

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ultrafiltrasi berbasis membran merupakan teknologi yang dikenal memiliki efisiensi tinggi dalam memisahkan berbagai jenis kontaminan berukuran makromolekul, teknologi ini bekerja secara fisik dengan penyaringan molekul dan partikel berdasarkan ukuran pori membran (Amalia *et al.*, 2019). Proses ini bekerja tanpa menggunakan bahan kimia yang berbahaya. Dengan ultrafiltrasi, zat organik terlarut, protein, virus, mikroorganisme, dan sebagian besar logam berat yang berasosiasi dengan bahan koloid dapat dihilangkan. Membran PVDF (*Polyvinylidene Fluoride*) merupakan jenis *polimer semicrystalline* dengan rumus molekul $(C_2H_2F_2)_n$ atau $(CH_2-CF_2)_n$ (Bahiyah *et al.*, 2023). Membran ini telah banyak diaplikasikan dalam pengolahan air dan air limbah seperti nanofiltrasi, ultrafiltrasi, mikrofiltrasi dan destilasi membran karena ketahanan yang sangat baik, kekuatan tinggi, stabilitas termal yang tinggi, ketahanan kimia dan banyak keuntungan lainnya (Wang *et al.*, 2021). Pemisahan berbasis membran kerap menghadapi kendala akibat ukuran pori yang sangat kecil, yang meningkatkan risiko penyumbatan (*fouling*).

Masalah *fouling* tetap menjadi kendala utama yang menurunkan efisiensi dan memperpendek masa operasional membran. Proses ultrafiltrasi sangat dipengaruhi oleh karakteristik umpan, terutama jika air baku mengandung bahan organik terlarut dan partikulat halus yang dapat menyumbat pori-pori membran (Yang *et al.*, 2020). Oleh karena itu, diperlukan tahap *pre-treatment* untuk mengurangi beban yang berpotensi menurunkan efisiensi dan memperpendek masa operasional membran. Strategi ini terbukti dapat meningkatkan *fluks* dan menurunkan frekuensi pencucian kimia membran, sehingga memperpanjang umur sistem operasional secara keseluruhan (Yang *et al.*, 2020).

Salah satu metode *pre-treatment* yang menjanjikan adalah penggunaan adsorben, adsorben mampu mengikat kontaminan spesifik seperti bahan organik, logam berat, dan senyawa pencemar lainnya sebelum proses filtrasi berlangsung.

Penerapan adsorben sebagai tahapan *pre-treatment* sebelum proses ultrafiltrasi berperan dalam menurunkan konsentrasi larutan pada air sebelum masuk ke sistem membran. Akibatnya, laju *permeat* air meningkat secara signifikan. Kondisi ini secara efektif dapat mengurangi potensi terjadinya pengotoran yang disebabkan oleh akumulasi larutan pada permukaan membran (Nasir *et al.*, 2020). Penggunaan adsorben seperti karbon aktif dapat memisahkan kontaminan mikro untuk mengurangi beban filtrasi membran dan meningkatkan umur pakai membran. Parameter pencemar seperti kekeruhan, warna, dan TSS (*Total Suspended Solid*) hampir seluruhnya dapat dihilangkan melalui pengolahan adsorpsi diikuti dengan ultrafiltrasi (Yang *et al.*, 2020). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Nasir, 2020 kombinasi adsorpsi menggunakan zeolit dan ultrafiltrasi mampu menyisihkan kekeruhan hingga 99,71%. Efektivitas adsorben sebagai media *pre-treatment* juga tergantung pada sifat fisik dan kimia masing-masing bahan, sehingga penting untuk membandingkan kinerja dari berbagai jenis adsorben dalam kondisi nyata pengolahan air sungai.

Melalui penelitian ini penulis dapat membandingkan beberapa jenis adsorben dalam rangka mengetahui efektivitas masing-masing adsorben sebagai media *pre-treatment* sebelum proses ultrafiltrasi menggunakan membran PVDF. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang kombinasi adsorben dengan ultrafiltrasi membran PVDF yang paling optimal untuk mengurangi *fouling* dan meningkatkan kualitas hasil filtrasi.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian yaitu:

1. Bagaimana kinerja membran ultrafiltrasi berbahan PVDF berdasarkan nilai fluks pada berbagai jenis adsorben sebagai *pre-treatment* pada proses pengolahan air sungai?
2. Bagaimana kombinasi terbaik dari variasi jenis adsorben pada proses adsorpsi dengan variasi tekanan pada proses ultrafiltrasi untuk menyisihkan kekeruhan, TDS, dan *Total Coliform* pada air sungai?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Menganalisis kinerja membran ultrafiltrasi berbahan PVDF berdasarkan nilai fluks pada berbagai jenis adsorben sebagai *pre-treatment* pada proses pengolahan air sungai.
2. Menganalisis kombinasi terbaik dari variasi jenis adsorben pada proses adsorpsi dengan variasi tekanan pada proses ultrafiltrasi untuk menyisihkan kekeruhan, TDS, dan *Total Coliform* pada air sungai

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini antara lain:

1. Memberikan kontribusi dalam pengolahan air sungai menjadi air bersih dengan teknologi membran ultrafiltrasi yang lebih efektif dibandingkan filter konvensional
2. Memberikan informasi terkait ketahanan membran PVDF (*Polyvinylidene Fluoride*) dalam menurunkan parameter kekeruhan, TDS, dan *Total Coliform* pada air sungai menggunakan variasi jenis adsorben yang berbeda sebagai *pre-treatment*
3. Memberikan informasi terkait jenis adsorben yang baik digunakan sebagai *pre-treatment* pada proses ultrafiltrasi membran PVDF (*Polyvinylidene Fluoride*)
4. Memberikan sumber referensi bagi peneliti selanjutnya khususnya di bidang keilmuan Teknik Lingkungan

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Air baku yang digunakan sebagai sampel yaitu air Sungai Jagir
2. Jenis material yang digunakan sebagai membran dalam proses ultrafiltrasi yaitu membran PVDF (*Polyvinylidene Fluoride*).
3. Parameter yang akan diteliti yaitu kekeruhan, TDS, dan *Total Coliform*
4. Penelitian ini dilakukan dengan skala laboratorium yang dilaksanakan di Laboratorium Riset Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur.