

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Mikroplastik, yaitu partikel plastik berukuran  $<5$  mm, saat ini menjadi salah satu pencemar utama yang mendapat perhatian global karena dampaknya terhadap lingkungan perairan dan kesehatan manusia (Auta, 2017). Partikel mikroplastik memiliki beragam bentuk, mulai dari *microbeads*, serat, fragmen, hingga film, yang berasal dari degradasi plastik maupun aktivitas domestik manusia (Osman, 2023). Kandungan bahan kimia toksik yang dapat teradsorpsi, seperti *polychlorinated biphenyl* (PCB), meningkatkan potensi bahaya mikroplastik terhadap ekosistem serta risiko paparan jangka panjang bagi manusia (Ren dkk., 2020). Berdasarkan sumbernya, mikroplastik diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu mikroplastik primer, seperti *microbeads* dari produk perawatan dan kosmetik, serta mikroplastik sekunder yang merupakan hasil degradasi plastik berukuran besar melalui proses fisik, kimia, atau biologis (Xu, 2020)

Salah satu sumber utama mikroplastik yang memasuki lingkungan adalah air limbah domestik, sehingga efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) berperan besar dalam menentukan jumlah mikroplastik yang berhasil disaring sebelum mencapai badan air penerima (Mesquita, 2023). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa efektivitas IPAL dalam menghilangkan mikroplastik relatif tinggi, namun sistem pengolahan yang ada belum mampu menyisihkan seluruh partikel mikroplastik secara sempurna.

Studi di Kota Bursa, Turki, pada IPAL dengan sistem *Anaerobic, Anoxic, and Oxic* (AAO) dan *activated sludge* menunjukkan konsentrasi mikroplastik pada influen sebesar  $135,3 \pm 28,0$  partikel/L, menurun menjadi  $8,5 \pm 4,7$  partikel/L pada efluen, sehingga efisiensi penyisihan mencapai 93% (Üstün dkk., 2022). Penelitian serupa di Agadir, Maroko, melaporkan efisiensi penyisihan mikroplastik sebesar 72–81%, dengan konsentrasi mikroplastik pada efluen masih berkisar antara 50–80 partikel/L (Hajji dkk., 2023). Jenis dan karakteristik mikroplastik yang ditemukan sangat bervariasi, baik dari segi bentuk, ukuran (100–5000  $\mu\text{m}$ ), maupun warna.

Meskipun efisiensi penyisihan relatif tinggi, konsentrasi mikroplastik pada efluen tersebut masih melebihi nilai ambang paparan yang direkomendasikan dengan nilai ambang batas sebesar 16,6 partikel/L (Camevale Miino dkk., 2024).

Di Kota Jambi, Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) berbasis *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) merupakan teknologi yang paling banyak diterapkan untuk pengolahan air limbah domestik di kawasan permukiman, dengan jumlah 65 unit IPAL dan debit rata-rata sebesar 24 m<sup>3</sup>/hari (Dinas PUPR Kota Jambi, 2023). Teknologi ABR banyak digunakan karena memiliki keunggulan berupa kebutuhan energi yang rendah, konstruksi yang relatif sederhana, serta kemampuan menurunkan beban pencemar organik. Namun demikian, kinerja ABR dalam menyisihkan mikroplastik masih belum banyak dikaji secara kuantitatif, khususnya pada sistem IPAL komunal yang beroperasi di kawasan permukiman.

Hasil uji pendahuluan pada IPAL berbasis ABR Kota Jambi menunjukkan bahwa konsentrasi mikroplastik pada efluen berkisar antara 35–189 partikel/L, yang masih jauh di atas nilai rujukan WHO. Evaluasi kinerja IPAL tidak hanya penting untuk menilai kepatuhan terhadap baku mutu air limbah domestik, tetapi juga untuk memahami potensi penyisihan mikroplastik sebelum efluen dibuang ke badan air penerima. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 11 Tahun 2025 mengatur baku mutu air limbah domestik berdasarkan parameter kualitas air konvensional, seperti BOD, COD, TSS, minyak dan lemak, amonia, serta fosfor. Namun hingga saat ini, parameter mikroplastik belum diatur secara khusus dalam peraturan baku mutu air limbah di Indonesia, sehingga belum ada nilai ambang resmi yang dapat dijadikan acuan dalam pengelolaan dan pemantauan kualitas efluen IPAL. Oleh karena itu, perbandingan hasil penyisihan mikroplastik dilakukan dengan mengacu pada nilai rujukan dari berbagai studi internasional terkait mikroplastik dalam air limbah (Conley dkk., 2019).

Selain analisis efluen, konsentrasi mikroplastik pada lumpur hasil pengolahan limbah juga perlu dievaluasi. Evaluasi ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana mikroplastik dapat tertahan dalam unit ABR serta potensi terjadinya pelepasan sekunder ke lingkungan melalui efluen IPAL. Analisis distribusi, bentuk, ukuran, warna, serta jenis polimer mikroplastik pada lumpur dan efluen memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai efisiensi pengolahan dan potensi risiko pencemaran pada sistem IPAL ABR. Apabila lumpur dengan kandungan mikroplastik tinggi diolah lebih lanjut atau dibuang tanpa penanganan yang memadai, maka risiko pencemaran sekunder tetap tinggi (Li dkk., 2018; Mahon dkk., 2017).

Penilaian kinerja IPAL dan perencanaan unit *post-treatment* untuk meningkatkan kualitas efluen perlu mempertimbangkan debit puncak sebagai dasar perhitungan desain, agar sistem yang dirancang aman secara teknis dan sesuai dengan pedoman perencanaan infrastruktur pengolahan air limbah di Indonesia (Peraturan Menteri PUPR Nomor 04/PRT/M/2017).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis keberadaan dan kinerja penyisihan mikroplastik pada IPAL domestik berbasis ABR di Kota Jambi serta menyusun rancangan unit *post-treatment* guna meningkatkan kinerja pengolahan sebelum efluen dibuang ke badan air penerima.

## 1.2. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah menganalisis keberadaan dan penyisihan mikroplastik pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) berbasis *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) serta merancang unit *post-treatment* yang sesuai untuk meningkatkan kinerja pengolahan sebelum efluen dibuang ke badan air penerima.

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kandungan serta efisiensi penyisihan parameter organik dan nutrisi pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) berbasis *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) di Kota Jambi
2. Menganalisis konsentrasi, karakteristik (bentuk, ukuran, warna, dan jenis polimer), serta efisiensi penyisihan mikroplastik pada air limbah dan lumpur IPAL ABR.
3. Menentukan teknologi dan menyusun rancangan unit *post-treatment* yang sesuai berdasarkan metode *Simple Additive Weighting* (SAW) untuk efluen IPAL ABR.

## 1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. memberikan kontribusi ilmiah terkait pemahaman keberadaan, karakteristik, serta mekanisme penyisihan mikroplastik pada sistem IPAL domestik berbasis *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR). Hasil penelitian ini memperkaya basis data mengenai mikroplastik pada air limbah

domestik di Indonesia, yang hingga saat ini masih sangat terbatas, khususnya pada skala Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal.

2. Hasil evaluasi kinerja IPAL ABR dalam menyisihkan parameter organik, nutrien, dan mikroplastik dapat digunakan sebagai dasar evaluasi teknis pengoperasian IPAL komunal. Selain itu, rancangan unit *post-treatment* yang diusulkan dapat menjadi acuan teknis bagi pemerintah daerah atau pengelola IPAL dalam meningkatkan kualitas efluen agar lebih aman sebelum dibuang ke badan air penerima.
3. Memberikan kontribusi dalam upaya pengendalian pencemaran mikroplastik ke lingkungan perairan dengan mengidentifikasi potensi pelepasan mikroplastik dari efluen IPAL. Implementasi unit *post-treatment* yang tepat diharapkan mampu menurunkan beban mikroplastik, sehingga risiko akumulasi mikroplastik pada ekosistem perairan dapat diminimalkan.

#### 1.4. Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah:

1. Pengambilan sampel untuk parameter organik dan nutrien dari influen dan efluen, serta untuk sampel mikroplastik dari influen, lumpur, dan efluen pada IPAL ABR di Kecamatan Alam Barajo, Kota Jambi.
2. Analisis parameter organik dan nutrien yang mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 11 Tahun 2025.
3. Analisis karakteristik mikroplastik dilakukan berdasarkan konsentrasi, bentuk, ukuran, dan warna menggunakan mikroskop cahaya, sedangkan jenis polimer dianalisis menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR).
4. Penentuan alternatif teknologi *post-treatment* menggunakan metode SAW berdasarkan nilai preferensi.
5. Penyusunan desain teknis unit *post-treatment* yang dilengkapi dengan perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) sesuai dengan harga satuan yang berlaku di Kota Jambi.

## 1.5. Sistematika Penulisan Tesis

Penulisan tesis ini disusun dalam lima bab dengan sistematika sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Memuat latar belakang penelitian, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, serta sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Membahas teori dan literatur terkait air limbah domestik, teknologi IPAL ABR, mikroplastik dan dampaknya terhadap lingkungan, penelitian terdahulu, metode penentuan unit *post-treatment*, teknologi *post-treatment*, serta gambaran umum IPAL di Kota Jamb.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

membahas metodologi penelitian yang meliputi diagram alir penelitian, studi literatur, lokasi dan waktu penelitian, persiapan alat dan bahan, penelitian pendahuluan, pengambilan sampel, metode analisis data, analisis mikroplastik dan polimer, penentuan teknologi unit *post-treatment* menggunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW), serta perancangan unit *post-treatment*.

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

menyajikan hasil analisis kinerja dan penyisihan parameter organik, nutrien, serta mikroplastik pada IPAL permukiman berbasis ABR, penentuan unit *post-treatment* terpilih menggunakan metode SAW, rancangan unit *post-treatment* yang diusulkan, serta pembahasan komprehensif terhadap hasil penelitian.

### **BAB V PENUTUP**

Berisi kesimpulan dan saran berdasarkan hasil penelitian.