

## **BAB I.**

### **PENDAHULUAN**

#### **I.1 Latar Belakang**

Kelangkaan air merupakan isu penting yang mempengaruhi ekonomi global dan kesejahteraan manusia (UNESCO, 2021). Meskipun lebih dari 70% permukaan bumi tertutupi air, 96% di antaranya adalah air laut dengan kadar garam yang tinggi sehingga tidak bisa diminum oleh manusia (Musie dan Gonfa, 2023). Hanya sekitar 3% air di bumi yang merupakan air tawar, namun sebagian besar tersimpan dalam bentuk es dan gletser, sehingga sulit diakses untuk konsumsi langsung (Manju dan Sagar, 2017). Keterbatasan sumber air tawar ini telah mendorong banyak penelitian untuk mengembangkan teknologi pemurnian air yang mampu menghasilkan air bersih yang aman untuk dikonsumsi.

Metode desalinasi komersial, seperti *reverse osmosis* (RO), *multi-effect distillation* (MED) (Sadoon dkk.), dan *multi-stage flash* (MSF) *evaporation* telah populer digunakan dalam upaya mengatasi kekurangan air tawar (Li dkk., 2023). *Reverse osmosis* merupakan metode yang efektif dalam menghilangkan garam dan kotoran, namun membran yang digunakan sangat sensitif sehingga mudah terkontaminasi partikel besar (Mukherjee dkk., 2022). RO hanya dapat beroperasi dengan tekanan hidrolik 80-100 bar sehingga membuat biaya operasional cukup tinggi (Li dkk., 2023). MED dan MSF merupakan metode membutuhkan konsumsi energi yang tinggi untuk memanaskan air ditambah dengan efisiensi energi rendah MED dan kompleksitas desain sistem MSF merupakan hal yang harus dipertimbangkan (Shahzad dkk., 2017).

Desalinasi pervaporasi (PV) menawarkan beberapa keunggulan dibandingkan metode komersial. Proses ini bekerja pada tekanan dan suhu yang lebih rendah, sehingga lebih efisien secara energi dan ramah lingkungan (Kaminski *dkk.*, 2018). Teknologi ini juga menawarkan selektivitas garam yang tinggi sehingga memungkinkan pemisahan air murni dengan efisiensi tinggi dan tingkat penghilangan garam yang hampir sempurna (Li *dkk.*, 2023). Karakteristik ini membuat PV lebih layak dikembangkan secara ekonomi dan industri.

*Graphene oxide* (GO) telah dieksplorasi peneliti sebagai bahan filter dalam teknologi membran yang potensial untuk desalinasi (Soomro *dkk.*, 2023). GO memiliki ketebalan atomik yang sangat tipis dan ukuran lateral yang besar (hingga ratusan mikrometer), memberikan kemampuan transportasi molekul yang sangat efisien melalui pori-porinya (Liu dan Jin, 2021). Sifat hidrofilik pada GO menjadikan material ini sangat efektif dalam menarik molekul air sambil menolak ion garam, sehingga meningkatkan permeabilitas dan selektivitas membran dalam proses desalinasi.

Peran polimer dan penaut silang dalam sintesis membran sangat penting untuk mengoptimalkan sifat membran. *Polyvinyl Alcohol* (PVA) adalah polimer hidrofilik yang larut dalam air dan memiliki sifat mekanik yang baik, menjadikannya bahan yang ideal untuk digunakan dalam membran desalinasi (Liu dan Jin, 2021). Sifat hidrofilik PVA meningkatkan kemampuan membran untuk menarik molekul air, sementara struktur polimernya memberikan fleksibilitas dan stabilitas kimia yang diperlukan untuk operasi jangka panjang. Penambahan penaut silang akan membentuk ikatan antara rantai polimer, sehingga meningkatkan

integritas struktural dan stabilitas bahan membran (Ching *dkk.*, 2020). Studi terbaru telah menyoroti dampak signifikan dari penaut silang pada kinerja membran, termasuk peningkatan kekuatan mekanik dan ketahanan kimia.

Dikarboksilat merupakan senyawa yang menjanjikan dalam penautan silang membran GO. Interaksi gugus karboksilat dengan hidroksil pada GO dan PVA membentuk ikatan kovalen melalui proses esterifikasi, menjadikannya memiliki efek dalam kekuatan mekanik dan stabilitas (Gebresas *dkk.*, 2023). Mafamadi *dkk.* (2023) meneliti penggunaan asam dikarboksilat sebagai penaut silang pada GO. Penelitian ini menunjukkan peningkatan panjang molekul penaut silang menghasilkan peningkatan jarak antar lembar membran GO yang difungsionalisasi yang dapat digunakan lebih lanjut untuk meningkatkan kinerja pemisahan membran polimer.

Asam malat, asam oksalat, dan asam maleat telah diteliti sebagai agen penaut silang dalam berbagai aplikasi. Sethi *dkk.* (2022) membuktikan penggunaan asam malat sebagai penaut silang pada kitosan meningkatkan efektivitas penolakan ion  $\text{Cr}^{4+}$  dalam air. Sadoon *dkk.* (2022) mengemukakan penambahan asam malat dapat mempersempit jarak antar lapisan GO sehingga dapat meningkatkan kinerja adsorpsi zat warna Rhodamin B. Ding *dkk.* (2020) melaporkan bahwa penggunaan asam maleat sebagai penaut silang membran MXene meningkatkan performa anti *swelling* pada desalinasi. Asam maleat juga terbukti dapat meningkatkan efisiensi dan ketahanan membran GO dalam desalinasi (Darmawan *dkk.*, 2024). Penggunaan asam oksalat sebagai penaut silang membran hidrogel kitosan, meningkatkan ketahanan dan *anti-fouling* dalam aplikasi pemisahan zat warna (Xie *dkk.*, 2022).

Pada penelitian ini dilaporkan penggunaan variasi jenis asam dikarboksilat asam malat, asam maleat, dan asam oksalat sebagai penaut silang pada membran GO dengan polimer *Polyvinyl Alcohol* (PVA). Dikaji variasi jenis penaut silang dikarboksilat yang berbeda terhadap karakter membran yang dihasilkan dan dievaluasi kinerja membran GO-PVA pada desalinasi pervaporatif.

## **I.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian yang dilakukan sebagai berikut

1. Memperoleh *Graphene oxide* melalui metode Hummers termodifikasi.
2. Memperoleh membran GO/PVA yang ditempatkan pada pendukung nylon dengan variasi penaut silang dikarboksilat serta memperoleh karakter GO hasil sintesis, membran GO/PVA, GO/PVA c-Asam Oksalat, GO/PVA c-Asam Maleat, GO/PVA c-Asam Maleat.
3. Menentukan pengaruh jenis asam dikarboksilat sebagai penaut silang pada membran komposit GO/PVA.
4. Mengukur kinerja desalinasi membran GO/PVA dengan pengukuran fluks air dan rejeksi garam.