

EFEKTIFITAS GO-SiO₂/PSF SEBAGAI MEMBRAN FILTRASI: LARUTAN NaCl DAN Methylene Blue

¹⁾Lutfiana Sari Ramadiani, ²⁾Munasir

¹⁾Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: lutfiana.18007@mhs.unesa.ac.id

²⁾Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: munasir_physics@unesa.ac.id

Abstrak

Krisis air bersih di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya, serta limbah dari sektor industri tekstil juga dapat menambah masalah tersebut. Untuk menangani krisis air bersih tersebut, terdapat berbagai macam proses pengolahan air, yaitu salah satunya adalah proses desalinasi dengan menggunakan bahan Graphene Oxide. Membran GO dengan penambahan nanopartikel hidrofilik dapat meningkatkan kekasaran dan kekuatan mekanis yang bagus. Nanopartikel SiO₂ juga memiliki permukaan spesifik yang tinggi sehingga dapat menyerap air atau hidrofilik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan membran GO-SiO₂/PSF untuk mengabsorpsi larutan NaCl dan metilen biru, dengan variasi TEOS 0,6; 0,8; 1,0; dan 1,2 ml. Hasil penelitian menunjukkan membran GO-SiO₂/PSF dapat digunakan untuk mengabsorpsi larutan metylene blue didapatkan nilai absorpsi paling optimum terjadi pada konsentrasi TEOS 0,8 dan membran GO-SiO₂/PSF dengan konsentrasi TEOS 0,8 juga memiliki nilai salt rejection yang paling efektif untuk larutan NaCl yaitu sebesar 67,0 %.

Kata Kunci: Membran filtrasi, silika, NaCl, metylene blue

Abstract

The clean water crisis in Indonesia is increasing every year, and waste from the textile industry sector can also add to this problem. To deal with the clean water crisis, there are various kinds of water treatment processes, one of which is the desalination process using graphene oxide. GO membranes with the addition of hydrophilic nanoparticles can increase the roughness and have good mechanical strength. SiO₂ nanoparticles also have a high specific surface so that they can absorb water or are hydrophilic. This study aims to determine the ability of the GO-SiO₂/PSF membrane to absorb NaCl and methylene blue solutions, with variations of TEOS 0.6; 0.8; 1.0; and 1.2 ml. The results showed that the GO-SiO₂/PSF membrane could be used to absorb methylene blue solution. The most optimum absorption value occurred at a TEOS concentration of 0.8 and the GO-SiO₂/PSF membrane with a TEOS concentration of 0.8 also had the most effective salt rejection value for NaCl solution, which is equal to 67.0%.

Keywords: Filtration membrane, silica, NaCl, metylene blue

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan luas wilayah laut 5,8 juta km² dan hanya 2,01 juta km² adalah wilayah daratan. Dengan memiliki luas wilayah laut yang ada, Indonesia berpotensi besar untuk dapat memanfaatkan dan mengolah air laut sebagai alternatif dalam memenuhi kebutuhan air bersih. Kebutuhan air bersih di Pulau Jawa pada tahun 1991 sampai 2020 sebesar 79,41 miliar m³ dan diprediksi akan meningkat 7,24 miliar m³ pada tahun 2021 sampai 2050, sedangkan ketersediaan air bersih di Pulau Jawa dalam rentang tahun 1991 sampai dengan 2020 dan tahun 2021 sampai dengan tahun 2050 mengalami penurunan sebesar 75,68 miliar m³ (Nurul Chairunnisa, C. A., 2021).

Kelangkaan air bersih tersebut disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya jumlah kebutuhan air yang terus meningkat dan melebihi kemampuan penyediaannya (Ninin Gusdini, M. J., 2016) serta akibat dari aktivitas manusia yang tidak bertanggung jawab (Martha, J., 2017). Kelangkaan air bersih juga berdampak pada masyarakat kalangan menengah kebawah karena harus menyediakan biaya untuk memenuhi kebutuhan air bersih, dan diperkirakan 100 juta rakyat Indonesia belum mempunyai akses terhadap air bersih (Anih Sri Suryani, 2016).

Sementara, pada sektor industri tekstil setiap tahunnya mengalami peningkatan. Secara global, industri tekstil dapat menghasilkan sekitar 700 ton pewarna setiap tahunnya (S.N. Jain, P.R. Gogate, 2017). Pada industri tekstil menggunakan berbagai jenis zat warna sebagai bahan dasar dalam produksi salah satunya adalah *Methylene blue*. *Methylene blue* adalah senyawa aromatik heterosiklis yang sering digunakan dalam industri tekstil, sutra, dan wool (Tehubijuluw, H., dkk, 2021). Hal tersebut dapat menyebabkan terjadinya pelepasan limbah pewarna yang membahayakan lingkungan sekitar dan dapat merusak organisme air (V.K. Gupta, B. dkk, 2011).

Berdasarkan data dari World Resources Institute (WRI), Indonesia memperoleh peringkat ke-51 dengan tingkat krisis air bersih level resiko tinggi (High 40-80% possibility). Untuk menangani kelangkaan air bersih tersebut, terdapat berbagai macam proses pengolahan air, yaitu salah satunya adalah proses desalinasi.

Desalinasi merupakan teknik pemurnian air dengan cara memisahkan kadar zat dari air (I Dewa Gede Agustriputra, P. W., 2021) dengan mereduksi ion-ion ke taraf yang diperlukan sesuai dengan keperluan manusia (Aondohemba Aende, J. G., 2020). Proses *desalinasi dapat dilakukan dengan menggunakan bahan Graphene Oxide*.

Membran GO mengandung gugus-gugus seperti epoksida, karboksil, dan hidroksil yang dapat berikatan dengan air. Membran GO juga memiliki kekuatan mekanis yang bagus sehingga mudah difabrikasi dan berpotensi diproduksi dalam skala industri [Zaki, U., 2016]. Namun, membran GO murni memiliki struktur halus yang bertumpuk dan memiliki peningkatan pada kinerja membran yang terbatas. Berdasarkan teori Cassie-Wenzel, terdapat metode yang efektif untuk mengatasi kelemahan dari membran GO yaitu dengan penambahan nanopartikel hidrofilik untuk meningkatkan kekasaran pada permukaan (Jiawei Sun, dkk, 2018).

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Jiawei Sun et all menggunakan membran GO/SiO₂ sebagai pemisah minyak dalam air dan didapatkan bahwa penggabungan nanopartikel SiO₂ dengan GO dapat memperluas dan meningkatkan permeabilitas air dengan penolakan minyak (>99%) untuk berbagai jenis emulsi minyak dalam air (Jiawei Sun, dkk, 2018).

Nanopartikel SiO₂ amorf memiliki sifat yang dapat membawa sejumlah besar gugus hidroksil dan konsentrasi gugus hidroksil berbanding lurus dengan luas permukaan yang spesifik dari silika amorf. Nanopartikel SiO₂ juga memiliki permukaan spesifik yang tinggi sehingga dapat menyerap air atau hidrofilik, serta di permukaan SiO₂ terdapat gugus siloksan (Si-O-Si) yang melimpah dan dapat menjembatani dengan atom oksigen (Jiawei Sun, dkk, 2018). Berdasarkan hal tersebut, pemilihan nanopartikel SiO₂ dan GO diharapkan dapat digunakan untuk desalinasi air.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan

Beberapa bahan yang digunakan diantaranya bubuk grafit yang dihasilkan dari ekstrak tempurung kelapa, NaNO_3 , KMnO_4 , H_2O , H_2O_2 (30%), NH_4OH (25%), air suling dan TEOS yang semuanya diperoleh dari Edu Lab, H_2SO_4 (95-97%) diperoleh dari Indofa, HCl (37%) diperoleh dari Mallinckrodt, NMP diperoleh dari Merck, dan PSF diperoleh dari sigma Aldrich. Selanjutnya dilakukan sintesis GO, dan SiO_2 kemudian sintesis komposit GO/SiO_2 dan membrane $\text{GO-SiO}_2/\text{Psf}$.

B. Metode Uji Filtrasi dan Salt-Rejection

Larutan NaCl menggunakan 27,79 g/ml dengan luas membran $\text{GO-SiO}_2/\text{PSF}$ 12,25 cm^2 yang diletakkan dalam corong buchner flask dan dihubungkan dengan pompa vakum (Rocker 300) menggunakan selang. Pompa vakum dinyalakan, kemudian membran ditetesi 10 ml larutan NaCl dengan tekanan 650 mmHg untuk semua variasi membran $\text{GO-SiO}_2/\text{PSF}$. Membran yang telah dilewatkan larutan NaCl kemudian ditimbang.

Larutan *methylene blue* 20 ppm dilewatkan membran $\text{GO-SiO}_2/\text{PSF}$ berukuran 12,25 cm^2 yang diletakkan dalam corong buchner flask dan dihubungkan dengan pompa vakum (Rocker 300) menggunakan selang. Pompa vakum dinyalakan, kemudian membran ditetesi 10 ml larutan *methylene blue* dengan tekanan 650 mmHg untuk semua variasi membran $\text{GO-SiO}_2/\text{PSF}$. Hasil larutan *methylene blue* yang tersaring akan dilakukan uji UV-Vis untuk mengetahui absorbansi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Uji Salt-Rejection

Berdasarkan Tabel 1 hasil perhitungan *salt-rejection*, nilai C_p didapatkan dari total padatan NaCl yang terlarut di dalam air tawar dengan massa jenis garam sebesar 2,16 g/ml dan nilai C_f didapatkan dari konsentrasi awal pada larutan NaCl yaitu sebesar 27,79 g/ml. Membran $\text{GO-SiO}_2/\text{PSF}$ dengan konsentrasi TEOS 0,8 ml menunjukkan hasil yang paling efektif untuk desalinasi air laut, karena membran $\text{GO-SiO}_2/\text{PSF}$ mampu menyaring senyawa NaCl dalam larutan sebesar 67,22%. Nilai *salt-rejection* yang tinggi disebabkan oleh sebaran butiran silika pada membran sangat rapat sehingga pori-porinya semakin kecil dan mampu menyaring senyawa NaCl secara efisien (Mufid, Ali dan Erna Hastuti, 2013). Membran $\text{GO-SiO}_2/\text{PSF}$ dengan konsentrasi TEOS 1,0 ml dan 1,2 ml terjadi penurunan karena perbandingan matriks dan filler tidak seimbang.

Tabel 1. Hasil perhitungan *salt-rejection*

Membran Wt%	C_f	C_p	<i>Salt-rejection</i> (%)
GO-SiO_2 0,6	27,79	18,98	31,70
GO-SiO_2 0,8		9,11	67,22
GO-SiO_2 1,0		14,06	49,41
GO-SiO_2 1,2		11,09	60,09

B. Uji Fluks Aliran

Nilai fluks aliran dipengaruhi oleh konsentrasi TEOS pada kandungan membran $\text{GO-SiO}_2/\text{PSF}$. Nilai fluks aliran pada larutan NaCl dan *methylene blue* dapat dilihat pada Tabel 2. Dimana nilai fluks yang rendah menunjukkan permeabilitas membran yang rendah, sehingga dapat dikatakan membran lebih optimal dalam penyaringan larutan.

Tabel 2. Hasil perhitungan fluks aliran

Membran Wt%	Waktu (Jam)		Fluks ($\text{L.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$)	
	NaCl	<i>Methylene Blue</i>	NaCl	<i>Methylene Blue</i>
GO-SiO_2 0,6	0,13	0,12	79,37	81,30
GO-SiO_2 0,8	0,17	0,16	47,46	51,55
GO-SiO_2 0,1	0,15	0,14	53,71	59,88
GO-SiO_2 1,2	0,16	0,15	48,88	54,05

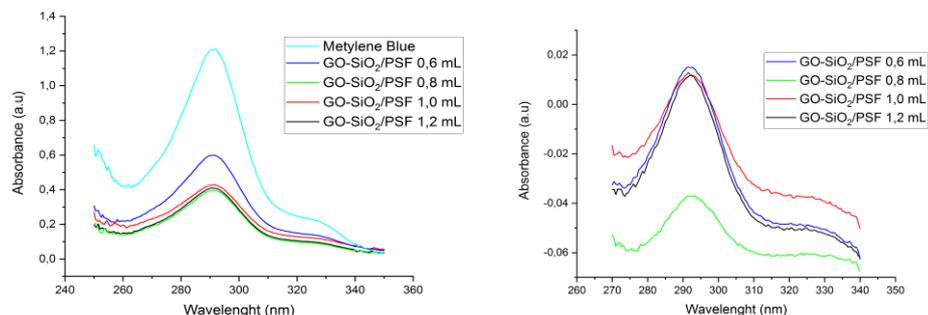
Waktu penyaringan larutan sangat berpengaruh terhadap nilai fluks air yang dihasilkan, dimana semakin lama waktu penyaringan maka membran *GO-SiO₂/PSF* memiliki ukuran pori-pori yang rapat. Membran *GO-SiO₂/PSF* dengan konsentrasi TEOS 0,8 ml memiliki nilai fluks yang paling rendah yaitu 47,46 L.m⁻².h⁻¹ pada larutan NaCl dan 51,55 L.m⁻².h⁻¹ pada larutan *methylene blue*. Penurunan fluks pada membran dapat disebabkan oleh penutupan sejumlah pori-pori pada membran. Fluks membran akan menurun pada saat bertambahnya waktu penyaringan (Zulfi, F. dkk, 2014). Membran *GO-SiO₂/PSF* dengan konsentrasi TEOS 0,8 ml memiliki ukuran pori-pori yang rapat sehingga lebih efisien untuk penyaringan larutan NaCl dan *methylene blue*.

C. Uji Filtrasi dan Analisis dengan UV-Vis

Dengan menggunakan *methylene blue* 20 ppm yang selanjutnya dilakukan uji filtrasi. Larutan *methylene blue* disaring menggunakan membran *GO-SiO₂/PSF* dengan dengan variasi konsentrasi TEOS 0,6; 0,8; 1,0; dan 1,2 ml. Hasil uji filtrasi larutan *methylene blue* dimana larutan *methylene blue* yang telah disaring menggunakan membran *GO-SiO₂/PSF* tampak terjadi perubahan warna yang sebelum penyaringan dan setelah penyaringan.

Uji UV-Vis dilakukan dengan menggunakan panjang gelombang 200 hingga 600 nm, dan diperoleh nilai absorbansi yang ada pada tiap sampel (**Gambar 1(a)**). Larutan *methylene blue* tanpa dilewatkan membran *GO-SiO₂/PSF* didapatkan nilai absorbansi sebesar 1,206 pada panjang gelombang 291 nm.

Methylene blue yang dilewatkan membran *GO-SiO₂/PSF* pada 1 kali penyaringan (**Gambar 1(a)**) terjadi penurunan nilai absorbansi, dimana absorbansi paling optimum terjadi pada membran dengan konsentrasi TEOS 0,8 ml yaitu 0,396 pada panjang gelombang 291 nm. Hal tersebut sesuai dengan literatur yang dilakukan Nurul dkk, 2019 dimana absorbansi *methylene blue* dapat dilakukan dengan menggunakan silika (Widiastuti, dkk., 2019). Hal tersebut juga mendukung pernyataan Cahyo dkk, 2018 bahwa bahwa semakin banyak kadar silika yang digunakan maka luas permukaan besar sehingga semakin efektif menyerap *methylene blue* (Cahyo, I.D., dkk, 2018). Namun, pada membran dengan konsentrasi TEOS 1,0 ml dan 1,2 ml terjadi kenaikan nilai absorbansi dikarenakan saat pembuatan membran kandungan matriks dan filler tidak seimbang serta kurang merata yang menyebabkan membran kurang maksimal dalam proses penyaringan.



Gambar 1. Uji UV-Vis larutan *Methylene Blue* : (a) 1 kali, dan (b) 5 kali penyaringan

Berdasarkan **Gambar 1(b)** larutan *methylene blue* yang telah dilewatkan membran *GO-SiO₂/PSF* sebanyak 5 kali penyaringan terjadi penurunan nilai absorbansi yang cukup signifikan dibandingkan dengan 1 kali penyaringan. Semakin banyak proses penyaringan menggunakan membran *GO-SiO₂/PSF* maka semakin rendah kandungan *methylene blue* pada larutan. Sesuai dengan pernyataan Neldawati, 2013 bahwa kandungan *methylene blue* pada larutan yang telah dilewatkan pada membran semakin berkurang ketika selesai dilakukan uji filtrasi (Neldawati, dkk., 2013). Secara visual terjadi perubahan warna yang cukup signifikan dan relatif lebih jernih, dimana perubahan warna tersebut sesuai dengan hasil uji UV-Vis yang telah dilakukan. Membran *GO-SiO₂/PSF* dengan TEOS 8 ml pada 5 kali penyaringan didapatkan nilai absorbansi negatif, yang menunjukkan bahwa sampel tersebut tidak mengandung analit *methylene blue* atau kadar *methylene blue* yang terkandung dalam larutan dibawah limit deteksi dari metode

spektrometer UV-Vis yang digunakan, sehingga dapat dikatakan membran GO-SiO₂/PSF dengan TEOS 8 ml tersebut lebih efektif dalam penyaringan *methylene blue*.

IV. PENUTUP

A. Simpulan

Membran GO-SiO₂/PSF dapat digunakan untuk mengabsorpsi larutan metylene blue dan didapatkan nilai absorbansi paling efektif terjadi pada konsentrasi TEOS 0,8 ml. Membran GO-SiO₂/PSF dengan konsentrasi TEOS 0,8 ml juga memiliki nilai salt rejection yang paling efektif untuk larutan NaCl yaitu sebesar 67,22 %, karena nilai salt-rejection yang tinggi dan nilai absorbansi rendah disebabkan oleh sebaran butiran silika pada membran yang rapat sehingga pori-porinya semakin kecil dan mampu menyaring senyawa NaCl dan metylene blue dengan baik.

B. Saran

Penelitian yang dilakukan pada uji filtrasi ini memberikan pengalaman agar:

1. Membran pada corong bunchner funnel harus benar-benar menutupi permukaan corong agar larutan tidak ada yang lolos tanpa melewati membran
2. Kekurangan alat filtrasi dalam proses penyaringan dikarenakan corong bunchner funnel harus ditutup rapat untuk membaca tekanan, dimana tekanan tersebut berpengaruh terhadap fluks aliran.

DAFTAR PUSTAKA

- Anih Sri Suryani. (2016). *Jurnal Masalah-Masalah Sosial*, 07, 33-48.
- Aondohemba Aende, J. G. (2020). Seawater Desalination: A Review of Forward Osmosis. *Processes*, 8, 1-36.
- Cahyo, Iqbal Dwi dkk. (2018). Studi Karakteristik Absorpsi Metilen Blue Pada Sekam Padi. *e-Proceeding of Engineering*, 5625.
- F, Zulfi dkk. (2014). Karakterisasi Fluks Membran. *Jurnal Biofisika*, 10 (1), 19-29.
- I Dewa Gede Agustriputra, P. W. (2021). Kajian dan penerapan teknologi atomisasi ultrasonik dalam proses. *Journal of Applied Mechanical Engineering*, 31-35.
- Jiawei Sun, H. B. (2018). One-step preparation of GO/SiO₂ membrane for highly efficient separation. *Journal of Membrane Science*, 131-138.
- Martha, J. (2017). Isu Kelangkaan Air dan Ancamannya Terhadap Keamanan Global. *Ilmu Politik dan Komunikasi*, 7, 147-157.
- Mufid, Ali dan Erna Hastuti (2013). Karakterisasi Sifat Fisis Membran Padat Silika (SiO₂) untuk Filtrasi Air Laut Menjadi Air Tawar. *Jurnal Neutrino*. 40-46
- Neldawati, Ratnawulan dan Gusnedi. (2013). Analisis nilai absorbansi dalam penentuan kadar flavioindolisin dalam ekstrak daun jambu batu. *Jurnal Ilmiah*, 12, 175-186.
- Ninin Gusdini, M. J. (2016). Kelangkaan Air Bersih : Telaah Sistem Pelayanan Penyediaan. *Sumber Daya Air*, 12, 175-186.
- Nurul Chairunnisa, C. A. (2021). Analisis Neraca Air di Pulau Jawa-Bali sebagai Upaya Antisipasi. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. 06. 61-80.
- Puerari, Rodrigo et al. (2020). The influence of amine-functionalized SiO₂ nanostructures upon nanofiltration membranes. *Environmental Nanotechnology*. 13. 1-9.
- S.N. Jain, P.R. Gogate. (2017). Acid Blue 113 removal from aqueous solution using novel biosorbent based on NaOH treated and surfactant modified fallen leaves of *Prunus Dulcis*. *J. Environ. Chem. Eng.* 5 (4) 3384-3394.
- Tehubijuluw, H dkk . (2021). Utilization of red mud waste into mesoporous ZSM-5 for methylene blue adsorption - desorption studies. *Environmental Science and Pollution Research*. 28(28). 37354-37370.
- untuk berbagai jenis daun tanaman obat. *pillar of physics*, 76-83.

- V.K. Gupta, B. et al. (2011). A comparative investigation on adsorption performances of mesoporous activated carbon prepared from waste rubber tire and activated carbon for a hazardous azo dye-Acid Blue 113. *J Hazard. Mater.* 186 (1) 891-901.
- Widiastuti, Nurul dkk. (2019). Adsorpsi Metilen Biru dan Kongo Merah pada Zeolit-X Hasil Sintesis dari Abu Dasar. *SPECTA Journal of Technology.* 03. 20-35.
- Zaki, U. (2016). Preparasi Membran Graphene Oxide Untuk Desalinasi Air Laut. *ResearchGate*, 1-9.