

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Microbeads* adalah plastik yang sangat kecil dan umumnya digunakan dalam produk perawatan tubuh seperti untuk pasta gigi, *scrub*, *face cleanser*, sabun mandi dan produk kosmetik lainnya. Meskipun sering dianggap sebagai sampah biasa baik karena kadaluwarsa atau selesai digunakan, partikel kecil *microbeads* ini sebenarnya memiliki dampak yang cukup besar. *Microbeads* dapat mencemari air, termasuk saluran air di drainase, sungai, danau, dan laut, yang pada gilirannya dapat menyebabkan kerusakan lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia. Komposisi *microbeads* membuatnya mampu menjadi racun dan merusak rantai makanan di lingkungan perairan, yaitu biota laut. Bahkan setelah terbuang baik karena kadaluwarsa maupun setelah penggunaannya, *microbeads* tetap mengancam lingkungan karena sifatnya yang tidak dapat terurai. Hal ini disebabkan oleh sifat *non-biodegradable microbeads* yang berasal dari komposisi mikroplastik *polyethylene* dan *polypropylene*, bahan yang memang mudah diproduksi namun memerlukan waktu ratusan tahun untuk dapat terurai kembali di lingkungan alam.

Menurut *Environmental Protection Agency* (Epa, 2016) diperkirakan lebih dari 150 juta ton sampah plastik berada di perairan laut pada tahun 2016 dan sekitar 0,1 - 1,5% dari jumlah tersebut terdiri dari mikroplastik dengan diameter kurang dari 5 mm (Meyberg et al., 2015; Perren et al., 2018). *Microbeads* adalah jenis mikroplastik primer dengan ukuran partikel < 5 mm yang ditambahkan ke *product care personal* (PCP) (Zhang et al., 2021). Sekitar 93% jenis *microbeads* yang digunakan dalam kosmetik adalah *polyethylene* (Eriksen et al., 2013; Gouin et al., 2015). *Microbeads* PCP seperti dari pasta gigi, scrub wajah, dan sabun cair dapat menjadi sumber mikroplastik dari kegiatan rumah tangga (Carr et al., 2016; Kalčíková, Žgajnar Gotvajn, et al., 2017; Mikkola, 2020; Prata, 2018).

Produk-produk *personal care* yang mengandung *microbeads* digunakan sebagai kebutuhan sekunder di rumah tangga dan limbahnya berpotensi ikut terbuang masuk ke dalam air limbah rumah tangga ketika selesai digunakan. Salah satu jalur

masuk *microbeads* dari limbah rumah tangga ke lingkungan yaitu melalui air limbah *greywater*. *Greywater* yang mengalir melalui sistem drainase berkontribusi terhadap pembuangan *microbeads* dari penggunaan produk-produk *personal care* tersebut sebelum masuk ke Instalasi Pengolahan Air Limah (IPAL) Terpusat atau Komunal sebelum dibuang ke perairan terbuka seperti sungai, waduk, danau dan laut. *Greywater* yang mengandung *microbeads* akan masuk ke air limbah kota dan IPAL yang merupakan jalur bagi mikroplastik menuju perairan laut (Bayo et al., 2020; Lv et al., 2019; Mintenig et al., 2017; Simon et al., 2018; Talvitie et al., 2017). Menurut Dubowski et al. (2020), sebagian besar mikroplastik yang mengandung *microbeads* di *greywater* bersumber dari deterjen dan *product care personal* yang memasuki sistem pengolahan air limbah kemudian berhasil melewati IPAL dan masuk ke lingkungan perairan (Talvitie et al., 2015). Kalčíková, Alič, et al. (2017) melaporkan diperkirakan 15,2 mg *microbeads* per orang per hari dilepaskan ke sistem pembuangan air limbah, sekitar 112,500,000 partikel dapat dilepaskan ke sungai Ljubljanica di Slovenia setiap hari sehingga menghasilkan konsentrasi *microbeads* sebesar 21 partikel/m<sup>3</sup>. Carr et al. (2016) memperkirakan bahwa sekali penggunaan pasta gigi yang mengandung *microbeads* dapat melepaskan sekitar 4000 mikroplastik ke sistem saluran pembuangan. *Microbeads* umumnya ditemukan di air limbah kota, yang terdiri dari *polyethylene* (Carr et al., 2016; Talvitie et al., 2017). Densitas *polyethylene* yang lebih rendah (0.91-0.97 g/cm<sup>3</sup>) dan ukurannya yang kecil menyebabkan *microbeads* dengan mudah melewati IPAL. Mikroplastik yang lolos dari IPAL dipastikan akan berakhir dan berkumpul di lingkungan perairan (Carr et al., 2016). Karena ukurannya yang kecil, produk ini sering dianggap sebagai makanan oleh organisme akuatik, sehingga dapat membahayakan organisme akuatik jika dikonsumsi. Serangkaian penelitian menunjukkan bahwa mikroplastik dapat di transfer melalui rantai makanan dan bisa masuk ke dalam tubuh manusia, yang dapat membahayakan kesehatan manusia (Esfandiari & Mowla, 2021; Lu et al., 2021).

Banyaknya penelitian tentang identifikasi mikroplastik di perairan, dampak negatifnya bagi makhluk hidup dan kesehatan manusia menggambarkan bahwa perlu adanya upaya pengolahan untuk penyisihan mikroplastik yang terkandung dalam air limbah agar tidak berdampak buruk terhadap lingkungan perairan,

organisme akuatik dan manusia. Salah satu metode yang dianggap efektif dalam penyisihan mikroplastik adalah elektrokoagulasi. Metode ini menawarkan keunggulan efisiensi tinggi, pengoperasian sederhana, dan produksi lumpur yang rendah (F. Liu et al., 2023).

Perren et al. (2018) melaporkan metode elektrokoagulasi dengan menggunakan elektroda aluminium (Al) yang disusun secara bipolar efektif untuk menyisihkan *microbeads polyethylene* sebesar 99,24%. Kondisi ini terjadi pada kondisi pH 7,5, rapat arus 11 A/m<sup>2</sup>, dan konsentrasi elektrolit 2 g/L. Shen et al. (2022) juga melaporkan metode elektrokoagulasi monopolar dapat menyisihkan empat jenis mikroplastik yaitu *polyethylene* (PE), *polymethylmethacrylate* (PPMA), *cellulose acetate* (CA), dan *polypropylene* (PP). Metode elektrokoagulasi ini mampu menyisihkan mikroplastik *polyethylene* sebesar 93,2%. Efisiensi optimum ini terjadi pada perlakuan konsentrasi elektrolit 0,05 M, pH 7,2, tegangan listrik 10 Volt, dan bahan anoda Al. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan elektroda Al dalam penyisihan mikroplastik dengan elektrokoagulasi dapat mencapai efisiensi penyisihan yang tinggi, sekitar 98,5% dan 96,5% (Elkhatib et al., 2021a).

Berdasarkan studi literatur yang dilaporkan di atas bahwa sejumlah parameter termasuk diantaranya bahan anoda, derajat keasaman (pH), arus listrik, dan konduktivitas dilaporkan memiliki pengaruh kinerja elektrokoagulasi dalam meningkatkan efisiensi penyisihan mikroplastik. Menurut Liu et al., (2023) faktor lain yang memengaruhi proses elektrokoagulasi yaitu karakteristik mikroplastik di dalam air, jarak antar elektroda, kecepatan pengadukan, dan suhu.

Nandi & Patel. (2017) mempelajari penyisihan zat warna menggunakan metode elektrokoagulasi dengan memvariasikan jarak antar elektroda. Mereka melaporkan bahwa efisiensi penghilangan zat warna berkurang ketika jarak 1 cm (99,59%, 89,98%, dan 76,14%) dinaikkan menjadi 3 cm (88,48%, 75,03%, dan 63,73%) pada masing-masing rapat arus (41,4; 27,8; 13,9 A/m<sup>2</sup>). Menurut Modirshahla et al. (2007) interaksi ion dengan polimer hidroksida diperkirakan akan berkurang dengan bertambahnya jarak antar elektroda.

Bayar et al. (2011) menyelidiki hubungan antara kecepatan pengadukan terhadap efisiensi penyisihan air limbah rumah potong unggas. Diketahui bahwa kecepatan pengadukan 150 rpm memiliki tingkat efisiensi yang tinggi, tetapi ketika kecepatan dinaikkan lebih tinggi, efisiensi penyisihan menurun, karena flok yang sudah terbentuk akan terdegradasi dan polutan yang teradsorpsi akan terdesorpsi. Jika kecepatan pengadukan melebihi batas optimum, dapat menurunkan efisiensi karena tumbukan antar flok lebih besar menyebabkan saling teredgradasi (Khandegar & Saroha, 2013).

Dari studi literatur yang dilaporkan tersebut, belum ada dijumpai aplikasi elektrokoagulasi dengan memvariasikan jarak antar elektroda dan kecepatan pengadukan untuk menyisihkan *microbeads*. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian lanjutan dengan memvariasikan jarak antar elektroda yaitu 1 cm, 2,5 cm, dan 3,5 cm, kecepatan pengadukan yaitu 150 rpm, 200 rpm, dan 250 rpm, dan waktu kontak 60 menit, 120 menit dan 180 menit dengan metode elektrokoagulasi menggunakan reaktor *batch* konfigurasi monopolar yang disusun secara paralel untuk mendapatkan persentase penyisihan yang lebih baik dan kondisi operasional yang optimum, yang secara tidak langsung memengaruhi biaya operasional pengolahan. Koneksi elektroda dengan konfigurasi monopolar dipilih karena lebih efisien dalam hal konsumsi energi dari pada konfigurasi bipolar. Dibandingkan dengan elektroda monopolar yang diatur dengan pola seri, elektroda monopolar yang diatur dengan pola paralel memiliki perbedaan potensial yang lebih kecil, yang berdampak pada biaya operasional (Khandegar & Saroha, 2013).

Penulis memilih untuk menggunakan kondisi reaktor berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Shen et al. (2022). Dalam penelitian tersebut, kondisi optimum reaktor terjadi pada pH netral, konsentrasi elektrolit Natrium Sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) 0,05 M, tegangan listrik 10 Volt, dan konsentrasi mikroplastik 0,5 g/L. Hipotesis penelitian menyatakan bahwa terdapat pengaruh signifikan dari variasi jarak antar elektroda, kecepatan pengadukan, dan waktu kontak terhadap efisiensi penyisihan mikroplastik.

## 1.2 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dari penelitian ini adalah untuk menyisahkan mikroplastik *polyethylene* jenis *microbeads* dari air limbah artifisial dan *greywater* menggunakan metode elektrokoagulasi dengan variasi jarak antar elektroda, kecepatan pengadukan, dan waktu kontak.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengevaluasi pengaruh variasi jarak antar elektroda, kecepatan pengadukan, dan waktu kontak dengan metode elektrokoagulasi dengan konfigurasi monopolar pada reaktor *batch* terhadap efisiensi penyisihan *microbeads* menggunakan elektroda Al pada air limbah artifisial.
2. Untuk mengevaluasi kinerja reaktor elektrokoagulasi dalam menyisahkan *microbeads* dari dalam air limbah *greywater* dengan menggunakan kondisi optimum yang telah dicapai pada pengolahan air limbah artifisial.
3. Untuk menghitung biaya operasional proses elektrokoagulasi dengan menggunakan elektroda aluminium pada sistem *batch* dalam menyisahkan *microbeads* dari air limbah.

## 1.3 Manfaat Penelitian Tesis

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melihat perbandingan kinerja elektrokoagulasi dengan menggunakan elektroda Al dalam menyisahkan *microbeads* dengan menggunakan air limbah artifisial dan diaplikasikan pada air limbah *greywater*.
2. Sebagai referensi bagi pemerintah dan industri dalam mengolah air limbah yang mengandung *microbeads* dengan menggunakan reaktor elektrokoagulasi sebagai unit tambahan yang dapat diaplikasikan di unit IPAL yang telah ada.
3. Sebagai referensi bagi mahasiswa untuk penelitian lebih lanjut.
4. Sebagai referensi bagi Universitas terutama Program Studi Magister Teknik Lingkungan Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Andalas dalam menambah topik penelitian di bidang elektrokoagulasi.

#### 1.4 Batasan Masalah/Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel terikat (*dependent variable*) pada penelitian ini yaitu :
  - a. Konsentrasi *microbeads* 0,5 g/L
  - b. Konsentrasi elektrolit  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  0,05 M
  - c. Limbah artifisial yang mengandung *microbeads polyethylene*
  - d. Tegangan listrik 10 Volt
  - e. pH netral (7)
  - f. Volume limbah 1000 mL
  - g. Jenis elektroda yang digunakan adalah Al dengan ukuran 5 x 20 cm.
  - h. Jumlah lempengan elektroda adalah 4 (empat) pasang (monopolar)
2. Variabel bebas (*independent variable*) bebas pada penelitian ini:  
Jarak elektroda : 1 cm, 2,5 cm, 3,5 cm  
Kecepatan pengadukan : 150 rpm, 200 rpm, 250 rpm  
Waktu kontak : 60 menit, 120 menit, 180 menit

Dalam penelitian ini, sampel air limbah artifisial yang mengandung *microbeads* diolah melalui metode elektrokoagulasi, yang menggunakan elektroda Al dengan konfigurasi monopolar pada sistem *batch* dan diaplikasikan untuk mengolah air limbah *greywater*.

#### 1.5 Sistematika Penulisan Tesis

Penulisan tesis yang akan disusun direncanakan terdiri dari lima bab, dengan sistematika penulisan sebagai berikut.

#### BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan berisi latar belakang, tujuan, dan keuntungan dari penelitian, serta ruang lingkup, dan metode penulisan tesis.

#### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Pustaka ini mencakup literatur tentang pencemaran air, defenisi mikroplastik, *microbeads*, jenis mikroplastik, dan bagaimana mikroplastik memengaruhi lingkungan, baik hewan maupun manusia. Ini juga mencakup

metode elektrokoagulasi, faktor-faktor yang memengaruhi elektrokoagulasi, dan kelebihan dan kelemahan elektrokoagulasi.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Semua tahapan penelitian dijelaskan dalam bab ini, termasuk studi literatur, pembuatan limbah sintetik, pengambilan sampel, pengujian sampel, dan analisis sampel.

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

Hasil penelitian tentang efisiensi penyisihan microbeads dalam proses elektrokoagulasi dijelaskan dalam Bab IV bersama dengan pembahasannya.

### **BAB V PENUTUP**

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan, kesimpulan dan saran dimuat dalam bab ini.

