

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan populasi global, teknologi untuk memenuhi kebutuhan air bersih dunia berlomba dengan waktu. Saat ini, dari total 7,7 miliar penduduk dunia, lebih dari 47% di antaranya masih mengalami kesulitan dalam mendapatkan akses air bersih sepanjang tahun. Angka ini diperkirakan akan terus bertambah hingga tahun 2050, dengan jumlah penduduk yang diproyeksikan mencapai 9,4 hingga 10,2 miliar orang (Boretti dan Rosa, 2019, Wu *dkk.*, 2021). Ironisnya, meskipun 70% dari permukaan bumi terdiri dari air asin, air tersebut tidak dapat langsung dikonsumsi oleh manusia. Oleh karena itu, diperlukan teknologi yang mampu memanfaatkan air laut untuk mengatasi krisis ini (Zapata-Sierra *dkk.*, 2021).

Desalinasi membran adalah metode yang telah banyak dikaji selama dua dekade terakhir ini, dikarenakan rendahnya biaya operasional metode ini jika dibandingkan dengan metode lain dalam desalinasi air laut (Alkhudhiri dan Hilal, 2018). Metode desalinasi seperti *thermal distillation* atau *electrodialysis* yang umumnya digunakan dalam industri sekarang, masih membutuhkan energi dan/atau tekanan yang tinggi per kg air yang dihasilkan (Micale *dkk.*, 2009). Pervaporasi adalah bagian dari metode desalinasi membran yang mengandalkan kemampuan permeasi membran terhadap senyawa tertentu dengan evaporasi larutan untuk memisahkan dua senyawa yang berbeda dengan energi yang relatif rendah (Luis, 2018). Akan tetapi salah satu alasan utama mengapa pervaporasi masih belum

diaplikasikan secara luas di dalam industri adalah kurangnya performa *permeation flux* dan *salt rejection* yang sesuai untuk penggunaan jangka panjang (Zare dan Kargari, 2018).

Graphene Oxide (GO) adalah sebuah material 2D yang terbuat dari eksfoliasi grafit melalui pengikatan gugus fungsi baru di antara lapisannya untuk menghasilkan satu lapisan karbon monomolekular (Oliveira *dkk.*, 2018, Ray, 2015). Ketebalan material monomolekular ini sangatlah ideal dalam aplikasi pembuatan membran dengan ketebalan lapisan dan pori nanometer yang lebih kecil daripada ion-ion garam (Chen *dkk.*, 2020, Hu dan Mi, 2013). Gugus fungsi yang terkandung di dalam GO juga memungkinkan perubahan sifat fisikokimianya untuk dimodifikasi dengan beragam metode. Sifat ini telah banyak dieksploitasi sebelumnya untuk menghasilkan membran dengan kemampuan desalinasi yang tinggi (Buelke *dkk.*, 2019, Ong *dkk.*, 2016, Wang *dkk.*, 2024, Yuan *dkk.*, 2020, Yuan *dkk.*, 2017).

Namun, salah satu tantangan besar untuk membran GO adalah kecenderungannya untuk membengkak (*swell*) di dalam air. Hal ini disebabkan ikatan antara gugus fungsi GO dan air yang meningkat seiring berjalannya waktu, sehingga jarak antar lapisan GO bertambah dan menurunkan selektivitas membran tersebut (Yeh *dkk.*, 2015, Zheng *dkk.*, 2017). Untuk mengurangi penurunan performa membran dari *swelling*, beberapa gugus fungsi GO yang mengikat molekul air dapat dihilangkan melalui proses reduksi untuk menghasilkan *reduced Graphene Oxide* (rGO) dengan stabilitas dan selektivitas yang lebih tinggi (Agarwal dan Zetterlund, 2021). Metode reduksi GO yang terbaik adalah reduksi

termal dengan aksesibilitas dan fleksibilitasnya yang tinggi (Agarwal dan Zetterlund, 2021, Lin dan Grossman, 2015).

Melihat tren dan riset sebelumnya, rGO menunjukkan potensi yang sangat besar, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mendekatkan teknologi tersebut dengan pengaplikasian secara industrial. Salah satu tantangan dalam preparasi GO secara konvensional dengan metode Hummer adalah terciptanya produk samping berupa gas-gas beracun NO_2 dan N_2O_4 serta keberadaan ion Na^+ dan NO_3^- dalam limbah air pencucian GO. Salah satu perkembangan teknologi preparasi GO adalah rancangan metode yang diusulkan oleh (Marcano *dkk.*, 2010) yang mengatasi kekurangan metode Hummer tersebut dengan mensubstitusikan pemakaian katalis NaNO_3 dengan penggunaan H_3PO_4 serta peningkatan konsentrasi KMnO_4 .

Penelitian ini ditujukan untuk mereplikasi metode Hummer untuk menghasilkan membran GO dengan performa yang sama melalui metode yang lebih efektif untuk mengurangi biaya produksi serta untuk memenuhi kewajiban ekologi produksi GO secara industrial.

I.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian sebagai berikut.

1. Memperoleh membran rGO dengan kemampuan desalinasi yang baik melalui modifikasi temperatur tanpa penggunaan NaNO_3 melalui modifikasi bahan preparasi GO.
2. Menentukan kemampuan desalinasi rGO melalui metode pervaporasi yang dikarakterisasi dengan gugus fungsi dan jarak antarlapis membran.