

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Pengertian Limbah Domestik (Rumah Tangga)**

Air limbah merupakan konsekuensi dari aktivitas manusia, yang dapat berasal dari berbagai sumber seperti rumah tangga, industri, dan fasilitas umum. Selain itu air limbah juga dapat berasal dari air tanah, air permukaan, dan berbagai jenis buangan lainnya. Ini menunjukkan bahwa air limbah adalah sesuatu yang umumnya dianggap kotor dan perlu ditangani secara efektif untuk menjaga kesehatan dan keberlanjutan lingkungan. (Almufid and Permadi, 2020)

Secara konseptual air limbah adalah air yang telah digunakan untuk berbagai tujuan seperti untuk kebutuhan rumah tangga, industri, pertanian, dan lainnya yang kemudian harus dikumpulkan, diolah, dan dibuang dengan benar untuk mencegah dampak negatifnya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Sifat air limbah sangat beragam mencakup berbagai bahan dan zat yang dapat berpotensi membahayakan kesehatan manusia serta merusak ekosistem air. Selain itu tingkat dan jenis air limbah yang dihasilkan oleh suatu masyarakat dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk tingkat ekonomi, kebiasaan hidup, dan infrastruktur sanitasi. Semakin tinggi tingkat ekonomi masyarakat semakin beragam juga jenis air limbah yang dihasilkan karena aktivitas industri dan konsumsi rumah tangga yang lebih tinggi dapat menghasilkan limbah yang lebih kompleks dan bervariasi. (Almufid and Permadi, 2020)

Limbah cair rumah tangga atau domestik adalah air buangan yang berasal dari penggunaan untuk kebersihan yaitu gabungan limbah dapur, kamar mandi, toilet, cucian dan sebagainya (Apelabi, Rasman and Rostina, 2021). Air limbah

domestik merupakan salah satu sumber pencemaran terbesar bagi perairan. Tingginya kandungan bahan organik dalam air limbah domestik meningkatkan pencemaran pada badan air penerima. Semakin meningkatnya pencemaran dapat menurunkan derajat kesehatan masyarakat. (Amri and Wesen, 2015) Secara prinsip air limbah terbagi menjadi 2 kelompok, yaitu air limbah yang terdiri dari air buangan tubuh manusia yaitu tinja dan urin (*black water*) dan air limbah yang berasal dari buangan dapur dan kamar mandi (*grey water*), yang sebagian besar merupakan bahan organik. (Naufal dkk., 2023)

## **B. Karakteristik Limbah Domestik (Rumah Tangga)**

Karakteristik air limbah domestik (*grey dan black water*) memiliki perbedaan yang sangat signifikan. Air limbah “*grey water*” yaitu limbah yang berasal dari dapur, air bekas cuci pakaian dan air mandi yang banyak mengandung unsur minyak dan lemak. Sedangkan, *black water* adalah air limbah yang berasal dari air sisa kakus manusia yang berbentuk tinja atau cairan lain, air ini lebih banyak mengandung kadar organik dan suspensi yang tinggi. Air limbah domestik umumnya terdiri dari limbah yang sebagian berbentuk larutan dan sebagian lagi merupakan larutan suspensi. Serta air limbah juga mengandung zat organik yang berguna bagi mikroorganisme *saprophyotic*, yaitu organisme pembusuk. (Kholif, 2020)

Sumber air limbah domestik adalah air buangan yang bersumber dari rumah tangga (*domestic waste water*), yaitu air limbah yang berasal dari permukiman penduduk. Secara umum air limbah dikelompokkan sebagai berikut:

## 1. *Greys water*

*Greys water* merupakan air bekas cucian kamar mandi. *Grey water* sering juga disebut sebagai istilah *sullage*. Campuran *faeces* dan *urine* disebut sebagai *excreta*, sedangkan campuran *excreta* dengan air bilasan toilet disebut dengan *black water*. Mikroba pathogen banyak terdapat pada *excreta*. *Excreta* merupakan cara transport utama bagi penyakit bawaan.

## 2. *Black water*

*Black water* atau Tinja (*faeces*) berpotensi mengandung mikroba pathogen dan air seni (*urine*), umumnya mengandung Nitrogen (N) dan fosfor serta mikroorganisme. (Naufal dkk., 2023)

Baku mutu air limbah domestik menurut PerMen LHK Republik Indonesia No. 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik adalah seperti pada tabel 1 berikut:

Tabel 1  
Baku Mutu Air Limbah Domestik

| Parameter      | Satuan        | Kadar Maksimum |
|----------------|---------------|----------------|
| TSS            | mg/L          | 30             |
| pH             | -             | 6-9            |
| BOD            | mg/L          | 30             |
| COD            | mg/L          | 100            |
| Minyak & lemak | mg/L          | 5              |
| Amoniak        | mg/L          | 10             |
| Total Coliform | Jumlah/100 ml | 3000           |
| Debit          | L/orang/hari  | 100            |

(Sumber: PerMen LHK No.68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah)

## **C. Parameter Limbah Domestik (Rumah Tangga)**

### **1. *Chemical oxygen demand (COD)***

*Chemical Oxygen Demand (COD)* adalah sebuah parameter yang mengukur jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi atau mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam suatu sampel air. Proses pengukuran COD menggunakan metode yang melibatkan penggunaan oksidator kuat, seperti kalium bikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ), dalam suasana asam dan panas, sering kali dengan katalisator seperti perak sulfat ( $Ag_2SO_4$ ). Pada kondisi ini, semua jenis bahan organik, baik yang mudah terurai maupun yang kompleks dan sulit terurai, akan teroksidasi sepenuhnya. Dengan demikian, COD memberikan gambaran tentang kandungan total bahan organik dalam air, tanpa membedakan apakah bahan organik tersebut mudah diuraikan oleh mikroorganisme atau tidak. Selisih antara nilai COD dan BOD dapat memberikan informasi tambahan tentang jumlah bahan organik yang sulit terurai dalam sampel air. Secara umum, nilai COD yang tinggi menunjukkan tingkat pencemaran anorganik yang lebih besar dalam air, sehingga parameter ini penting dalam mengevaluasi kualitas air dan memahami dampak pencemaran anorganik terhadap lingkungan perairan. (Santoso, 2018)

### **2. *Total suspended solid (TSS)***

Menurut Soemirat (2004) dalam Ratri & Mahayana (2021) *Total Suspended Solid* adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. Lumpur, tanah liat, logam oksida, sulfida, ganggang, bakteri, dan jamur merupakan bagian dari TSS. Pembentukan lumpur dapat mengganggu aliran

serta menyebabkan pendangkalan yang disebabkan oleh jumlah pengendapan material tersuspensi. Proses fotosintesis akan terganggu jika kadar TSS dalam air terlalu tinggi karena menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam air. Selain itu kadar TSS yang tinggi akan membuat kadar oksigen terlarut yang dilepas oleh tanaman ke dalam air turun.

#### **D. Dampak Limbah Domestik (Rumah Tangga)**

Menurut Kristanto & Philip (2002) dalam Widjaja & Gunawan, (2022) dampak limbah rumah tangga terhadap kualitas air sangatlah signifikan, memunculkan masalah pencemaran lingkungan yang mencakup berbagai aspek. Contohnya air bekas mencuci dan air bekas mandi merupakan jenis limbah rumah tangga yang seringkali mengandung deterjen, sisa-sisa kosmetik, dan bahan kimia lainnya yang dapat mencemari air. Ketika limbah-limbah ini bercampur dengan air terjadi pencemaran yang mengganggu ekosistem air dan membuat air tersebut tidak layak untuk digunakan kembali dalam kegiatan sehari-hari. Penggunaan kembali air yang tercemar tersebut dapat menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan manusia dan lingkungan, sehingga penting untuk memastikan bahwa air yang digunakan bersih dan aman. Selain itu, limbah rumah tangga juga berpotensi mempengaruhi industri dan usaha lainnya. Air yang telah tercemar tidak dapat memenuhi standar kualitas yang diperlukan untuk proses produksi atau kegiatan industri, menghambat kemajuan dan produktivitas. Di sektor pertanian air yang tercemar tidak dapat digunakan untuk irigasi atau penyiraman tanaman karena dapat mengandung senyawa-senyawa anorganik yang dapat merusak kualitas tanah dan tanaman.

Selain dampak langsung terhadap kualitas air, limbah rumah tangga juga dapat menimbulkan masalah bau yang tidak sedap. Limbah organik yang terurai oleh mikroorganisme dapat menghasilkan gas-gas berbau tidak enak, terutama jika limbah tersebut mengandung protein. Protein yang terurai akan menghasilkan gas ammonia, yang memberikan bau yang tidak menyenangkan dan dapat mengganggu kenyamanan lingkungan sekitar. Secara keseluruhan, penting untuk memperhatikan penanganan limbah rumah tangga dengan baik untuk mencegah masalah pencemaran air dan lingkungan yang dapat berdampak negatif bagi kesehatan manusia dan ekosistem secara keseluruhan. (Widjaja & Gunawan, 2022)

#### **E. Koagulasi Dengan Prinsip *Jar Test***

Koagulasi adalah proses adsorpsi oleh koagulan terhadap partikel-partikel koloid sehingga menyebabkan destabilisasi partikel. Koagulan biasa dibubuhkan ke dalam air yang dikoagulasi yang bertujuan untuk pembentukan flok dan untuk mencapai sifat spesifik flok yang diinginkan sehingga mudah mengendap. Koagulan adalah zat kimia yang menyebabkan destabilisasi muatan negatif partikel di dalam suspensi. Zat ini merupakan donor muatan positif yang digunakan untuk mendestabilisasi muatan negatif partikel (Mayasari & Hastarina, 2018).

*Jar test* adalah metode standar yang digunakan untuk menguji proses koagulasi dalam pengolahan air. Saat melakukan *jar test*, informasi yang diperoleh meliputi dosis optimum penambahan koagulan, waktu pengendapan yang optimal, serta volume endapan yang terbentuk. Melakukan *jar test* secara teratur disarankan setiap kali terjadi perubahan dalam kualitas air, baik itu

disebabkan oleh perubahan musim atau faktor lainnya. Penggunaan sebuah pengukuran RPM (rotasi per menit) di bagian atas perangkat *jar test* ini berfungsi sebagai pengontrol untuk menjaga kecepatan pencampuran agar tetap seragam. Dengan mengatur RPM kita dapat memastikan bahwa proses pencampuran berjalan dengan efisien dan konsisten selama pengujian, sehingga hasil yang diperoleh lebih dapat diandalkan. Hal ini memungkinkan untuk mendapatkan data yang akurat dan konsisten dalam mengoptimalkan proses koagulasi untuk kondisi air tertentu (Mayasari & Hastarina, 2018).

#### **F. Pengertian Elektrokoagulasi**

Elektrokoagulasi merupakan gabungan dari elektrolisis dan koagulasi (Kurniawan, 2021). Elektrokoagulasi adalah suatu proses pengendapan partikel-partikel halus yang ada di dalam air limbah dengan memanfaatkan energi listrik. Prinsip kerja dari metode elektrokoagulasi yang menggunakan lempeng elektroda aluminium ataupun besi adalah melalui proses elektrokimia. Pada proses ini, 2 kation bergerak menuju katoda dan anion bergerak menuju anoda, kemudian akan terbentuk flokulan yang akan mengikat kontaminan ataupun partikel-partikel dari air limbah tersebut ke lapisan floc-foam pada permukaan cairan (Yuliyani & Widayatno, 2020).

Prinsip dasar dari elektrokoagulasi melibatkan proses redoks, yang terdiri dari reaksi reduksi dan oksidasi. Dalam sebuah sel elektrokoagulasi, reaksi oksidasi terjadi di elektroda positif yang juga disebut sebagai anoda, sedangkan reaksi reduksi terjadi di elektroda negatif yang dikenal sebagai katoda. Ketika tegangan listrik diterapkan elektron dipindahkan dari anoda ke katoda melalui larutan air, sehingga menyebabkan ion-ion positif di sekitar anoda untuk

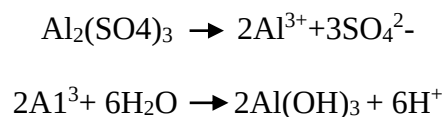
menerima elektron (reduksi) dan ion-ion negatif di sekitar katoda untuk melepaskan elektron (oksidasi). Proses ini menghasilkan pembentukan flokulan, partikel-partikel yang terikat oleh flokulasi yang kemudian terendapkan dari larutan. Flokulasi ini berfungsi untuk mengikat kontaminan dan partikel-partikel lainnya dari air mentah sehingga membersihkannya secara efektif. (Masrullita *et al.*, 2021)

#### **G. Penggunaan Elektroda Aluminium Sebagai Pengganti Koagulan Tawas**

Secara kimia tawas (*aluminum sulfate*) dan plat aluminium (*aluminum plate*) berperan dalam proses koagulasi dengan cara berbeda. (Trisnaawati and Purnama, 2021)

##### **1. Tawas (*aluminum sulfate*)**

Tawas biasanya hadir dalam bentuk kristal padat atau larutan dalam air. Ketika ditambahkan ke dalam air, tawas terurai menjadi ion-aluminium ( $\text{Al}^{3+}$ ) dan ion sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). Ion aluminium yang dihasilkan dalam larutan ini akan bereaksi dengan air dan membentuk hidroksida aluminium ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ):

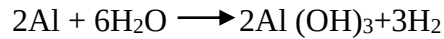


Hidroksida aluminium yang terbentuk ini akan bertindak sebagai koagulan dengan menangkap partikel-partikel yang terdispersi dalam air, membentuk flok yang lebih besar yang kemudian dapat diendapkan.

##### **2. Plat aluminium (*aluminum plate*)**

Plat aluminium pada dasarnya adalah logam aluminium yang digunakan dalam bentuk padat. Ketika plat aluminium berada dalam kontak dengan air, terjadi reaksi antara aluminium dan air untuk membentuk hidroksida aluminium:





Hidroksida aluminium yang dihasilkan dari reaksi ini, sama seperti dalam kasus tawas, akan bertindak sebagai koagulan. Hidroksida aluminium ini akan menangkap partikel-partikel tersuspensi dalam air dan membentuk flok yang lebih besar yang dapat diendapkan.

Dengan demikian, baik tawas maupun plat aluminium bekerja dengan prinsip yang sama, yaitu dengan membentuk hidroksida aluminium yang bertindak sebagai agen koagulan dalam proses koagulasi. Perbedaan utama terletak pada bentuk dan cara aplikasi keduanya, serta karakteristik kinerja yang mungkin berbeda dalam kondisi tertentu. (Igwegbe *et al.*, 2021)

#### **H. Pengaruh Kuat Arus**

Arus yang tinggi memiliki dampak yang signifikan dalam meningkatkan proses penurunan polutan dan pengendapan sludge melalui metode flotasi. Faktor ini berkaitan dengan sifat kimia dan fisika dari arus listrik yang dapat mengkatalisis berbagai reaksi dalam medium air. Ketika arus listrik mengalir melalui medium tersebut, terjadi fenomena perpindahan elektron dari elektroda ke larutan elektrolit. Hal ini menciptakan kondisi yang mendukung berbagai proses kimia, seperti oksidasi dan reduksi, yang dapat secara efektif mempercepat penurunan polutan dan pembentukan flok yang mudah diendapkan (Yuliyatni and Widayatno, 2020). Dengan kata lain, arus listrik yang kuat memfasilitasi terjadinya reaksi kimia yang mendukung pengolahan air limbah dengan lebih efisien, sehingga membantu dalam mengurangi tingkat pencemaran dan meningkatkan efektivitas pengendapan sludge dalam proses flotasi.

## **I. Pengaruh Jarak Antar Elektroda**

Jarak antar elektroda merupakan parameter yang penting dalam proses elektrokoagulasi karena besarnya jarak antar elektroda akan mempengaruhi besarnya hambatan elektrolit pada saat proses elektrokoagulasi (Saputra, 2018). Kemudian, luas plat elektroda yang digunakan pada proses elektrokoagulasi maka semakin bagus pada saat pengolahan air limbah dikarenakan luas luas plat elektroda dapat mereduksi keseluruhan air limbah.

## **J. Power Supply Adaptor**

*Power supply adaptor* adalah sebuah perangkat elektronik yang berfungsi untuk mengubah arus listrik dari sumber daya listrik yang ada menjadi arus yang sesuai dengan kebutuhan perangkat elektronik yang akan digunakan. Adaptor ini biasanya memiliki dua fungsi utama, yaitu mengubah tegangan listrik agar sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan oleh perangkat elektronik dan mengonversi tipe arus listrik, misalnya dari arus AC (arus bolak-balik) menjadi arus DC (arus searah) atau sebaliknya. *Power supply adaptor* sering kali digunakan untuk menghubungkan perangkat seperti laptop, ponsel, kamera, dan perangkat elektronik lainnya ke sumber listrik utama seperti stop kontak rumah atau baterai, sehingga perangkat tersebut dapat berfungsi dengan baik. Adaptor juga dapat dirancang dengan berbagai macam ukuran dan konektor agar sesuai dengan kebutuhan perangkat yang dihubungkan