

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Mikroplastik adalah plastik yang berukuran 0,1 mikrometer hingga 5 milimeter (Franco et al., 2021; Kumar et al., 2021; Okoffo et al., 2019), yang terbuat dari berbagai jenis polimer seperti *polyethylene* (PE), *polyvinyl chloride* (PVC), *polypropylene* (PP), *polyethylene terephthalate* (PET), *polystyrene* (PS) dan lain sebagainya. Proses pembuatannya menggunakan zat-zat kimia berbahaya seperti dioksin, vinil klorida, *bisphenol A* (BPA), benzena, timbal, kadmium, *plasticizer* sehingga partikel mikroplastik berbahaya bagi lingkungan (Yaseen et al., 2022).

Terlepas dari zat toksik pembawanya, mikroplastik juga mampu menyerap polutan beracun antara lain Polutan Organik Persisten (POP) seperti *polychlorinated biphenyls* (PCBs), *polychlorinated dibenzo dioxins* (PCDDs), *polychlorinated dibenzo furans* (PCDFs) dan *polybrominated diphenyl ethers* (PBDEs) yang memiliki luas permukaan kecil. Semakin kecil luas permukaan mikroplastik, maka akan semakin besar daya adsorpsinya (Lee dkk., 2021; Wang dkk., 2021). Ukuran mikroplastik yang kecil sehingga sulit terlihat oleh kasat mata, menjadi penyebab mikroplastik mudah tertelan oleh makhluk hidup di perairan seperti ikan, zooplankton dan lain sebagainya (Gunaan et al., 2020). Jika mikroplastik tertelan oleh makhluk hidup, maka akan menimbulkan berbagai dampak antara lain gangguan asupan nutrisi, reaksi inflamasi, reaksi stres, gangguan reproduksi, penyakit kanker, bahkan kematian (Wang dkk., 2021).

Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari kegiatan rumah tangga. Sebagian besar mikroplastik bersumber dari kegiatan tersebut, sehingga air limbah domestik mengandung banyak mikroplastik. Air limbah domestik biasanya diolah pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) secara biologi sebelum dibuang ke lingkungan, namun IPAL tersebut umumnya hanya mengolah organik dan nutrisi, sehingga tidak efektif untuk menyisihkan mikroplastik. Maka, IPAL dianggap sebagai kontributor utama penyebaran mikroplastik ke lingkungan (Üstün et al., 2022).

Hal ini dibuktikan dari studi mengenai keberadaan dan penyisihan mikroplastik pada dua IPAL di Kota Agadir Negara Maroko dengan tipe pengolahan *activated*

*sludge* dan infiltrasi perkolasi, menunjukkan bahwa konsentrasi mikroplastik pada influen berkisar 188 – 519 partikel/L dan pada efluen berkisar 50 – 86 partikel/L dengan penyisihan mikroplastik sebesar 72 – 81% (Hajji et al., 2023). Selanjutnya tiga IPAL di Provinsi Shaanxi Negara China, menunjukkan bahwa konsentrasi mikroplastik pada influen berkisar 70,9 - 85,5 partikel/L dan pada efluen berkisar 6,5 – 13,8 partikel/L dengan penyisihan mikroplastik sebesar 83,9-89,7% (Hu et al., 2022). Berdasarkan studi di atas menunjukkan bahwa masih terdapat kadar mikroplastik pada efluen IPAL, hal ini yang menyebabkan mikroplastik ikut terbawa ke badan air penerima setiap harinya sehingga menyebabkan penyebaran mikroplastik semakin meluas di perairan (Üstün et al., 2022).

Saat ini terdapat 13 kota besar di Indonesia yang telah memiliki IPAL sistem terpusat skala besar sedangkan kota-kota lainnya masih dikelola dengan sistem *septic tank* dan IPAL berskala lebih kecil. Kota Jambi merupakan salah satu di antaranya di Indonesia yang belum memiliki IPAL terpusat berskala besar, namun hanya memiliki IPAL permukiman skala komunal. Saat ini, terdapat 65 unit IPAL permukiman di Kota Jambi yang seluruhnya menggunakan tipe pengolahan *Anaerobic Upflow Filter* (AUF) (Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Jambi, 2023). Tipe pengolahan AUF memiliki keunggulan yaitu tidak memerlukan lahan yang luas, biaya perawatan dan pengoperasian yang ekonomis serta efisiensi pengolahan yang tinggi. AUF dapat memanfaatkan botol plastik bekas berbahan *polyethylene terephthalate* (PET) sebagai media lekat sehingga biayanya lebih murah (Dirjen Cipta Karya Kementerian PUPR, 2017).

Studi mengenai keberadaan dan penyisihan mikroplastik pada IPAL tipe AUF di Indonesia masih terbatas khususnya di Kota Jambi. Berdasarkan hasil uji pendahuluan pada IPAL tipe AUF di Kota Jambi didapatkan konsentrasi mikroplastik pada influen sebesar 215 – 418 partikel/L, pada efluen sebesar 29 – 83 partikel/L dan pada lumpur sebesar 4.200 – 6.800 partikel/kg. Meskipun konsentrasi mikroplastik pada efluen mengalami penurunan, konsentrasi mikroplastik tersebut masih melebihi batas paparan mikroplastik paling relevan untuk manusia di air minum yaitu sebesar 10,4 partikel/L (World Health Organization, 2022). Saat ini belum ada baku mutu terkait mikroplastik di air limbah sehingga penelitian ini menggunakan batas paparan mikroplastik di air

minum. Air limbah yang telah diolah pada IPAL akan keluar dari efluen yang selanjutnya dialirkan ke badan air atau sungai, di mana air sungai tersebut biasanya akan diolah menjadi air minum. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa IPAL tipe AUF Kota Jambi masih belum optimal dalam menyisihkan mikroplastik. Hal ini akan memberikan dampak apabila tidak diberikan solusi untuk mengatasinya.

Berdasarkan penelitian Nur (2022) yang menganalisis keberadaan dan penyisihan mikroplastik pada IPAL tipe AUF di Kota Bandung menunjukkan bahwa konsentrasi mikroplastik pada influen sebesar  $635,33 \pm 13,87 - 818,33 \pm 18,77$  partikel/L dan pada efluen sebesar  $88,67 \pm 4,16 - 157,67 \pm 4,04$  partikel/L dengan penyisihan mikroplastik berkisar 80,73% – 86,04% sedangkan konsentrasi mikroplastik pada lumpur sebesar 6100 – 7600 partikel/kg. Konsentrasi tersebut juga masih melebihi batas paparan mikroplastik paling relevan untuk manusia.

Mengacu pada kondisi di atas, penelitian mengenai keberadaan dan penyisihan mikroplastik pada IPAL tipe AUF masih terbatas. Studi mengenai keberadaan dan penyisihan mikroplastik pada IPAL dengan tipe pengolahan lain telah banyak diselidiki. Maka, pada penelitian ini akan menganalisis keberadaan dan penyisihan mikroplastik pada air limbah domestik dan lumpur IPAL permukiman tipe *Anaerobic Upflow Filter* (AUF) di Kota Jambi. Selain menganalisis keberadaan dan penyisihan mikroplastik, penelitian ini juga melakukan karakterisasi air limbah sebagai data pendukung untuk menganalisis apakah keberadaan mikroplastik dapat mempengaruhi kinerja IPAL tipe AUF di Kota Jambi. Analisis tersebut sebagai dasar perencanaan desain unit pengolahan tersier, yang dapat menyisihkan mikroplastik pada air limbah domestik, sehingga air limbah domestik yang dibuang ke badan air atau lingkungan tidak melebihi batas paparan mikroplastik yang paling relevan untuk manusia.

## **1.2 Maksud dan Tujuan**

Maksud dari penelitian ini adalah menganalisis keberadaan dan penyisihan mikroplastik pada IPAL permukiman tipe *Anaerobic Upflow Filter* (AUF) sebagai dasar perencanaan desain pengolahan tersier.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan karakterisasi air limbah domestik pada influen dan efluen meliputi parameter pH, DO, suhu, BOD, COD, TSS, amoniak dan fosfat.

2. Menganalisis konsentrasi dan penyisihan mikroplastik pada air limbah domestik serta menganalisis konsentrasi mikroplastik pada lumpur;
3. Menganalisis karakterisasi mikroplastik meliputi karakterisasi morfologi dan karakterisasi kimia pada air limbah domestik dan lumpur;
4. Mendesain unit pengolahan tersier yang dapat menyisihkan mikroplastik sehingga aman dibuang ke badan air atau lingkungan.

### 1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai efektivitas IPAL tipe AUF dalam menyisihkan mikroplastik.
2. Memberikan alternatif desain unit pengolahan tersier.

### 1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. IPAL yang menjadi objek penelitian adalah IPAL permukiman tipe AUF di Kota Jambi.
2. Melakukan karakterisasi air limbah domestik meliputi parameter pH, DO, suhu, BOD, COD, TSS, amoniak dan fosfat sebagai data pendukung untuk menganalisis apakah keberadaan mikroplastik dapat mempengaruhi kinerja IPAL tipe AUF di Kota Jambi.
3. Karakterisasi mikroplastik meliputi karakterisasi morfologi (ukuran, bentuk, dan warna) menggunakan mikroskop cahaya dan karakterisasi kimia (jenis polimer) menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR).
4. Analisis varians *one way* ANOVA bertujuan untuk membandingkan Sambungan Rumah (SR) tiga unit IPAL tipe AUF di Kota Jambi terhadap efisiensi penyisihan mikroplastik atau Sambungan Rumah (SR) tiga unit IPAL tipe AUF di Kota Jambi terhadap konsentrasi mikroplastik yang disisihkan. Analisis *one way* ANOVA berguna untuk menentukan rancangan umum desain unit pengolahan tersier.
5. Pemilihan alternatif unit pengolahan tersier menggunakan metode pengambilan keputusan yaitu metode *Simple Additive Weighting Model* (SAW) dengan nilai preferensi ( $V_i$ ) yang paling besar.

6. Desain unit pengolahan tersier terpilih mengacu pada kriteria desain yang berlaku.
7. Menganalisis perhitungan *mass balance* dengan asumsi sebagai berikut:
  - a. Massa mikroplastik influen dan efluen diasumsikan dikali 2 tahun atau 730 hari karena massa mikroplastik di lumpur sudah terakumulasi selama 2 tahun.
  - b. Berdasarkan perhitungan teori, massa mikroplastik pada lumpur atau akumulasi yang dihitung berdasarkan massa mikroplastik influen partikel per hari dikali 2 tahun atau 730 hari dikurangi massa mikroplastik efluen partikel per hari dikali 2 tahun atau 730 hari.
  - c. Berdasarkan kondisi di lapangan, massa mikroplastik pada lumpur diasumsikan sebagai massa mikroplastik pada lumpur atau akumulasi selama 2 tahun jadi tidak perlu dikalikan 2 tahun.

### **1.5 Sistematika Penulisan Tesis**

Laporan tesis yang disusun terdiri dari lima bab, dengan sistematika penulisan sebagai berikut.

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Pendahuluan berisi latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematikan penulisan tesis.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi literatur mengenai air limbah, Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), teknologi alternatif pengolahan tersier, penelitian terdahulu dan gambaran umum IPAL di Kota Jambi.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan mengenai diagram alir penelitian, tempat dan waktu penelitian, teknik pengumpulan data, penentuan dan pemilihan lokasi IPAL, alat dan bahan, pengambilan sampel, metode analisis karakterisasi mikroplastik dan metode analisis data.

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menjelaskan mengenai analisis keberadaan dan penyisihan mikroplastik pada IPAL permukiman tipe *Anaerobic Upflow Filter* (AUF) sebagai dasar perencanaan desain pengolahan tersier.

#### **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan.

