

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Air limbah**

##### **1. Pengertian air limbah**

Di Indonesia air limbah menjadi salah satu perhatian penting, karena kepadatan penduduk yang semakin meningkat. Setiap rumah tangga yang tinggal di perkotaan pasti membutuhkan tempat pembuangan air limbah. Sebagian besar air limbah ke sungai, got, selokan, atau badan air lainnya. Air limbah mengandung senyawa-senyawa polutan yang dapat merusak ekosistem air. Jika tidak dikelola dengan baik, air limbah dapat menimbulkan gangguan, baik terhadap lingkungan maupun kehidupan yang ada di sekitarnya. (Sugiarto, 2008)

Air limbah umumnya mengandung dua jenis limbah, yaitu limbah organik dan limbah anorganik. Limbah organik adalah limbah yang berasal dari bahan-bahan alami dan mudah terurai oleh mikroorganisme, contohnya sisa makanan, daun, atau kotoran hewan. Sementara itu, limbah anorganik berasal dari bahan yang sulit terurai, seperti plastik, logam, kaca, atau bahan kimia sintetis. Pengelolaan kedua jenis limbah ini harus dilakukan secara berbeda, karena limbah anorganik membutuhkan waktu lebih lama untuk terurai dan dapat mencemari lingkungan dalam jangka panjang.

Beberapa pengertian air limbah menurut para ahli yaitu:

- a. Air limbah merupakan sumber daya alam yang telah kehilangan fungsinya, sehingga keberadaannya dapat mengganggu kenyamanan dan keindahan lingkungan. Misalnya, air cucian dan air mandi yang dikumpulkan di satu tempat seperti selokan di depan rumah, kemudian dibiarkan mengalir secara alami tanpa proses pengolahan. Hal ini dapat merusak ekosistem, menurunkan kualitas tanah, dan menyebabkan kekurangan air untuk memenuhi kebutuhan manusia. Air limbah mengandung bahan kimia berbahaya yang menjadi habitat bagi bakteri penyebab penyakit seperti disentri, tifus, dan kolera. (Ayu dkk., 2022)
- b. Air limbah yang bersumber dari rumah tangga, Menurut Angreni (2009), adalah buangan yang berasal dari pemukiman penduduk. Secara umum, air limbah terdiri dari excreta (tinja dan air seni), air bekas cucian dapur dan kamar mandi, serta bahan-bahan organik. Air dikatakan tercemar jika terdapat penambahan makhluk hidup, energi, atau komponen lainnya, baik sengaja maupun tidak, ke dalam air oleh manusia ataupun proses alam yang menyebabkan kualitas air menurun hingga tidak sesuai dengan peruntukannya.
- c. Menurut Arief (2016), limbah adalah merupakan hasil dari suatu proses produksi, baik industry maupun domestik (rumah tangga). Limbah sering dikenal sebagai sampah, yang keberadaannya tidak diinginkan dan dapat menggunakan lingkungan karena dianggap tidak memiliki nilai ekonomis. Limbah industri berasal dari kegiatan

industri, baik yang dihasilkan secara langsung maupun tidak langsung. Limbah langsung dihasilkan bersamaan dengan proses produksi, dimana produk dan limbah muncul pada waktu yang sama. Sementara itu, limbah tidak langsung dihasilkan sebelum atau setelah proses produksi.

## **2. Sumber- Sumber Air Limbah**

Menurut (Chandra, 2006), air limbah dapat berasal dari berbagai sumber, sebagai berikut

### **a. Limbah Cair Domestik**

Limbah cair domestik adalah hasil buangan dari perumahan, bangunan, perdagangan, perkantoran, dan sarana sejenisnya. Volume limbah cair dari daerah perumahan bervariasi, yaitu antara 200 hingga 400 liter per orang per hari, tergantung pada tipe rumah. Aliran terbesar berasal dari rumah tangga tunggal yang memiliki beberapa kamar mandi, mesin cuci otomatis, dan peralatan lain yang menggunakan air. Volume limbah cair sebesar 400 liter per orang per hari biasanya digunakan untuk limbah cair dari perumahan dan perdagangan, tanah dengan rembesan air tanah (infiltrasi). Sebagian besar air limbah rumah tangga mengandung bahan organik, sehingga memudahkan pengelolaannya.

b. Limbah cair industry

Limbah cair industri adalah buangan hasil proses atau sisa dari suatu kegiatan atau usaha yang berbentuk cair, dimana keberadaannya pada suatu waktu dan tempat tidak diinginkan karena tidak memiliki nilai ekosistem, sehingga cenderung dibuang. Contohnya limbah cair industri antara lain berasal dari pabrik baja, pabrik tinta, pabrik cat, dan pabrik karet. Limbah cair industri lebih sulit diolah karena mengandung pelarut mineral, logam berat, dan zat-zat organik lainnya yang bersifat toksik.

**3. Karakteristik Air Limbah**

Limbah cair domestik memiliki beberapa karakteristik sesuai dengan sumbernya, karakteristik limbah cair domestik digolongkan menjadi tiga yaitu fisika, kimia, biologi, (Filliazati., 2013).

a. Karakteristik fisik:

1) Warna

Warna limbah yang semula adalah warna abu-abu berubah menjadi warna kehitaman akibat dari aktivitas mikroorganisme yang berada dalam air.

2) Bau

Bau disebabkan oleh bahan-bahan organik yang diuraikan oleh mikroorganisme yang berada di air limbah domestik

3) Kekeruhan

Kekeruhan berasal dari zat cair padat yang tercampur dengan zat cair sehingga akan menjadi suspensi dan mengakibatkan air limbah domestik menjadi keruh.

b. Karakteristik kimia

1) *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Biological Oxygen Demand (BOD) atau Kebutuhan Oksigen Biologis (KOB) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme, terutama bakteri, untuk menguraikan zat organik yang terlarut maupun tersuspensi dalam air melalui proses respirasi aerob. Salah satu bentuk pengukuran BOD yang umum digunakan adalah BOD<sub>5</sub>, yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan selama 5 hari pada suhu 20°C. Nilai BOD<sub>5</sub> digunakan sebagai indikator tingkat pencemaran air oleh bahan organik. Semakin tinggi nilai BOD<sub>5</sub>, semakin besar kandungan bahan organik dalam air, yang berarti tingkat pencemarannya semakin tinggi. Pemeriksaan BOD penting untuk menilai beban pencemaran akibat limbah domestik atau industri, serta mengevaluasi efisiensi sistem pengolahan limbah secara biologis (Harmawan, Tisna. (2022))

Terdapat hubungan erat antara BOD dan DO (Dissolved Oxygen atau oksigen terlarut). Ketika limbah organik masuk ke badan air, mikroorganisme akan menguraikannya dengan menggunakan oksigen terlarut. Proses ini menyebabkan

penurunan kadar DO dalam air. Jika kadar DO turun terlalu rendah, maka akan terjadi kondisi anaerob yang ditandai dengan bau busuk dan matinya organisme air seperti ikan (Ginting, 1995). Oleh karena itu, pengendalian BOD sangat penting untuk menjaga kualitas air dan mencegah kerusakan ekosistem perairan. Mengelola BOD dengan baik berarti menjaga keseimbangan lingkungan hidup di perairan. (Harmawan, Tisna. 2022)

### 2) *Chemical Oxygen Demand (COD)*

*Chemical Oxygen Demand* (COD) atau kebutuhan oksigen kimia (KOK) adalah jumlah oksigen ( $\text{mg O}_2$ ) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik yang terdapat dalam sampel air, dengan menggunakan  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  sebagai pengoksidasi. Secara sederhana, COD merupakan jumlah oksigen yang diperlukan untuk menguraikan seluruh bahan organik dalam air.

Angka COD digunakan sebagai ukuran tingkat pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alami dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air (Harmawan, Tisna. 2022).

### 3) *Dissolved Oxygen (DO)*

Oksigen terlarut adalah jumlah oksigen yang terkandung dalam air, yang diukur dalam satuan milligram per liter. Oksigen

terlarut ini digunakan sebagai indikator derajat pencemaran air limbah. (Ginting 1995)

4) *Total Suspended Solid* ( TSS)

Adalah segala macam zat padat dari total padatan yang tertahan pada saringan dengan ukuran partikel maksimum 2,0 $\mu$ m dan dapat mengendap

5) pH

Keasaman air diukur menggunakan pH meter, yang ditentukan berdasarkan konsentrasi ion hydrogen dalam air. Air buangan dengan pH yang terlarut tinggi atau rendah dapat menyebabkan air menjadi steril, yang mengakibatkan kematian mikroorganisme yang diperlukan. Selain itu, air dengan pH rendah dapat bersifat korosif.

c. Karakteristik bakteriologis

Mikroorganisme yang sangat penting dalam air limbah dan air permukaan diklarifikasikan mejadi Protista, dan algea yang berperan penting dalam proses dekomposisi atau stabilitas bahan organik. Sedangkan bakteri coliform merupakan indikator pencemaran oleh tinja.

#### 4. Dampak Air Limbah Terhadap Kesehatan

a. Gangguan terhadap Kesehatan

Air limbah sangat berbahaya terhadap kesehatan manusia, karena dapat menyebabkan berbagai penyakit yang disebabkan oleh bakteri, virus.

Air limbah yang terkontaminasi dapat menyebabkan penyakit seperti: salmonellosis (*salmonella, typhosa, salmonella Spp.*) dan kolera (*vibro cholera*)

b. Gangguan terhadap keindahan

Dengan semakin banyaknya zat organik yang di buang oleh perusahaan yang memproduksi bahan organik, akan dihasilkan air limbah yang mengandung bahan-bahan organik dalam jumlah yang sangat besar, jika di buang ke lingkungan, hal ini dapat menimbulkan bau, mencemari lingkungan, dan dapat mengundang berbagai vektor penyakit

c. Gangguan terhadap kehidupan biotik

Adanya zat pencemar dalam air limbah akan menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut didalam air. Dengan demikian dapat mengganggu kehidupan organisme yang membutuhkan oksigen, sehingga menghambat perkembangan mereka.

## **B. Pengolahan Air Limbah**

Teknik yang digunakan dalam pengolahan limbah cair yang efektif dan efisien yang dapat digunakan salah satunya adalah fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan polutan dari tanah atau perairan yang terkontaminasi. Proses fitoremediasi dimulai ketika akar tumbuhan menyerap bahan pencemar yang ada dalam air. Selanjutnya, melalui proses transportasi tumbuhan, air yang mengandung bahan pencemar dialirkan ke saluran tumbuhan, sehingga air menjadi bersih

dari pencemar. Fitoremeiasi adalah sistem di mana tanaman tertentu bekerja sama dengan mikroorganisme dalam media untuk mengubah zat berbahaya menjadi zat yang kurang berbahaya atau tidak berbahaya bagi lingkungan. Tumbuhan tidak selalu berperan aktif dalam penyisihan bahan pencemar, terkadang tumbuhan tersebut berperan secara pasif atau tidak langsung. (Rondonuwu, 2014)

Proses fitoremediasi dimulai ketika akar tumbuhan menyerap bahan pencemaran yang terdapat dalam air limbah. Proses fitoremediasi perlu dilakukan untuk meningkatkan ketersediaan oksigen terlarut yang ada di dalam cairan limbah sehingga kebutuhan oksigen terlarut oleh mikroorganisme bias tercukupi dalam proses reaksi biokimia. Adanya proses aerasi ini sanggup untuk menyuplai oksigen secara koniyiyu sehingga mampu untuk menangani kondisi air limbah yang beban pencemarannya berlebihan sedangkan penetralan pH limbah cair pada proses fitoremediasi akan membantu mikroorganisme dalam melakukan metabolisme yang baik dan mampu menguraikan logam-logam berat pada limbah cair.

### **1. Apu-apu**

Tanaman apu-apu (*pistia stratiotes*) merupakan tumbuhan yang hidup di danau, rawa-rawa, tepi sungai dan di persawahan, tanaman apu-apu juga dimanfaatkan sebagai tanaman hias. Tanaman ini hidup mengapung pada permukaan air dengan akar-akarnya yang menggantung terendam di bawah bagian daunnya yang mengambang. Daunnya berwarna hijau kebiruan dan berubah kekuningan ketika sudah menua dengan ujung

membulat dan pangkal agak meruncing. Tepi daunnya berlekuk-lekuk dan memiliki rambut tebal yang lembut pada permukaannya. Populasi apu-apu cukup banyak ditemukan di lingkungan karena pertumbuhannya yang cepat. Selain itu, tingkat penyerapan unsur hara dan airnya cukup besar, serta memiliki daya adaptasi yang tinggi. Dengan tingkat populasi yang tinggi dan mudah ditemukan, maka tumbuhan apu-apu ini dimanfaatkan dan dikelola sebagai agen fitoremediasi untuk menyerap ion-ion yang mencemari lingkungan.



**Gambar 1. Tanaman Apu-apu**

Apu-apu merupakan tanaman fitoremediator yang mampu untuk menyerap zat-zat pencemar pada lingkungan khususnya badan air. Tanaman apu-apu mampu mereduksi dan mengolah limbah organik, anorganik maupun logam berat yang terkandung di dalam badan air. Tumbuhan ini mampu digunakan sebagai fitoremediator dalam bentuk air limbah yang tercemar logam berat timbal (Pb) yang berada di badan air karena dapat menurunkan konsentrasi logam berat. Sebagai tanaman

fitoremediator apu-apu memiliki potensi untuk menurunkan kadar pencemar air limbah yang memiliki kadar logam berat tinggi. (Nurfitriana, Febri. 2019)

## **2. Sistem *Batch***

Sistem batch merupakan metode pengolahan atau pengambilan sampel yang dilakukan dalam satu waktu tertentu tanpa aliran kontinu. Dalam konteks pengambilan sampel air limbah, sistem batch berarti sampel diambil dari bak penampungan setelah limbah terkumpul dalam jumlah tertentu, bukan secara terus-menerus.

## **3. Sistem kontinyu**

Sistem kontinyu merupakan salah satu sistem yang digunakan pada proses pengurangan kontaminan pada air melalui fitoremediasi. Pengolahan air limbah menggunakan sistem kontinyu dipengaruhi oleh waktu tanggal dan debit limbah yang digunakan.