

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI MEMBRAN KERAMIK MICRO-FILTRASI DARI ZEOLIT ALAM UNTUK FILTRASI ZAT WARNA *PROCION RED MX8B* DAN METILEN BIRU

(*PREPARATION MICRO-FILTRATION CERAMIC MEMBRANE FROM NATURAL ZEOLITE FOR PROCION RED MX8B AND METHYLENE BLUE FILTRATION*)

Dyah Choiriyah, Esfi Riandini, Arinta Wulandari, Oktaviana Dewi Indah P, Alifia Harista Rachma, Edi Pramono*

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret Jl. Ir.Sutami 36 A Ketingan Surakarta 57126 Tlp/fax: 0271-663375

*email: edi.pramono.uns@gmail.com

Received 26 August 2014, Accepted 09 January 2015, Published 01 March 2015

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian pembuatan membran keramik dari zeolit alam dan pemanfaatannya untuk filtrasi zat warna *procion red MX8B* dan metilen biru. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui permeabilitas dan selektivitas membran keramik zeolit alam dalam filtrasi zat warna *procion red MX8B* dan metilen biru. Membran dibuat dengan metode press pellet yang dikalsinasi pada suhu 850 °C. Membran dikarakterisasi dengan uji mekanik, fluks, dan rejeksi terhadap zat warna. Hasil uji tekan menunjukkan bahwa membran mempunyai kekuatan tekan 1369,178 psi pada kondisi kering, dan 1388,933 psi pada kondisi basah. Uji fluks menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan yang diberikan maka fluks yang dihasilkan juga semakin besar, akan tetapi semakin besar tekanan mengakibatkan selektivitasnya menurun. Hasil rejeksi menunjukkan filtrasi zat warna metilen biru dengan persen rejektivitas mencapai 70%, sementara filtrasi zat warna *procion red MX8B* memiliki persen rejektivitas kurang dari 20%.

Kata kunci : filtrasi, membran keramik, metilen biru, *procion red MX8B*, zeolit alam

ABSTRACT

The study of ceramic membrane fabrication from natural zeolite and its utilization for filtration of *procion red MX8B* and methylene blue has been investigated. The purposes of this study are to determine the effect of pressure on membrane permeability and selectivity and utilize natural zeolite as ceramic membranes *procion red MX8B* and methylene blue filtration. The membrane was prepared by metode press pellets and then calcined at 850 °C. The membranes were characterized by mechanical test, flux and rejection of dye. The compression test of the membrane found the values of 1369.178 psi in dry conditions to 1388.933 psi in wet conditions. The flux test found that the higher the pressure applied, the flux was increase. However, the high pressure also decreased the selectivity. Rejection test found that the rejection of methylene blue filtration up to 70%. Meanwhile, *procion red MX8B* filtration has rejectivity less than 20%.

Keywords: ceramic membrane, filtration, methylene blue, natural zeolite, *procion red MX8B*

PENDAHULUAN

Proses pewarnaan pada industri tekstil menghasilkan limbah zat warna yang dapat menimbulkan masalah lingkungan, terutama masalah perairan. Zat warna sintetik yang banyak digunakan terutama di wilayah Surakarta dan sekitarnya yang merupakan salah satu sentral industri batik adalah *Procion red MX8B* dan metilen biru (Gunlazuardi, 2001). Untuk menanggulangi limbah tersebut telah banyak dikembangkan berbagai metode antara lain dengan cara klorinasi (Vacchi *et al.*, 2013), adsorpsi (Mittal *et al.*, 2010), koagulasi menggunakan bahan kimia (Zahrim and Hilal, 2013), dan filtrasi dengan menggunakan membran (Kim *et al.*, 2005)

Teknologi membran memiliki banyak keunggulan. Keunggulan tersebut yaitu pemisahan dengan membran tidak membutuhkan zat kimia tambahan dan juga kebutuhan energinya sangat minimum. Beberapa material membran terus dikembangkan untuk menghasilkan membran yang baik dalam proses fitrasi diantaranya membran keramik (Mulder, 1996). Saat ini, aplikasi dari membran keramik telah mengalami peningkatan yang pesat dikarenakan membran keramik memiliki kemampuan yang baik dalam proses pemisahan serta stabilitas termal dan mekanik (Hristov *et al.*, 2012)

Material anorganik yang cukup berpotensi dalam aplikasi membran keramik salah satu contohnya adalah zeolit alam (Nasir *et al.*, 2013). Zeolit alam telah digunakan secara luas karena memiliki karakteristik kimia dan fisika yang unik. Zeolit alam mempunyai struktur pori yang beragam, tahan terhadap panas dan kekuatan mekanisme serapannya yang baik, serta tahan terhadap lingkungan kimia yang ekstrim. Struktur pori zeolit yang berbeda-beda membuat zeolit banyak digunakan untuk pemisahan berbagai molekul kecil (Shan *et al.*, 2004).

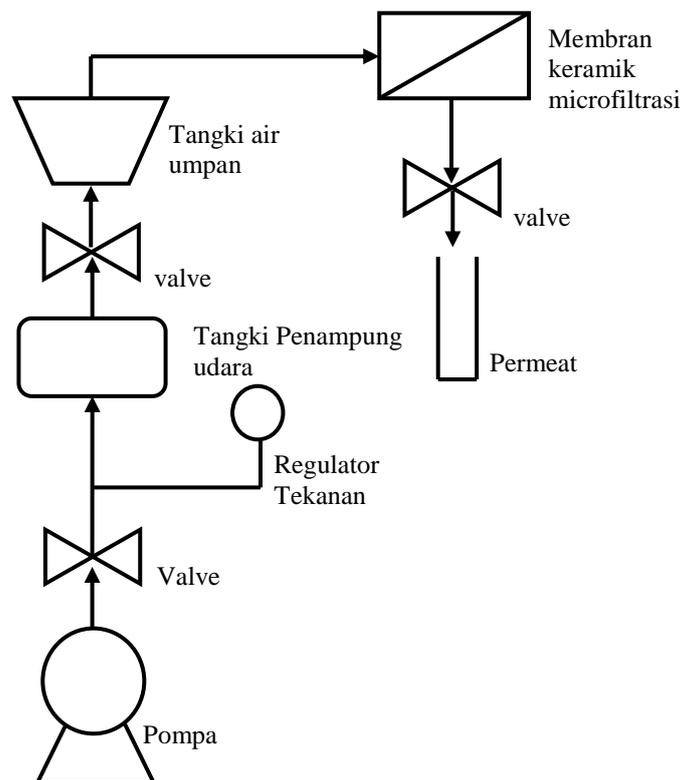
Dalam artikel ini kami uraikan pemanfaatan zeolit alam dari Indonesia dalam proses filtrasi zat warna. Penelitian ini bertujuan mengetahui sifat fisik membran, serta kinerja membran zeolit alam yaitu permeabilitas dan rejeksi membran terhadap *Procion red MX8B* dan metilen biru.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan pada penelitian ini zeolit alam berjenis moldenit dari Klaten, metilen biru p.a (Merck), *procion red MX8B* teknis, akuades.

Pembuatan Membran

Zeolit alam dihaluskan dan diayak sampai 150 mesh. Zeolit yang sudah halus tersebut dicetak menggunakan alat pres pelet untuk menghasilkan disk membran. Pada penelitian ini dihasilkan membran dengan diameter 1 cm. Membran dikalsinasi pada suhu 850 °C selama 2 jam dan dikarakterisasi dengan uji mekanik dengan alat *mechanical testing machine* (UTM-RAY-RAN M500-50CT) dengan kecepatan pengujian 1 mm/menit, fluks air, rejeksi terhadap metilen biru dan *procion red MX8B*.



Gambar 1. Skema alat pengujian fluks dan rejeksi.

Penentuan Fluks Air

Skema alat pengujian fluks dan rejeksi membran ditunjukkan pada Gambar 1. Kedalam alat ultrafiltrasi yang telah terpasang membran dimasukkan akuades sebanyak 200 mL. Dalam uji fluks ini dilakukan dengan memvariasikan tekanan, yaitu pada 5 psi, 10, 15, 20, dan 25 psi dalam rentang waktu yang sama. Kran pintu keluar permeat dibuka dan akuades dibiarkan keluar kurang lebih 15 menit untuk proses kompaksi. Setelah 15 menit, cairan ditampung dengan selang waktu 3 menit dan dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali atau diulangi sampai diperoleh volume konstan. Fluks air ditentukan dengan persamaan (1) :

$$J = \frac{V}{A \times t}, \text{ dimana} \quad (1)$$

J = fluks air (L/m².jam)

V = volume (L)

A = luas permukaan membran (m²)

t = waktu (jam)

Penentuan Rejeksi Zat Warna

Larutan 50 ppm zat warna (*procion red MX8B* dan metilen biru) dalam pelarut air dimasukkan ke dalam sel ultrafiltrasi sampai penuh. Kran pintu keluar permeat dibuka dan dilakukan kompaksi selama 15 menit. Dalam penentuan rejeksi zat warna ini juga dilakukan penentuan fluksnya dengan perlakuan yang sama seperti dalam penentuan fluks air. Setelah 15 menit, permeat ditampung dan ditentukan fluksnya. Retentat dan permeat masing-masing diukur serapannya dengan Spektrofotometri UV-VIS (PerkinElmer Lamda 25). Sebelum pengukuran retentat dan permeat diencerkan 10 kali. Besarnya konsentrasi permeat dan retentat ditentukan dengan metode kurva standar, sedangkan rejeksi ditentukan dengan persamaan (2) :

$$\%R = \left(1 - \frac{C_P}{C_R}\right) \times 100 \quad (2)$$

Dimana C_P = konsentrasi permeat (M)

C_R = konsentrasi retentat (M)

$\%R$ = persen rejeksi (%)

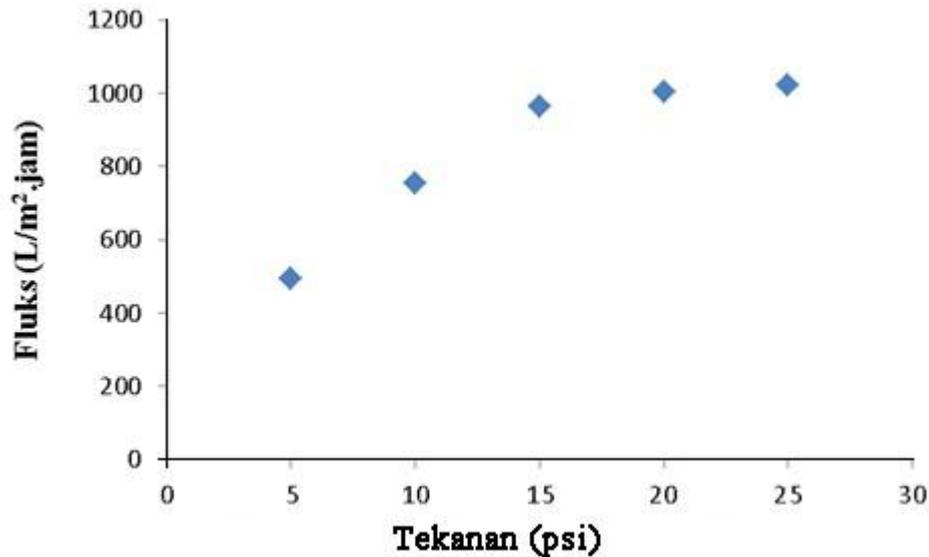
PEMBAHASAN

Dalam aplikasinya, kekuatan membran pada tekanan tertentu berpengaruh terhadap kinerja membran. Hasil uji tekan membran pada Tabel 1 menunjukkan kekuatan tekan membran pada kondisi kering atau basah tidak terlalu berbeda dan dengan hasil ini membran yang dibuat dapat menahan tekanan yang cukup besar, yaitu lebih dari 1000 psi. Uji tekan juga dilakukan dalam kondisi basah dikarenakan dalam aplikasinya membran digunakan untuk memfiltrasi cairan.

Dari hasil yang ditunjukkan pada Gambar 2, fluks yang dihasilkan meningkat seiring dengan bertambahnya tekanan yang diberikan dan relatif konstan pada 20 dan 25 psi. Semakin besar tekanan maka semakin besar gaya dorong yang diberikan kepada larutan untuk melewati membran sehingga banyak air umpan yang melewati membran.

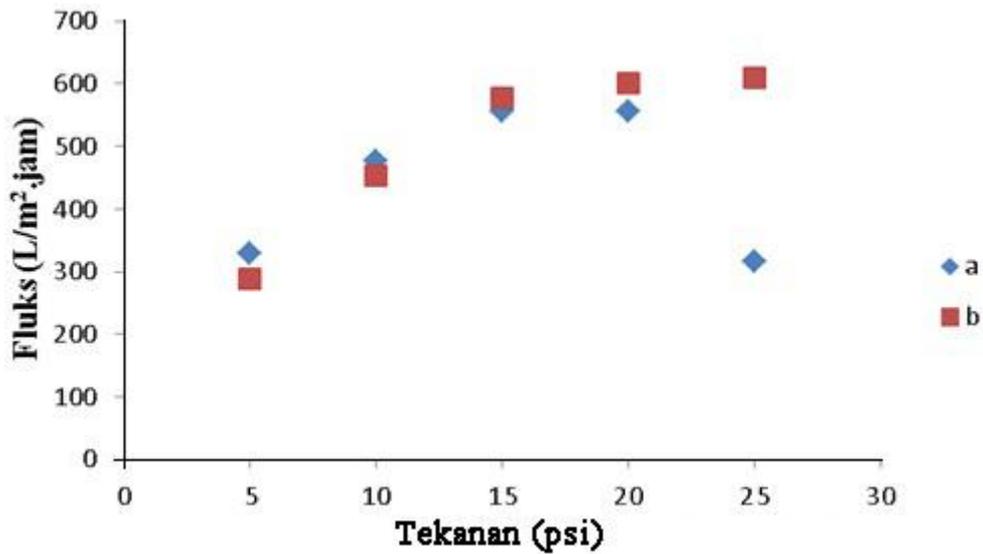
Tabel 1. Kekuatan tekan membran

Membran	Tekanan (psi)
Kondisi kering	1369,178 ± 4,280
Kondisi basah	1388,933 ± 8,143

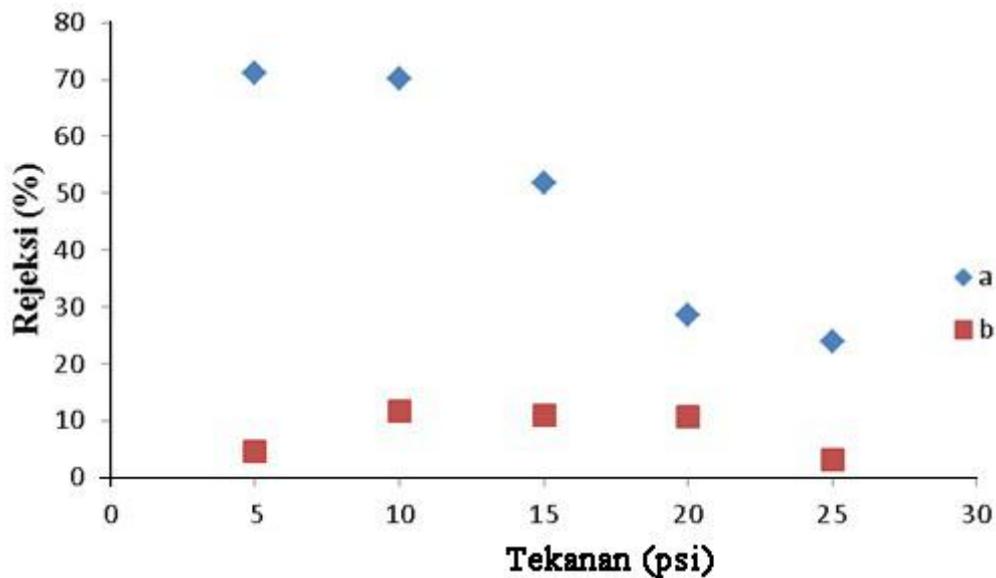


Gambar 2. Grafik fluks air pada berbagai tekanan.

Hasil pengukuran fluks dan rejeksi membran terhadap senyawa metilen biru dan *procion red MX8B* ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4. Pada pengukuran dengan tekanan yang sama persen rejeksi metilen biru lebih besar dibandingkan dengan *procion red MX8B* sebesar 70 dan 20%. Hal ini menunjukkan bahwa membran memiliki kemampuan filtrasi lebih baik terhadap metilen biru. Data juga menunjukkan bahwa kedua zat masih mampu melewati membran. Hal ini dimungkinkan kedua material tersebut memiliki ukuran partikel yang lebih kecil dibandingkan pori membran. Namun demikian pengukuran rejeksi pada kedua zat warna tersebut pada berbagai tekanan menunjukkan semakin tinggi tekanan semakin rendah nilai rejeksi. Hal ini disebabkan semakin besar daya dorong yang diberikan mengakibatkan beberapa molekul yang tertahan di permukaan membran akan tertekan dan masuk ke pori membran dan lolos sebagai permeat.



Gambar 3. (a) Fluks pada metilen biru, (b) Fluks pada *procion red MX8B*.



Gambar 4. Rejeksi pada metilen biru (a), pada *procion red MX8B* (b).

KESIMPULAN

Membran yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki ketahanan fisik yang cukup tinggi pada kondisi kering dan basah yaitu berturut-turut mencapai 1369 psi dan 1388 psi. Data fluks air menunjukkan semakin besar tekanan yang diberikan pada sistem semakin meningkat nilai fluks air. Membran zeolit menunjukkan kinerja yang lebih baik terhadap metilen biru dibandingkan *procion red MX8B*. Sementara itu peningkatan tekanan pada

proses pengujian menghasilkan penurunan nilai rejeksi pada kedua zat warna yang diujikan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada DIKTI yang telah mendanai penelitian ini melalui program kreativitas mahasiswa (PKM) DIKTI tahun 2014.

DAFTAR PUSTAKA

- Gunlazuardi, J., 2001, Fotokatalisis pada Permukaan TiO₂: Aspek Fundamental dan Aplikasinya, *Prosiding Seminar Nasional Kimia Fisika II*, Jurusan Kimia F.MIPA. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Hristov, P., Yoleva, A., Djambazof S., Chukovska, I., and Dimitrov, D., 2012, Preparation and Characterization of Porous Ceramic Membrane For Micro-Filtration From Natural Zeolite, *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, vol. 47, no. 4, pp. 476-480.
- Kim, T., Park, C., and Kim, S., 2005, Water recycling from desalination and purification process of reactive dye manufacturing industry by combined membrane filtration. *Journal of Cleaner Production*, vol. 13, pp. 779-786.
- Mittal, A., Mittal, J., Malviya, A., Kaur, D., and Gupta, V.K., 2010, Adsorption Of Hazardous Dye Crystal Violet From Wastewater By Waste Materials, *Journal of Colloid and Interface Science*, vol. 343, pp. 463-473.
- Mulder, M., 1996, *Basic Principles of Membran Technology*, Kluwer Academic Publisher, Netherlands.
- Nasir, S., Budi, T., and Silviaty, I., 2013, Aplikasi Filtrasi Keramik Berbasis Tanah Liat Alam dan Zeolit Pada Pengolahan Air Limbah Hasil Proses Laundry, *Jurnal Bumi Lestari*, vol. 13, no. 1, pp. 45-51.
- Shan, W., Zhang, Y., Yang, W., Ke, C., Gao, Z., Ye, Y., and Tang, Y., 2004, Electrophoretic Deposition Of Nanosized Zeolites In Non-Aqueous Medium And Its Application In Fabricating Thin Zeolite Membranes, *Microporous and Mesoporous Material*, vol. 69, pp. 35-42.
- Vacchi, F.I., Albuquerque, A.F., Vendemiatti, J.A., Morales, D.A., Ormond, A.B., Freeman, H.S., Zocolo, G.J., Zanoni, M.V.B., and Umbuzeiro, G., 2013, Chlorine Disinfection Of Dye Wastewater: Implications For A Commercial Azo Dye Mixture, *Science of the Total Environment*, vol. 442, pp. 302-309.
- Zahrim, A.Y., and Hilal, N., 2013, Treatment Of Highly Concentrated Dye Solution By Coagulation/Flocculation-Sand Filtration and Nanofiltration, *Water Resources and Industry*, vol. 3, pp. 23-34.