2013). Salah satu sumber pencemaran terbesar bagi perairan adalah air limbah domestik. Tingginya kandungan bahan organik dalam air limbah domestik meningkatkan pencemaran pada badan air penerima, maka dengan meningkatnya pencemaran dapat menurunkan derajat kesehatan masyarakat (Amri & Wesen, 2015).

### 2.1.1 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Upaya yang dilakukan pemerintah untuk menahan laju beban pencemaran adalah dengan memberlakukan peraturan terbaru baku mutu air limbah domestik yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, sebagaimana dapat dilihat pada tabel 2.1.

**Tabel 2. 1** Baku Mutu Air Limbah Domestik

<b>Parameter</b>	<b>Satuan</b>	<b>Kadar maksimum*</b>
pH	-	6-9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak & lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total <i>Coliform</i>	jumlah/100ml	3.000
Debit	L/orang/hari	100

Keterangan :

\*= Rumah susun, penginapan, asrama, pelayanan kesehatan, lembaga pendidikan, perkantoran, perniagaan, pasar, rumah makan, balai pertemuan, arena rekreasi, permukiman, industri, IPAL kawasan, IPAL permukiman, IPAL perkotaan, pelabuhan, bandara, stasiun kereta api, terminal dan lembaga permasyarakatan.

Menurut Permen LHK No. 68 tahun 2016 baku mutu air limbah adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam sumber air dari suatu usaha dan atau kegiatan (Permen LHK No. 68, 2016).

### **2.1.2 Dampak Limbah Domestik**

Limbah domestik berupa limbah rumah tangga dan kotoran manusia yang terbuang ke perairan jika melebihi kemampuan asimilasi perairan sungai dan terbawa ke dalam laut akan menyebabkan pencemaran perairan, dampak lain yang ditimbulkan adalah terjadinya penyuburan yang berlebihan (*eutrofikasi*). Gejala tersebut dapat menyebabkan turunya kadar oksigen terlarut yang diakibatkan karena ledakan populasi organisme tertentu, sehingga beberapa organisme yang ada di perairan mengalami kematian (Dinata, 2018).

Menurut Almufid & Permadi, (2020) air limbah dapat berdampak buruk bagi makhluk hidup dan lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Adapun dampak buruk tersebut antara lain yaitu :

- a. Gangguan kesehatan
- b. Penurunan kualitas lingkungan
- c. Gangguan terhadap keindahan
- d. Gangguan kerusakan benda

### **2.2 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal**

Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan aktifitasnya maka jumlah buangan air limbah akan bertambah pula. Kerusakan lingkungan dapat terjadi apabila jumlah air limbah yang dibuang melebihi dari kemampuan alam. Lingkungan yang rusak dapat menyebabkan turunnya tingkat kesehatan manusia yang berada pada lingkungan tersebut oleh karena itu, diperlukan penanganan air limbah yang tepat dan terstruktur baik dalam penyaluran maupun pengolahan (Wulandari, 2014).

Pengolahan air limbah merupakan salah satu hal yang harus diperhatikan oleh para penghasil limbah, semakin berkembangnya suatu negara maka limbah yang dihasilkan akan semakin besar. Limbah yang dihasilkan banyak mengandung bahan berbahaya bagi kesehatan, maka pengolahan air limbah wajib dilakukan sebelum dibuang ke badan air. Tujuan dari pengolahan air

limbah ini adalah untuk memurnikan air limbah yang telah tercemar zat-zat sisa industri pabrik maupun dari kegiatan rumah tangga (Askari, 2015).

Instalasi Pengolahan Air Limbah, yang biasanya lebih dikenal dengan IPAL merupakan salah satu sistem pengolahan air limbah yang dilakukan secara terpusat yaitu bangunan yang digunakan untuk memproses limbah cair domestik yang difungsikan secara baik, agar lebih aman pada saat dibuang ke lingkungan sesuai dengan baku mutu lingkungan. *Effluent* dari instalasi pengolahan dapat disalurkan menuju sumur resapan atau juga dapat dibuang ke badan sungai. IPAL dibangun untuk menghindari pencemaran air limbah agar tidak mencemari lingkungan (Almufid & Permadi, 2020)

IPAL komunal adalah tempat pengolahan air limbah domestik dalam skala besar yang dipakai secara bersama-sama oleh beberapa rumah tangga (Aly dkk., 2015). Proses pembangunan IPAL komunal dilakukan melalui konsep pembangunan berbasis masyarakat, masyarakat akan terlibat langsung dalam setiap tahapan pembangunan mulai dari perencanaan, pengambilan keputusan, pembangunan, pengoperasian dan perawatan. Lembaga pengelolaan IPAL Komunal berasal dari masyarakat pengguna layanan itu sendiri yang nantinya akan bertanggung jawab dalam pembangunan dan pengoperasian sarana pengelolaan air limbah (Afandi dkk., 2013).



**Gambar 2. 1** IPAL Komunal

Prinsip kerja dari IPAL skala pemukiman adalah air limbah dari aktifitas rumah tangga dialirkan melalui pipa ke bak kontrol, dari bak kontrol air limbah dialirkan melalui pipa ke dalam instalasi pengolahan air limbah (IPAL). Bak kontrol sangat penting dalam sistem sanitasi perpipaan. Bak kontrol berfungsi sebagai tempat memantau kondisi aliran air limbah dalam perpipaan. Sampah yang terbawa dari dalam rumah tertahan di dalamnya dan dapat diangkat supaya tidak masuk ke dalam sistem perpipaan yang dapat menyumbat aliran. Air limbah yang ditampung dalam IPAL selama beberapa hari, akan mengalami penguraian secara biologis, sehingga kualitas air buangnya (effluent) sudah memenuhi standar yang aman dibuang ke saluran drainase atau badan air terdekat (Iskandar dkk., 2016).

Menurut (Asmadi & Suharno, 2012) IPAL Komunal terdiri dari beberapa unit pengolahan air limbah.

a. Bak Pemisah Pasir

Pada bak ini terjadi proses pemisah pasir yaitu berupa pasir atau lumpur kasar yang dapat diendapkan, sedangkan kotoran yang berupa sampah kain, plastik akan tertahan pada screen yang dipasang pada titik inlet untuk memisah pasir (Asmadi & Suharno, 2012).

b. Bak Equalisasi

Merupakan bak untuk menyamakan volume dan pH air limbah. Selain itu equalisasi juga bertujuan mengurangi ukuran- ukuran partikel sebelum memasuki proses selanjutnya (Asmadi & Suharno, 2012).

c. Bak Pengendap Awal

Merupakan bak yang berfungsi mengendapkan partikel pasir, lumpur serta kotoran organik. Selain itu bak ini berfungsi sebagai pengontrol aliran, serta bak pengurai senyawa organik bentuk padatan (Asmadi & Suharno, 2012).

d. Bak Kontaktor Anaerob

Pada bak ini terdiri dari dua ruangan yang berisi media dari bahan plastik dengan tipe sarang tawon dengan aliran dari atas ke bawah serta sebaliknya. Setelah beberapa hari beroperasi akan tumbuh lapisan film

mikroorganisme, dan akan diuraikan zat organik yang belum sempat terurai pada bak pengendap (Asmadi & Suharno, 2012).

e. Bak Kontaktor Aerob

Bak ini berisi media dari bahan plastik dengan bentuk seperti sarang tawon, dengan dihembus ke udara sehingga mikroorganisme akan menguraikan zat organik yang ada pada limbah, menempel pada permukaan media. Hal itu dapat meningkatkan efisiensi penguraian zat organik (Asmadi & Suharno, 2012).

f. Bak Pengendap Akhir Pada bak ini terjadi proses dimana lumpur akan diendapkan serta air limbah akan dipompa ke inlet bak aerasi, sedangkan limpasan dialirkan ke bak klorinasi (Asmadi, 2012). 7) Bak Klorinasi Air pada bak pengendap akhir yang sudah mengandung bakteri pathogen yang memiliki potensi buruk bagi masyarakat, untuk mengatasi hal tersebut air limbah diberi klorin untuk membunuh pathogen yang ada pada air limbah. Selanjutnya air limbah dapat dialirkan ke badan air (Asmadi & Suharno, 2012).

g. Bak Pengolahan Lumpur

Pada bak pengendap lumpur ini merupakan kumpulan dari pengendap awal hingga akhir yang dilakukan pada bak ini yaitu diaduk secara pelan kemudian dipisahkan dengan didiamkan 25 jam. Air yang berada di atas lumpur akan dialirkan ke bak pengendap awal selain itu lumpur akan ditampung untuk diolah di tempat lain (Asmadi & Suharno, 2012).

### **2.3 Bakteri *Coliform***

*Coliform* merupakan suatu kelompok bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya polusi, kotoran dan kondisi sanitasi yang tidak baik terhadap air, makanan, susu ataupun produk-produk susu (Lating, 2017). Bakteri *Coliform* dapat menjadi sinyal untuk menentukan suatu sumber air telah terkontaminasi oleh patogen atau tidak, karena densitasnya berbanding lurus dengan tingkat pencemaran air, artinya makin sedikit kandungan *Coliform*, maka semakin baik kualitas air (Alang, 2015).

Bakteri *Coliform* merupakan bakteri dari famili *Enterobacteriaceae* yang termasuk ke dalam golongan bakteri aerobik, gram negatif, berbentuk batang,

dapat memfermentasi laktosa yang menghasilkan asam dan gas pada suhu 35°C dalam 48 jam. Terdapat dua jenis bakteri Coliform yaitu jenis *Coliform* yang lebih tahan panas atau biasa disebut *thermotolerant Coliform* atau *fecal Coliform* (Coliform dari tinja *Escherichia coli*) dan *non Fecal* (*Enterobacter*, *Klebsiella*, dan *Citrobacter*). *Fecal Coliform* memiliki karakteristik yang sama dengan *Coliform* yang disebutkan di atas namun perbedaannya *fecal Coliform* dapat memfermentasi laktosa menghasilkan asam dan gas selama 48 jam pada suhu 45°C (Surono dkk., 2016).

Kebanyakan bakteri *Coliform* hadir dalam jumlah besar flora usus manusia dan lainnya dengan hewan berdarah panas, maka bakteri *Coliform* dapat ditemukan di limbah tinja. Sebagai akibatnya, *Coliform* terdeteksi dalam konsentrasi tinggi dari bakteri patogen, bakteri ini digunakan sebagai indeks dari keberadaan potensi *entero-patogen* dalam lingkungan air. Bakteri *fecal Coliform* dapat menjadi sinyal bahwa sumber air terkontaminasi bakteri pathogen (Aswan dkk., 2017).

Berdasarkan hasil penelitian, bakteri *Coliform* menghasilkan zat etionin yang dapat menyebabkan kanker. Selain itu, bakteri pembusuk ini juga memproduksi beberapa racun seperti indol dan skatol yang dapat menimbulkan penyakit bila jumlahnya berlebih di dalam tubuh (Alang, 2015)

#### **2.4 Metode *Most Probable Number* (MPN)**

*Most Probable Number* (MPN) merupakan metode perhitungan atau metode tabung ganda untuk memperkirakan sejumlah kecil mikroorganisme dengan konsentrasi rendah atau bakteri tidak dapat tumbuh dengan baik pada media padat. Sampel yang digunakan dapat berupa air, susu, makanan, dan tanah (Habibah, 2016).

MPN adalah metode perhitungan mikroba, yang menggunakan data hasil pertumbuhan mikroorganisme dalam seri tabung media cair tertentu, sampel padat atau cair yang ditumbuhkan sesuai jumlah sampel atau diencerkan sesuai tingkatan seri tabung untuk menghasilkan nilai MPN/satuan volume atau massa sampel. Prinsip utama metode MPN adalah mengencerkan sampel sampai tingkat pengenceran tertentu, sehingga inokulum yang ditanam pada

tabung menghasilkan data tabung positif atau negatif dalam seri tabung tertentu dan untuk mengukur konsentrasi mikroba target dengan perkiraan. Jumlah seri tabung dan banyaknya tabung positif dapat memperkirakan jumlah mikroorganisme target dalam sampel asli (Hafsan, 2014).

Metode MPN termasuk perhitungan mikroba berdasarkan data kualitatif pertumbuhan dalam media cair tertentu dan untuk data kuantitatif diperoleh dari jumlah mikroba tersebut atau nilai MPN (MPN/ml). Nilai MPN merupakan nilai yang menggambarkan jumlah mikroba dengan probabilitas tertinggi (Pradika, 2018). Menurut SNI 2332.1:2015 pada umumnya tabung yang digunakan adalah tabung seri 3, tabung seri 5, atau tabung seri 10 untuk setiap pengenceran. Perhitungannya dilakukan secara statistik, adanya pertumbuhan bakteri dan gas pada tabung Durham menunjukkan hasil positif. Metode MPN memiliki 3 tahap pengujian, yaitu uji pendugaan yang merupakan uji spesifik dalam mendeteksi bakteri, uji konfirmasi untuk memperkuat hasil yang diperoleh dari uji pendugaan, dan uji lengkap yang merupakan uji terakhir untuk menguji koloni yang tumbuh (SNI 2332.1, 2015).

Pemilihan media memiliki pengaruh yang besar terhadap metode MPN yang dilakukan. Biasanya media yang dipakai berisi nutrisi khusus untuk pertumbuhan bakteri tertentu. Misalnya, *Brilliant Green Lactose 2% Bile Broth* (BGLB 2%) sebagai medium yang dapat digunakan untuk mendeteksi *Coliform*. Media BGLB mengandung laktosa dan garam empedu (*Bile salt*), dan hanya bakteri *Coliform* yang dapat tumbuh. Bila ada perbedaan antara jenis media dan bakteri yang diinginkan maka metode ini akan menghitung bukan bakteri yang dituju. Untuk menghitung *Coliform* pada uji pendung dapat digunakan media *Lauryl Sulfate Tryptone* (LST) atau *Lactose broth* (LB) dan untuk menghitung *Escherichia coli* dapat menggunakan EC (*E. coli*) *broth* (Hafsan, 2014).