

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Berdasarkan hasil penelitian pada membran ultrafiltrasi PVDF untuk parameter kekeruhan, membran dapat menurunkan hingga 99,9% pada tekanan 2 bar. Hasil yang sama juga terlihat pada parameter *total coliform*, dengan nilai efisiensi penyisihan (%) mencapai 100% pada tekanan 2 bar. Sementara itu, untuk parameter *total dissolved solids* (TDS), membran hanya berhasil menurunkan konsentrasi dengan nilai efisiensi penyisihan (%) mencapai 6,9%.
2. Pengujian menunjukkan bahwa fluks membran PVDF mengalami penurunan pada seluruh variasi tekanan, yaitu 1 bar, 1,5 bar, dan 2 bar, sehingga mengonfirmasi terjadinya fouling selama proses filtrasi. Pada tekanan 1 bar, kinerja terbaik ditunjukkan oleh sampel M1.6, dengan penurunan fluks yang berlangsung lebih lambat dan stabil, dari 1287,294 L/m<sup>2</sup>.jam menjadi 387,174 L/m<sup>2</sup>.jam. Pada tekanan 1,5 bar, fluks terbaik tercatat turun dari 1833,612 L/m<sup>2</sup>.jam menjadi 381,751 L/m<sup>2</sup>.jam, sementara pada tekanan 2 bar penurunan terbaik terjadi dari 2237,374 L/m<sup>2</sup>.jam menjadi 431,282 L/m<sup>2</sup>.jam. Data ini menunjukkan bahwa meskipun fluks awal meningkat seiring bertambahnya tekanan, laju penurunannya menjadi lebih cepat, menandakan bahwa tekanan yang lebih tinggi mempercepat deposisi partikel pada permukaan membran.
3. Berdasarkan analisis kemampuan pencucian dengan konsentrasi *chemical cleaning agent* kombinasi asam sitrat dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, dapat disimpulkan bahwa efektivitas pencucian bervariasi tergantung pada konsentrasi dan tekanan operasi. Pada tekanan 2 bar dan konsentrasi 6 wt%, nilai *Flux Recovery Ratio* (FRR) tertinggi tercatat 69,72%, menunjukkan pemulihan membran yang efektif. Namun, pada tekanan 1,5 bar dan konsentrasi 2 wt%, nilai FRR turun menjadi 28,39%, menandakan pencucian kimia kurang optimal. Pada tekanan 1 bar, FRR tercatat 30,56% dengan konsentrasi 0 wt%, hampir setara dengan

hasil pencucian pada 1,5 bar dengan konsentrasi rendah. Hasil ini menunjukkan bahwa asam sitrat dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dapat menurunkan fouling, namun efektivitas proses pembersihan tetap bergantung pada konsentrasi larutan dan kondisi operasional yang diterapkan. Pemulihan kinerja membran juga sejalan dengan peningkatan kemampuan dalam menurunkan kekeruhan, *Total Dissolved Solids* (TDS), dan *total coliform*. Oleh karena itu, optimasi konsentrasi, waktu kontak, dan tekanan operasi diperlukan agar proses pencucian lebih efektif sesuai karakteristik fouling dan tetap menjaga kualitas penyaringan air.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, beberapa saran untuk meningkatkan efektivitas proses pencucian membran ultrafiltrasi dengan kombinasi asam sitrat dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> adalah sebagai berikut:

1. Penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk menentukan konsentrasi optimum asam sitrat dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Variasi konsentrasi yang lebih luas serta pengujian kondisi operasi lain, seperti suhu dan waktu kontak, dapat membantu memperoleh efektivitas pencucian terbaik tanpa merusak membran.
2. Pengaturan waktu kontak antara bahan kimia dan membran selama pencucian perlu diperhatikan agar bahan kimia cukup efektif melarutkan fouling tanpa merusak struktur membran. Penelitian lebih lanjut tentang durasi pencucian dapat membantu menentukan waktu yang optimal.
3. Penambahan titik pengambilan sampel antara volume 5 L dan 70 L, agar variasi parameter air dapat terpantau lebih representatif. Penambahan titik ini juga akan memperkuat analisis statistik dan meningkatkan akurasi evaluasi terhadap pengaruh tekanan operasi serta metode pencucian terhadap performa membran.
4. Diperlukan analisis lanjutan terhadap jenis fouling pada setiap kondisi operasi untuk menentukan bahan kimia dan strategi pencucian yang paling sesuai sehingga proses pemulihan membran dapat berlangsung lebih efisien.

5. Menggunakan parameter pencemar yang memiliki kisaran ukuran partikel sesuai spesifikasi pori membran ultrafiltrasi, agar mekanisme penyisihan dapat terjadi secara optimal dan hasil penelitian lebih representatif.
6. Perlu dilakukan pengujian *Resistance Removal* (RR) dan pemantauan *Transmembrane Pressure* (TMP) secara sistematis untuk menilai efektivitas pencucian membran. RR dan TMP menjadi indikator langsung perubahan fouling sebelum dan sesudah cleaning, sehingga evaluasi pemulihan performa membran menjadi lebih akurat dan terukur.

Dengan implementasi saran-saran tersebut, diharapkan proses pencucian membran dapat ditingkatkan untuk memperpanjang umur pakai membran dan meningkatkan efisiensi proses filtrasi.