

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat didapatkan pada penelitian ini antara lain yaitu:

1. Ketahanan suatu membran dapat dilihat dari nilai fluks *permeat* dari proses ultrafiltrasi. Penggunaan berbagai jenis adsorben sebagai *pre-treatment* ultrafiltrasi menunjukkan hasil yang berbeda. Residu halus dari karbon aktif berpotensi lolos ke membran dan menyebabkan *fouling* organik maupun partikulat pada permukaan membran. Hal ini berdampak pada penurunan fluks yang lebih cepat sehingga ketahanan membran relatif lebih rendah dibandingkan zeolit. Karena zeolit tidak melepaskan partikel halus sebanyak karbon aktif, beban *fouling* pada membran menjadi lebih rendah. Hal ini membuat fluks lebih stabil dan ketahanan membran lebih baik dalam jangka waktu operasi yang lebih lama. Secara keseluruhan, meskipun karbon aktif memberikan hasil lebih baik pada penyisihan kekeruhan awal mencapai 6,635 NTU, penggunaan zeolit sebagai *pre-treatment* lebih menguntungkan dari segi ketahanan membran karena dapat menekan laju *fouling*. Hal ini dibuktikan dengan data penelitian yang menunjukkan pada kombinasi zeolit-UF fluks pada operasi 1,5 bar nilai fluks *permeat* yaitu 507,827 L/m².h stabil hingga menit ke-18, kemudian mengalami penurunan pada menit ke-24 yaitu 480,300 L/m².h dan kembali naik menjadi 490,350 L/m².h pada menit ke-30. Sedangkan pada kombinasi karbon aktif-UF nilai fluks *permeat* awal memang lebih tinggi yaitu 520,47 L/m².h, namun nilai fluks ini terus mengalami penurunan hingga menit ke-30 menjadi 468,63 L/m².h, nilai ini jauh lebih rendah dibandingkan kombinasi zeolite-UF. Dengan kata lain, zeolit-UF lebih unggul dalam menjaga stabilitas kinerja membran dibandingkan karbon aktif-UF, khususnya pada pengoperasian bertekanan lebih tinggi.

2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi jenis adsorben dan tekanan berpengaruh signifikan terhadap efektivitas penyisihan kekeruhan dan *Total Coliform* pada pengolahan air sungai. Kombinasi zeolit sebagai *pre-treatment* dengan ultrafiltrasi terbukti memberikan hasil lebih konsisten dalam menurunkan TDS dan *Total Coliform*, sedangkan karbon aktif-UF lebih efektif pada penyisihan kekeruhan. Dari sisi tekanan, peningkatan tekanan operasi dari 1 bar hingga 2 bar mampu meningkatkan efisiensi rejeksi seluruh parameter, namun di sisi lain mempercepat terjadinya *fouling* yang dapat menurunkan stabilitas membran. Oleh karena itu, kombinasi zeolit dengan ultrafiltrasi pada tekanan optimum 1,5 bar dinilai sebagai kondisi terbaik, karena mampu menyisihkan kekeruhan hingga >93%, menurunkan TDS sekitar 6–7%, serta menurunkan *Total Coliform* hingga >99% dengan tetap menjaga kestabilan fluks membran.

5.2 Saran

Dalam penelitian ini masih terdapat beberapa keterbatasan yang dapat diperbaiki pada penelitian selanjutnya. Uji kualitas hasil adsorpsi hanya dilakukan pada tahap penentuan waktu optimum, sehingga tidak dilakukan pengujian ulang sebelum proses ultrafiltrasi. Hal ini menyebabkan efektivitas *pre-treatment* adsorpsi terhadap kinerja membran belum dapat tergambarkan secara menyeluruh. Oleh karena itu, pada penelitian berikutnya disarankan agar dilakukan pengujian kualitas air hasil adsorpsi secara konsisten sebelum tahap ultrafiltrasi untuk memperoleh data yang lebih representatif. Selain itu, perhitungan volume hasil ultrafiltrasi pada penelitian ini dilakukan dengan mengukur debit *permeate* pada setiap variasi waktu, metode yang lebih akurat yaitu menggunakan total volume *permeate* secara keseluruhan. Dengan demikian, penelitian selanjutnya perlu memperhatikan metode perhitungan volume *permeate* agar estimasi nilai fluks yang diperoleh lebih tepat dan dapat merepresentasikan kinerja membran secara lebih valid. Untuk memenuhi standar baku mutu air bersih yang layak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, diperlukan adanya desinfeksi tambahan untuk menghilangkan bakteri secara keseluruhan.