

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Populasi dunia yang tumbuh semakin cepat menimbulkan kelangkaan air bersih. Pada tahun 2030, kesenjangan antara pasokan dan permintaan air diprediksi mencapai 40% (Velmurugan dkk., 2020). Meskipun 70% permukaan bumi tertutup air, hanya 1% yang layak dikonsumsi manusia (Velmurugan dkk., 2020). Sebanyak 99% air di bumi merupakan air laut, air payau, dan air tanah yang tidak layak digunakan secara langsung (Hailemariam dkk., 2020). Untuk mengatasi masalah ini, berbagai penelitian telah menunjukkan urgensi air bersih dan menawarkan solusi untuk kekurangan air.

Salah satu solusi yang menjanjikan untuk mengatasi masalah ini adalah desalinasi air laut, yaitu proses pengolahan air laut menjadi air tawar yang dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari. Di antara teknologi desalinasi, *reverse osmosis* (RO) menjadi metode terbaik dalam proses pemisahan utama desalinasi air laut, karena efisiensi energi, efektivitas biaya, desain yang praktis, dan kemudahan pengoperasian. Teknologi ini bekerja dengan menggunakan tekanan tinggi untuk mendorong air laut melewati suatu membran semipermeabel, yang hanya memungkinkan molekul air melewati membran sementara ion garam dan kontaminan lain tertahan. Kinerja membran RO menjadi faktor kunci penentu efisiensi dan kualitas air hasil desalinasi. Membran ideal untuk desalinasi RO harus memenuhi dua kriteria utama: kemampuan penolakan garam yang tinggi untuk memastikan pemisahan efektif antara air dan garam, serta permeabilitas air yang

memadai agar proses pemisahan berlangsung cepat tanpa memerlukan tekanan berlebihan (Hailemariam dkk., 2020). Permeabilitas yang optimal tidak hanya mempercepat produksi air tawar tetapi juga mengurangi konsumsi energi secara signifikan. Oleh karena itu, penelitian dan pengembangan membran RO terus dilakukan untuk meningkatkan performa membran.

Kitosan (CS) adalah biopolimer yang potensial digunakan dalam aplikasi membran RO. CS merupakan polisakarida alami yang biokompatibel, non-toksik, yang memiliki banyak gugus hidroksil dan amino yang reaktif. Gugus-gugus ini mampu meningkatkan kemampuan penyerapan air dan difusi molekul kecil pada membran dasar CS. Selain itu, gugus amino dan hidroksil mudah dimodifikasi dengan gugus fungsi lain, sesuai dengan tujuan penggunaan membran. Namun, penggunaan kitosan *pure* sebagai membran sendirian memiliki keterbatasan seperti: hidrofilitas yang rendah, luas permukaan terbatas, kekuatan mekanik cukup rendah, ketahanan termal rendah, dan penolakan garam yang buruk (Kayani dkk., 2021).

Beberapa penelitian mengembangkan modifikasi kitosan menjadi membran yang lebih kompatibel dengan penambahan polimer lain. Poli(vinil pirolidin) (PVP) adalah polimer sintesis yang bersifat hidrofilik dan dapat meningkatkan permeabilitas air pada membran karena berperan sebagai agen pembentuk pori (Li dkk., 2023). PVP juga memiliki sifat biokompatibel yang baik dan telah digunakan dalam berbagai aplikasi medis dan farmasi. Dalam penelitian Kumar dkk. (2021), penambahan PVP dalam membran kitosan meningkatkan hidrofilitas. Namun, penolakan garam yang dihasilkan oleh membran CS/PVP masih terbatas (Ali dkk.,

2020). Penelitian yang dilakukan oleh Ali dkk. (2020) menunjukkan bahwa membran CS/PVP yang tertaut silang asam maleat berhasil meningkatkan kinerja membran RO dalam desalinasi air laut. Asam maleat sebagai *crosslinker* mampu meningkatkan stabilitas kimia, penolakan garam dan mekanik membran, serta memberikan sifat anti-fouling yang baik. Selain PVP, Triton X-100 juga dapat berperan sebagai agen pembentuk pori (Sarwar dkk., 2023). Dalam penelitian Rabieed dkk. (2016), Triton X-100 memberikan pengaruh signifikan terhadap morfologi dan kinerja membran ultrafiltrasi yang terbuat dari poli(vinilklorida) (PVC). Penambahan Triton X-100 meningkatkan porositas membran dengan menghasilkan struktur makro-void yang lebih besar. Selain itu, penambahan Triton X-100 juga mengurangi sudut kontak air, menunjukkan peningkatan sifat hidrofilik membran (Sulaiman dkk., 2020).

Dalam penelitian Zakuwan dkk. (2021), yang membuat membran kitosan/gelatin, dilaporkan bahwa gelatin meningkatkan kekuatan mekanis dan viskositas, mengurangi ukuran pori, derajat pembengkakan, dan peningkatan stabilitas termal pada membran kitosan. Gelatin merupakan polimer asam amino yang mempunyai kemampuan membentuk gel. Gelatin berfungsi sebagai bahan pembentuk tekstur, pengental, dan pengikat air dengan stabilitas yang baik karena biokompatibilitas dengan biopolimer lain.

Dalam penelitian ini, membran CS/Gel untuk desalinasi *reverse osmosis* (RO) disintesis menggunakan asam maleat sebagai penghubung silang dan dilakukan variasi komposisi PVP-Triton X-100 sebagai agen porogen. Membran yang disintesis dikarakterisasi melalui analisis gugus fungsi dengan FTIR, uji

porositas, serapan air, sudut kontak, tarik, dan observasi morfologi permukaan menggunakan SEM, serta evaluasi kinerja permeasi dalam sistem RO.

I.2 Tujuan Penelitian

- a. Membuat membran kitosan paduan gelatin yang tertaut silang asam maleat dengan zat tambahan PVP-Triton X-100 sebagai agen porogen.
- b. Menentukan dan mempelajari karakterisasi membran hasil modifikasi.
- c. Mengetahui kemampuan permeasi membran dalam sistem *reverse osmosis*.