

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Keputih merupakan salah satu fasilitas penting di Kota Surabaya dalam mendukung pengelolaan air limbah domestik, namun dalam pengolahan limbah cair di IPLT Keputih Surabaya tidak hanya mengelola limbah domestik saja, tetapi juga air limbah rumah makan. Dalam proses pengolahan ini, limbah cair yang dihasilkan mengandung berbagai parameter pencemar yang cukup kompleks, seperti minyak dan lemak (FOG), kekeruhan, serta warna yang dapat mengganggu proses pengolahan lanjutan, seperti penurunan efisiensi unit flotasi, pembentukan kerak, serta penyumbatan saluran (Paranychianakis et al., 2022). Kandungan minyak dan lemak dapat berasal dari sisa makanan, sabun, dan bahan berminyak lainnya. Sementara itu, kekeruhan cenderung tinggi akibat adanya partikel tersuspensi, senyawa organik terlarut, dan proses dekomposisi bahan organik dalam lumpur. Warna juga merupakan salah satu parameter pencemar air yang penting karena menunjukkan keberadaan senyawa pencemar, terutama senyawa organik yang sulit terurai.

Parameter yang menjadi fokus dalam penelitian ini meliputi minyak dan lemak, kekeruhan, dan warna, yang merupakan indikator utama pencemar dalam air limbah dari sektor industri makanan dan rumah makan yang berdasarkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Kandungan minyak dan lemak dalam air limbah tidak mudah terurai secara alami, dapat membentuk lapisan film di permukaan air, serta mengganggu proses biologis dalam instalasi pengolahan air limbah (IPAL). Selain itu, keberadaan minyak dan lemak dapat menyebabkan tersumbatnya pipa saluran, menurunnya efisiensi sistem pengolahan, dan berkontribusi terhadap pencemaran air apabila tidak ditangani dengan benar. Oleh karena itu, diperlukan metode pengolahan yang efektif dan efisien untuk menyisahkan minyak dan lemak dari air limbah. Salah satu teknologi alternatif yang menjanjikan adalah proses koagulasi yang diikuti dengan flotasi, karena mampu

menggabungkan efisiensi penyisihan kekeruhan dan warna dengan kemampuan mengangkat minyak dan lemak ke permukaan.

Unit *Dissolved Air Flotation* (DAF) merupakan metode yang umum digunakan dalam pengolahan air limbah untuk memisahkan partikel tersuspensi, minyak, dan lemak melalui mekanisme pengapungan dengan gelembung udara terlarut (Mohan et al., 2020). Unit *Dissolved Air Flotation* (DAF) di IPLT Keputih adalah unit khusus yang digunakan untuk pengoalahan air limbah rumah makan yang berfungsi untuk mengangkat padatan tersuspensi dan zat organik, termasuk minyak dan lemak. Namun, berdasarkan observasi awal, performa unit DAF dalam mengangkat kandungan minyak dan lemak belum optimal, yang ditandai dengan masih tingginya kandungan minyak-lemak pada air keluarannya. Hal ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan yang berkelanjutan dan berpotensi merusak kualitas air di daerah sekitar pembuangan limbah. Pengambilan sampel air limbah dilakukan pada titik sebelum memasuki unit Dissolved Air Flotation (DAF), dengan tujuan untuk mengkaji efektivitas kombinasi proses koagulasi dan flotasi dalam menyisihkan parameter minyak lemak, kekeruhan, dan warna secara terkontrol pada skala laboratorium.

Efektivitas proses flotasi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor teknis, terutama ukuran gelembung udara (*bubble type*) yang dihasilkan dan jenis koagulan yang digunakan dalam proses pengolahan (Zhang et al., 2018; Kim & Lee, 2019). Ukuran gelembung yang kecil cenderung meningkatkan luas permukaan kontak antara gelembung dan partikel pencemar sehingga meningkatkan tingkat flotasi, sedangkan penggunaan koagulan yang tepat dapat mempercepat pembentukan flok yang lebih besar dan mudah mengapung (Gupta et al., 2021). Ukuran gelembung yang ideal dapat meningkatkan kemampuan pengikatan partikel minyak dan padatan tersuspensi, sedangkan koagulan berperan dalam mempercepat penggumpalan partikel sehingga lebih mudah diangkat oleh gelembung udara. Jenis gelembung, seperti *coarse*, *mikro* atau *fine bubble*, mempengaruhi kinerja DAF karena ukuran dan kestabilannya menentukan efektivitas pengikatan terhadap partikel minyak (Kale et al., 2018). *Coarse bubble* memiliki gaya angkat besar namun luas kontak kecil, sehingga lebih cocok untuk mengangkat partikel

berukuran besar. *Fine bubble* menawarkan keseimbangan antara gaya angkat dan luas kontak, sedangkan *micro bubble* memiliki luas permukaan kontak yang sangat besar dan waktu kontak yang lebih lama, sehingga lebih efektif dalam menangkap partikel-partikel kecil dan ringan seperti minyak lemak (Suárez-Ojeda et al., 2020; Zhang et al., 2022). Dengan membandingkan ketiga ukuran gelembung tersebut, diharapkan dapat diketahui ukuran gelembung yang paling efektif dalam menyisahkan minyak lemak, kekeruhan, dan warna dari air limbah. Penelitian ini mengajukan hipotesis bahwa ukuran gelembung udara berpengaruh signifikan terhadap efisiensi proses flotasi, dengan dugaan bahwa *micro bubble* paling efektif dalam menyisahkan minyak lemak, sedangkan *fine bubble* lebih unggul dalam menurunkan kekeruhan dan warna. Selain itu, pemilihan jenis koagulan yang kurang tepat juga dapat menyebabkan flok yang terbentuk kurang efektif dalam mengikat partikel sehingga proses flotasi menjadi kurang efisien.

Teknologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah kombinasi antara koagulasi dan flotasi, yang masing-masing memiliki mekanisme berbeda dalam menyisahkan parameter pencemar. Proses koagulasi berfungsi untuk menetralkan muatan koloid dan membentuk flok yang dapat mengendapkan partikel tersuspensi, sehingga efektif dalam menurunkan kekeruhan dan warna. Sementara itu, proses flotasi, khususnya dengan bantuan gelembung udara berukuran tertentu, efektif dalam mengangkat partikel ringan seperti minyak dan lemak ke permukaan air. Oleh karena itu, kombinasi kedua teknologi ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi penyisihan secara simultan terhadap ketiga parameter, yaitu minyak lemak, kekeruhan, dan warna, yang umum dijumpai dalam air limbah rumah makan.

Meskipun telah ditargetkan pengelolaan pada unit *Dissolved Air Flotation* mencapai 90%, hingga saat ini realisasi pengelolaan yang berfungsi secara optimal masih tergolong rendah, yaitu hanya sekitar 70%, sehingga diperlukan upaya peningkatan efisiensi unit-unit pengolahan seperti proses *Dissolved Air Flotation* (DAF) untuk mendukung pengelolaan limbah yang lebih optimal. Penelitian ini menjadi sangat relevan karena hingga saat ini belum terdapat kajian lokal yang mengevaluasi secara detail kinerja unit DAF pada IPLT Surabaya, terutama dalam

kaitannya dengan variabel-variabel operasional seperti ukuran gelembung dan jenis koagulan. Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh jenis gelembung udara serta jenis koagulan terhadap efisiensi penyisihan minyak lemak, kekeruhan dan warna pada unit DAF. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis untuk meningkatkan performa unit DAF, sehingga mendukung pengolahan lumpur tinja yang lebih efektif dan berkelanjutan. Hasil dari penelitian ini tidak hanya diharapkan memberikan rekomendasi teknis bagi IPLT Surabaya, tetapi juga dapat menjadi referensi dalam pengembangan studi-studi sejenis di wilayah lain yang memiliki karakteristik limbah dan unit pengolahan serupa.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi ukuran gelembung (*coarse*, *fine*, dan *micro*) terhadap efisiensi penyisihan minyak dan lemak dalam kombinasi koagulasi- flokulasi- flotasi?
2. Bagaimana efektivitas jenis koagulan (PAC,HCA,FeCl₃) terhadap efisiensi penyisihan minyak dan lemak dalam kombinasi koagulasi-flokulasi-flotasi?
3. Bagaimana pengaruh kombinasi antara ukuran gelembung dan jenis koagulan terhadap kinerja kombinasi koagulasi-flokulasi-flotasi secara keseluruhan?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis pengaruh variasi ukuran gelembung (*coarse*, *fine*, dan *micro*) terhadap efisiensi penyisihan minyak lemak, kekeruhan, dan warna dalam kombinasi koagulasi-flokulasi-flotasi.
2. Menganalisis efektivitas jenis koagulan (PAC, HCA, dan FeCl₃) terhadap efisiensi penyisihan minyak lemak, kekeruhan dan warna dalam kombinasi koagulasi-flokulasi-flotasi.
3. Menganalisis pengaruh kombinasi antara ukuran gelembung dan jenis koagulan terhadap kinerja kombinasi koagulasi-flokulasi-flotasi secara keseluruhan.

1.4 Ruang Lingkup

Adapun batasan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium dengan pendekatan eksperimen dan analisis kuantitatif terhadap efisiensi proses flotasi memakai sistem kontinyu.
2. Sampel limbah yang digunakan merupakan limbah cair rumah makan yang mengandung parameter minyak, lemak, kekeruhan, dan warna.
3. Ukuran gelembung yang diuji meliputi tiga kategori: *coarse bubble*, *fine bubble*, dan *micro bubble*.
4. Jenis koagulan yang digunakan mencakup koagulan PAC, HCA, dan FeCl_3 .
5. Penentuan dosis optimum dari masing-masing koagulan diperoleh melalui studi literatur dan penelitian terdahulu.