

SINTESIS MEMBRAN SILIKA BERBAHAN BAKU SEKAM PADI VARIASI: MASSA SILIKA

Trie Suci Ramadhani¹, Jhon Armedi Pinem², Idral Amri³

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293

²Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293

triesucyr@gmail.com

ABSTRACT

The membrane is a selective and semipermeable layer that is between two phases, namely the feed phase and the permeate phase. The synthesis of silica membrane made from rice husk was carried out using phase inversion method. The purpose of this study was to determine the classification of silica membranes through characterization, determine the effect of variations in silica mass (5, 10, 15, and 20 gram) on the membrane pore, flux, and rejection using variations of operating pressure 1, 2, 3 bars. This study produced a porous membrane. Characterization tests carried out include SEM analysis, flux and rejection. Based on the test characteristics of permeability, selectivity, and pore statistics that have been carried out on the membrane shows that the silica membrane is an ultrafiltration type membrane.

Keywords : phase inversion, rhodamin B, semipermeabel, ultrafiltration

1. Pendahuluan

Sekam padi sebagai limbah yang berlimpah khususnya di negara agraris, merupakan salah satu sumber penghasil silika terbesar setelah dilakukan pembakaran sempurna (Mittal, 1997). Abu sekam padi hasil pembakaran yang terkontrol pada suhu tinggi (500 - 600 °C) akan menghasilkan abu silika yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai proses kimia (Putro, 2007).

Houston (1972) mengatakan bahwa abu sekam padi mengandung silika sebanyak 86 % - 97 % berat kering, sedangkan menurut Mittal (1997) abu sekam padi mengandung silika sebanyak 90 - 98 % berat kering. Tingginya kandungan silika abu sekam padi ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku material berbasis silika seperti silika gel dan membran silika.

Silika mempunyai sifat fisik yang sangat baik untuk dijadikan material

membran yaitu stabil terhadap pengaruh mekanik, temperatur, dan kondisi keasaman (Rusmawati, 2007). Silika yang dihasilkan dari sekam padi memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan silika mineral, dimana silika sekam padi memiliki butiran halus, lebih reaktif, dapat diperoleh dengan cara mudah dengan biaya yang relatif murah, serta didukung oleh ketersediaan bahan baku yang melimpah dan dapat diperbaharui (Sy dan Mardina, 2013).

Di Indonesia, teknologi membran belum berkembang begitu pesat seperti di negara maju karena membran belum banyak diproduksi di Indonesia. Industri yang akan menggunakan teknologi ini harus mengimpor membran beserta modul dan sistemnya sehingga harganya relatif lebih mahal. Upaya pencarian bahan baku alternatif untuk pembuatan membran juga sangat diperlukan mengingat Indonesia yang kaya dengan sumber daya alam. Salah satu

bahan baku yang dapat digunakan untuk pembuatan membran adalah silika (SiO_2).

Pembuatan membran menggunakan bahan baku yang berasal dari alam belakangan ini sudah banyak dilakukan untuk menyaingi harga membran yang mahal. Pembuatan membran silika menggunakan bahan baku sekam padi diharapkan mampu menciptakan membran dengan harga terjangkau dan dapat mengurangi produk impor.

Membran merupakan suatu lembaran/lapisan tipis fleksibel bersifat semipermeabel, yang berfungsi sebagai pemisah selektif antara dua fasa yaitu fasa umpan dan fasa permeat (Wenten, 1999). Teknik-teknik yang biasanya digunakan pada proses pembuatan membran antara lain *sintering*, *stretching*, *track-etching*, *template-leaching* dan inversi fasa.

Inversi fasa adalah suatu proses perubahan bentuk polimer dari fasa cair menjadi padatan dengan kondisi terkendali (Rosnelly, 2012). Proses inversi fasa terjadi dengan penguapan pelarut, presipitasi dengan penguapan terkendali, presipitasi termal, presipitasi fasa uap dan presipitasi immersi. Pada penelitian ini sintesis membran silika dari sekam padi dilakukan dengan cara inversi fasa. Pemilihan metode inversi fasa dikarenakan dengan metode ini dihasilkan struktur dan morfologi membran yang padat, kompak dan berpori. Metode ini juga cocok digunakan dalam pembuatan membran dari berbagai polimer (Wenten, 1999).

Pada penelitian sebelumnya disintesis membran silika dari sekam padi, penelitian tersebut menghasilkan membran dengan unsur SiO_2 yang tinggi dengan struktur pori rapat yang mampu merejeksi TDS hingga 86,55 %. Melihat potensi tersebut maka silika dari sekam padi dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan membran. Rhodamin B merupakan suatu zat warna yang biasa digunakan pada industri tekstil yang memiliki senyawa organik berbahaya dan bersifat racun. Limbah yang dihasilkan dari industri tekstil dapat mencemari bahkan merusak

perairan. Berdasarkan dampak yang diakibatkan limbah cair tekstil maka pada Permen LH No.5 Tahun 2014, pemerintah menjadikan limbah cair tekstil sebagai limbah yang sangat diperhatikan dimana air buangan limbahnya harus memenuhi baku mutu.

Pada penelitian ini dilakukan sintesis membran silika berbahan baku sekam padi dengan variasi silika 5, 10, 15, dan 20 gram untuk dekolorisasi limbah cair rhodamin B. Penelitian menggunakan silika dari bahan alam ini diharapkan mampu mengatasi permasalahan limbah cair tekstil dan harga membran yang mahal, sehingga teknologi membran dapat berkembang pesat di Indonesia.

2. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah abu silika sekam padi, HCl, HNO_3 , akuades, NaOH, *poly vinyl alcohol* (PVA), *poly ethylen glychol* (PEG), kertas saring, kertas pH, dan Rhodamin B.

Alat yang dipakai

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas kimia 250 ml, erlenmeyer 250 ml, oven, *furnace*, cawan porselin, cawan petri, batang pengaduk, buret, pipet volumetrik 25 ml, beker *glass* 1 L, *magnetic stirrer*, ayakan 200 mesh, neraca analitik, penggerus, *hot plate*, plat kaca, spatula, pipet tetes, gelas ukur 10 ml, *stopwatch*.

Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel tetap dan variabel bebas. Variabel tetap pada penelitian ini yaitu pada proses pengabuan sekam padi suhu pemanasan (*sintering*) 600°C , waktu pemanasan 3 jam, pada proses pemurian abu sekam padi digunakan abu sekam padi 100 gram, NaOH 3 M 250 ml, HCL 5 N 100 ml, pada proses pembuatan larutan PVA digunakan PVA 6 gram, HNO_3 1 M 10 ml. Pada proses pembuatan membran padat silika digunakan 30 gram larutan PVA, PEG 5 ml,

waktu pengadukan 1 jam, kecepatan pengadukan 400 rpm.

Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini yaitu massa silika 5, 10, 15, dan 20 gram dan tekanan operasi 1, 2, dan 3 bar.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini melalui beberapa tahapan dalam pengerjaannya, yaitu:

1. Sintesis membran silika sekam padi Pengabuan Sekam Padi

Proses pengabuan sekam padi merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Fatmasari (2012), preparasi dilakukan dengan cara menjemur sekam padi hingga kering dibawah sinar matahari. Sekam padi yang telah kering kemudian dibakar ditungku terbuka hingga menjadi arang setengah abu (bewarna hitam keabuan), selanjutnya dilakukan proses pengabuan (*sintering*) menggunakan *furnace* dengan suhu 600 °C selama 3 jam dan dihasilkan abu sekam padi berwarna putih. Abu sekam putih dihaluskan menggunakan penggerus, abu yang telah halus kemudian diayak menggunakan ayakan 200 mesh. Abu yang telah diayak merupakan abu sekam yang didalamnya terdapat kandungan silika digunakan sebagai bahan baku pembuatan membran. Selanjutnya abu sekam yang diperoleh dimurnikan terlebih dahulu untuk mendapatkan silika murni.

Pemurnian Abu Silika Sekam Padi

Proses pemurnian abu silika sekam padi merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Suprihatin dkk (2015), setelah dihasilkan abu dari sekam padi dilanjutkan dengan proses pemurnian menggunakan asam yang disebut dengan proses pengasaman. Asam yang digunakan untuk proses pemurnian adalah HCl. Menurut Handayani (2009) konsentrasi asam yang tinggi menyebabkan semakin banyak impuritis yang dieliminasi sehingga silika yang dihasilkan lebih murni.

Proses pemurnian dilakukan dengan cara 100 gram sampel berupa abu sekam padi dimasukkan kedalam gelas kimia, dan

ditambahkan aquades panas untuk menghilangkan pengotor. Selanjutnya sampel dilarutkan kedalam 250 ml NaOH 3M, kemudian sampel dipanaskan pada suhu 85 °C dengan pengadukan 150 rpm selama 60 menit. Sampel didinginkan, disaring, dan filtratnya ditampung. Kedalam filtrat ditambahkan HCl 5 N secara bertahap hingga rentang pH 6,5-7 dan terbentuk endapan, endapan disaring dan dicuci dengan aquades panas untuk menghilangkan kelebihan asam, endapan yang diperoleh dioven pada suhu 110 °C selama 6 jam atau sampai beratnya konstan (Pandiangan dkk., 2008).

Diperoleh endapan silika murni bewarna putih bersih. Selanjutnya silika murni yang diperoleh dikarakterisasi menggunakan uji FTIR untuk mengetahui berapa besar kandungan silika yang diperoleh pada abu sekam padi.

Pembuatan Campuran Poly Vhynyl Alcohol (PVA)

Pembuatan Campuran PVA merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Suprihatin dkk (2015), sebanyak 6 gram PVA dicampurkan dengan 10 ml HNO₃ 1 M, dan aquades 190 ml. Kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 2 jam dengan pemanasan 80 °C (Rini, 2008). Dan diperoleh larutan PVA yang akan digunakan sebagai campuran yang berfungsi sebagai perekat pada proses pembuatan membran padat silika.

Proses Pencetakan Membran

Proses pencetakan membran merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Suprihatin dkk (2015), sebanyak 5 ml PEG ditambahkan dengan 15 gram larutan PVA (dalam kondisi *fresh*), dan silika murni hasil preparasi dengan variasi massa silika 5, 10, 15, dan 20 gram. Selanjutnya semua campuran diaduk hingga homogen dengan kecepatan 400 rpm selama 1 jam dan dicetak pada cetakan (plat kaca), kemudian dikeringkan pada suhu ruang selama 24 jam. Setelah kering membran dilepas dari cetakan, dan dioven dengan suhu 70 °C selama 1 jam. Membran padat silika yang

telah jadi, dikarakterisasi dengan pengujian FTIR dan SEM.

Pembuatan Larutan Rhodamin B

Larutan Rhodamin B merupakan larutan artifisial yang diaplikasikan untuk mengetahui kinerja membran silika, proses pembuatan larutan induk 1000 ppm yaitu dengan melarutkan 50 mg Rhodamin B dengan volume 50 ml. Selanjutnya diencerkan ke konsentrasi 50 ppm, 10 ppm dan 3 ppm. Pada penelitian ini konsentrasi yang digunakan untuk proses pengujian yaitu 3 ppm.

2. Karakterisasi Membran Silika

Karakterisasi membran silika pada penelitian ini meliputi uji FTIR pada serbuk silika, uji morfologi untuk mengetahui diameter pori pada membran (SEM), uji fluks dan rejeksi membran terhadap limbah dan uji UV-Vis terhadap hasil filtrasi limbah rhodamin B.

Uji FTIR

Pengamatan terhadap gugus fungsional dilakukan menggunakan uji *fourier transform infrared* (FTIR). Pengujian ini dilakukan pada serbuk silika yang telah diekstraksi dari abu sekam padi dan bertujuan untuk mengetahui berapa besar kemurnian silika yang diperoleh. Pengujian ini dilakukan di laboratorium FMIPA Universitas Riau.

Statistika Pori

Statistika pori membran dapat dianalisa menggunakan peralatan SEM. Pemotretan dengan alat SEM dengan perbesaran 1000 dilakukan pada permukaan atas membran silika yang telah dibuat untuk mengetahui ukuran pori membran yang terbentuk. Pengujian ini dilakukan di Universitas Diponegoro, Semarang.

Uji Fluks dan Rejeksi

Membran silika yang telah dibuat dilakukan pengujian permeabilitas membran dengan menggunakan umpan akuades yang dimasukkan kedalam tabung umpan dengan diberi variasi tekanan 1, 2, dan 3 bar. Sifat permeabilitas ini dinyatakan dengan besarnya nilai fluks

membran. Dengan adanya tekanan tersebut maka air akan mengalir menuju membran dan akan keluar sebagai permeat. Permeat yang keluar tersebut ditampung dalam gelas ukur, dan setiap selang waktu 10 menit hingga menit ke-60 permeat yang ditampung dalam gelas ukur tersebut dihitung volumenya.

Fluks air (J_w) bagi setiap eksperimen dihitung berdasarkan waktu Δt (jam) yang diperlukan untuk mengumpulkan permeat dengan menggunakan persamaan :

$$J_w = \frac{1}{A} \frac{\Delta V}{\Delta t} \text{ (Mulder, 1996)}$$

Keterangan :

A = Luas membran efektif

Δv = Volume permeat yang ditampung

Δt = Waktu operasi

Grafik fluks terhadap tekanan di plot dan kemiringannya merupakan nilai permeabilitas air bagi membran tersebut (Mulder, 1996).

Untuk menghitung nilai rejeksi pada tekanan operasi 1, 2, dan 3 bar dilakukan analisa konsentrasi terhadap permeat dan umpan pada variasi tekanan tersebut. Nilai rejeksi membran dapat ditentukan menggunakan persamaan :

$$\% R = \left(1 - \frac{C_p}{C_f} \right) \times 100 \% \text{ (Mulder, 1996)}$$

Keterangan :

C_p = Konsentrasi Permeat (ppm)

C_f = Konsentrasi Umpan (ppm)

Membran yang memiliki nilai permeabilitas dan fluks terbaik selanjutnya diaplikasikan menggunakan limbah aktivisual berupa Rhodamin B.

Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometri didefinisikan dengan suatu metode analisis kimia berdasarkan pengukuran seberapa banyak energi radiasi diadsorpsi oleh suatu zat sebagai fungsi panjang gelombang. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengurangan zat warna pada rhodamin B setelah melewati membran. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Analisa Fakultas Teknik Universitas Riau.

Analisa Sampel

Sampel limbah artifisial berupa Rhodamin B konsentrasi 3 ppm dilewatkan ke membran silika pada variasi tekanan operasi 1, 2, dan 3 bar. Sampel yang diperoleh dari percobaan tersebut kemudian dianalisa menggunakan UV-Vis untuk mengetahui perubahan intensitas warna.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Tekanan Terhadap Fluks dan Rejeksi Membran

Untuk pengaruh tekanan terhadap fluks, didapatkan bahwa tekanan berbanding lurus terhadap fluks. Semakin besar tekanan yang diberikan pada suatu membran, maka nilai fluks yang dihasilkan akan semakin tinggi. Peningkatan fluks tersebut diakibatkan oleh adanya gaya dorong (*driving force*) berupa tekanan pada proses penyaringan.

Pada penelitian ini variasi tekanan menyebabkan rejeksi zat warna menurun. Hal ini terjadi karena adanya deformasi atau pelebaran ukuran pori-pori membran ultrafiltrasi akibat variasi tekanan yang digunakan yang menyebabkan mikroorganisme yang tertahan pada permukaan membran ultrafiltrasi dapat lolos atau terlewatkan dari membran.

Berikut persentase rejeksi yang dihasilkan membran ultrafiltrasi dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Persentase Penyisihan atau Rejeksi Membran Ultrafiltrasi

Keterangan	Tekanan	Satuan
Baku Mutu*	-	1 (mg/L)
Sampel Awal		3 (mg/L)
Setelah dilewatkan Membran Si-15	1 bar	0,5 (mg/L)
	2 bar	1,2 (mg/L)
	3 bar	2 (mg/L)
Rejeksi Membran Ultrafiltrasi	1 bar	81,79 %
	2 bar	58,92 %
	3 bar	32,48 %

Baku Mutu*

Sumber: Permen LH No.5/MENLH/2014

Berdasarkan Tabel 3.1 dapat disimpulkan bahwa tekanan optimal dalam merejeksi zat warna Rhodamin B adalah pada tekanan 1 bar. Terbukti setelah melewati membran ultrafiltrasi zat warna mengalami penurunan konsentrasi yg signifikan yaitu dari 3 mg/L menjadi 0,5 mg/L dengan persentase rejeksi yang tinggi mencapai 81,79 %.

4. Kesimpulan

Silika dari sekam padi dapat dibuat menjadi membran ultrafiltrasi dan dapat dimanfaatkan untuk pengolahan limbah cair Rhodamin B. Semakin besar massa silika maka diameter pori rata-rata yang dihasilkan semakin kecil. Semakin besar massa silika maka semakin kecil nilai fluks yang dihasilkan, sedangkan rejeksinya semakin besar.

Pengaruh tekanan terhadap proses pengujian limbah Rhodamin B yaitu semakin besar tekanan maka akan semakin besar fluks yang dihasilkan. Namun rejeksi zat warna Rhodamin B semakin kecil. Membran yang dibuat memiliki kinerja yang baik karena mampu merejeksi zat warna hingga 81,79 %.

Daftar pustaka

- Fatmasari, S. R. (2012). Pemanfaatan Silika Sekam Padi Sebagai Bahan Baku Pembuatan Membran untuk Desalinasi Air Laut. *Tugas Akhir. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.*
- Handayani, E. (2009). Sintesa Membran Nanokomposit Berbasis Nanopartikel Biosilika dari Sekam Padi dan Kitosan sebagai Matriks Biopolimer.
- Houston, D. F. (1972). Rice Chemistry and Technology, American Association of Cereal Chemist. *Inc. Minnesota.*
- Mittal, D. (1997). Silica from Ash: A Valuable Product from Waste Material. *Resonance. Vol. 2(7), hal. 64-66.*

- Mulder, M. (1996). *Basic Principles of Membrane Technology*, 2nd ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Pandiangan, K. D., Suka, I. G., Rilyanti, M., Widiarto, S., Anggraini, D., Arief, S., dan Jamarun, N. (2008). Karakteristik Keasaman Katalis Berbasis Silika Sekam Padi yang Diperoleh dengan Teknik Sol-Gel. In *Proc. Nat. Conf. Sci. Technol. II*.
- Rini, P. A., Hastuti, R., dan Gunawan, G. (2008). Pengaruh Komposisi *Poly Ethylene Glycol* (PEG) dalam Sintesis Membran Padat Silika dari Sekam Padi dan Aplikasinya untuk Dekolorisasi Limbah Cair Batik. *Skripsi* Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Diponegoro Semarang.
- Rosnelly, C. M. (2012). Pengaruh Rasio Aditif Polietilen Glikol Terhadap Selulosa Asetat pada Pembuatan Membran Selulosa Asetat Secara Inversi Fasa. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 9(1), 25-29.
- Rusmawati, A. (2007). Studi Pengaruh Temperature Sintering Sekam Padi Sebagai Bahan Pembuatan Membran Silika Berpori. *Skripsi*. Universitas Diponegoro.
- Sy, M. R. H., dan Mardina, P. (2013). Ekstraksi Silika dari Abu Sekam Padi dengan Pelarut KOH. *Konversi*, 2(1), 28-31.
- Suprihatin, E., Zaharah, T. A., dan Wahyuni, N. (2015). Pembuatan Membran Silika dari Fly Ash dan Aplikasinya Untuk Menurunkan Kadar COD dan BOD Limbah Cair Kelapa Sawit. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 4(3).
- Wenten, I. G. (1999). Teknologi Membran Industrial. *Teknik Kimia*. ITB. Bandung.