

SINTESIS MEMBRAN SILIKA UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH RHODAMIN B VARIASI KOMPOSISI *POLY ETYHLEN GLYCOL* (PEG)

Mutia Yuli Rahmawati¹, Jhon Armedi Pinem², Idral Amri²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, ² Dosen Jurusan Teknik Kimia, Laboratorium Pemisahan dan Pemurnian

Program Studi Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas Km 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293
E-mail: Mutiyatyha@yahoo.com

ABSTRACT

Membrane is a selective and semipermeable layer that lies between two phases, namely feed phase and permeate phase. Membrane synthesis using silica with phase inversion method. The purpose of this research was to make membranes of silica for waste Rhodamin B with 0; 0,15; 0,30; dan 0,45 gram by weight PEG and operating pressure of 1, 3, and 5 bars. This research produced porous membrane. The characterization membranes analysis were SEM analysis, flux and rejection. Based on Flux and rejection results showed that membrane with 0,30 gram composition of PEG with of porous is 0,056 μm was the most effective performance with the flux operating pressure 1, 3, and 5 bar was 18,13 $\text{L/m}^2\cdot\text{h}$, 31,20 $\text{L/m}^2\cdot\text{h}$, 41,36 $\text{L/m}^2\cdot\text{h}$ and rejection elimination of Rhodamin B was 81,15%, 59,62% and 34,08%. Based on characterization of membrane permeability, selectivity, and porous statistic showed that membrane silica were proven as membrane ultrafiltration. With a range of flux of 10-50 $\text{L/m}^2\cdot\text{h}$ and a range of porous of 0,001-0,1 μm .

Keywords: phase inversion, membrane, waste Rhodamin B, ultrafiltration

1. Pendahuluan

Padi merupakan salah satu bahan makanan pokok bagi masyarakat Indonesia, kebutuhan padi ini meningkat dari tahun ke tahun sehingga mengakibatkan peningkatan limbah sekam padi yang dihasilkan. Dimana industri penggilingan padi dapat menghasilkan 78% beras dan 22% sekam padi. Menurut data Badan Pusat Statistik Provinsi Riau (2017), produksi padi Provinsi Riau pada tahun 2017 yakni sebesar 408.308 ton sekam padi kering giling atau setara dengan 256.197,53 ton beras. Hingga saat ini, pemanfaatan sekam padi masih relatif rendah. Hal ini disebabkan oleh karakteristik sekam padi yang bersifat kasar, bernilai gizi rendah, memiliki kerapatan yang rendah dan kandungan abu yang cukup tinggi (Houston, 1972).

Sekam padi secara umum digunakan sebagai media bercocok tanam, sebagai sumber energi dalam bentuk briket arang sekam, dalam bidang peternakan dimanfaatkan sebagai pakan ternak, atau

dimusnahkan dengan cara pembakaran yang tidak dikendalikan. Peningkatan nilai ekonomis dari sekam padi dapat dilakukan dengan memanfaatkan silika dari sekam padi. Dari penelitian Kalapathy dkk (2000) didapat hasil bahwa abu sekam padi mengandung kadar silika yang cukup tinggi yakni sebesar 87-96, sehingga mempunyai potensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber silika. Silika dapat diekstraksi dari sekam padi secara sederhana dengan cara pembakaran (Umeda dkk., 2009).

Silika yang telah diekstraksi dari sekam padi dapat dimanfaatkan untuk pembuatan membran. Dimana dalam pembuatan membran tidak membutuhkan lahan yang luas serta bahan baku yang digunakan bisa diperbaharui serta bervariasi. Silika merupakan salah satu bahan baku dalam pembuatan membran yang mudah diperbaharui dan bervariasi. Masrofa (2017) melakukan penelitian membuktikan bahwa pengolahan limbah tekstil menggunakan silika dari sekam padi dapat meningkatkan koefisien rejeksi kekeruhan

sebesar 98%.

Rhodamin-B merupakan salah satu pewarna non azo yang banyak digunakan dalam industri tekstil. Senyawa Rhodamin-B memiliki rumus molekul $C_{28}H_{31}N_2O_3Cl$, dengan berat molekul 479,02 gr/mol. Dalam analisis yang menggunakan metode destruksi kemudian diikuti dengan analisis metode spektrofometri, diketahui bahwa sifat racun rhodamin B tidak hanya disebabkan oleh senyawa organik saja tetapi juga oleh kontaminasi senyawa anorganik terutama timbal dan arsen (Farha dan Kusumawati, 2012). Silika merupakan material yang tepat untuk penggunaan bahan baku membran anorganik karena struktur silikanya relatif stabil hingga temperatur 1000°C. Berdasarkan hal tersebut maka pada penelitian ini silika yang berasal dari sekam padi dijadikan sebagai bahan dasar untuk pembuatan membran silika dengan variasi PEG untuk pengolahan limbah Rhodamin-B.

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan yang digunakan

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah silika dari abu sekam padi, HCl 5N, HNO₃ 1 M, akuades, NaOH 3 M, *poly vinyl alcohol* (PVA), *poly ethylene glycol* (PEG), Rhodamin B, kertas saring, dan kertas pH.

2.2 Alat yang dipakai

Alat yang digunakan dalam penelitian ini, yakni 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*. Alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk mengamati morfologi membran yang digunakan yaitu SEM JEOL JSM-6390A dengan perbesaran mencapai x5 atau 300.000 serta resolusi 3.0 nm (30Kv) super conical lens.

2.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel tetap dan

variabel bebas. Variabel tetap pada penelitian ini untuk proses pengabuan sekam padi yakni suhu pemanasan 600 °C, waktu pemanasan 3 jam. Proses pemurnian abu sekam padi yakni abu sekam padi yang digunakan sebanyak 100 gr, NaOH 3M sebanyak 250ml, HCl 5N sebanyak 100ml. Pembuatan campuran PVA, yakni PVA sebanyak 6 gr, HNO₃ 1 M 250ml dan aquades 190 ml. Pembuatan membran padat silika yakni akuades 30ml, massa silika 5 gr, massa PVA 5 gr, waktu pengadukan 1jam, kecepatan pengadukan 400rpm. Sedangkan variasi berubahnya yakni membran tanpa penambahan PEG dan penambahan komposisi PEG 0,15; 0,30; dan 0,45 gr, serta tekanan operasi 1, 3, 5 bar.

2.4 Prosedur Penelitian

Penelitian ini melalui beberapa tahapan dalam pengerjaannya, yaitu:

1. Pengabuan Sekam Padi

Preparasi dilakukan dengan cara menjemur sekam padi hingga kering dibawah sinar matahari. Sekam padi yang telah kering kemudian dibakar ditunggu terbuka hingga menjadi arang setengah abu (bewarna hitam keabuan). Selanjutnya dilakukan proses pengabuan (*sintering*) menggunakan *furnace* dengan suhu 600°C selama 3 jam untuk menghilangkan kandungan zat organik seperti karbon dan hidrogen 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 (Rini dkk., 2017).

2. Pemurnian Abu Sekam Padi

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 5N.

Proses pemurnian dilakukan dengan cara 100 gram sampel berupa abu sekam padi dimasukkan kedalam gelas kimia, dan ditambahkan akuades panas untuk menghilangkan pengotor. Selanjutnya sampel disaring dan endapan yang terdapat pada sampel dilarutkan kedalam 250 ml NaOH 3M sebagai pelarutnya dan waktu ekstraksi selama 90 menit dimana sampel dipanaskan pada suhu 85°C dengan pengadukan 150 rpm kemudian didinginkan, disaring, dan filtratnya ditampung. Filtrat yang diperoleh dari proses ini ditambahkan HCl 5N secara bertahap hingga rentang pH 6,5-7 dan terbentuk endapan putih (Pandiangan dkk., 2008).

3. Pembuatan Campuran Poly Vinyl Alcohol (PVA)

Sebanyak 6 gr PVA dicampurkan dengan 10 ml HNO₃ 1 M, dan akuades 190 ml. Kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 2 jam dengan pemanasan 80°C. Pemanasan 80°C, dilakukan untuk menguapkan H₂O serta untuk mempercepat larutnya PVA.

4. Pembuatan Membran

Sebanyak 5 gr silika dari sekam padi hasil preparasi ditambahkan dengan larutan PEG dengan variasi tanpa penambahan PEG dan penambahan PEG sebanyak 0,15; 0,30 dan 0,45 gr, 5 gr PVA dan 30 ml akuades. Selanjutnya semua campuran diaduk hingga homogen dengan kecepatan 400 rpm selama 1-2 jam dan dicetak pada cetakan (plat kaca), kemudian dikeringkan pada suhu ruang selama 24 jam.

5. Pembuatan Limbah Tekstil Artifisial

Zat warna yang digunakan adalah zat warna yang menjadi bahan dasar dalam industri tekstil, salah satunya *Rhodamin B*, kemudian dibuat limbah tekstil buatan (*artifisial*). Limbah artifisial diperoleh dengan melarutkan 5 miligram *Rhodamin B* dengan akuades hingga volume 1000 ml sehingga didapat konsentrasi larutan induk 5 mg/L.

6. Pengukuran Fluks

Sebelum memulai eksperimen, membran silika yang dihasilkan dari tahap keempat dimasukkan ke dalam sel filtrasi. Kemudian membran dipadatkan dengan mengalirkan akuades sampai diperoleh volume permeat yang tetap. Lalu eksperimen dilakukan dengan menggunakan limbah Rhodamin B sebagai larutan umpan. Tekanan operasi yang digunakan pada masing-masing membran adalah 1, 3, 5 bar. Larutan yang keluar kemudian ditampung dan diukur volumenya setiap 10 menit hingga menit ke-60. Fluks air, J_w bagi setiap eksperimen dihitung berdasarkan waktu Δt (jam) yang diperlukan untuk mengumpulkan permeat dengan menggunakan persamaan:

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

dimana A merupakan luas membran efektif, ΔV merupakan volume permeat yang dikumpulkan. Grafik fluks terhadap tekanan diplot dan kemiringannya merupakan nilai permeabilitas air bagi membran tersebut (Mulder, 1996). Eksperimen ini diulangi sebanyak 3 kali.

7. Nilai Rejeksi

Untuk menghitung nilai rejeksi pada tekanan operasi 1, 3, dan 5 bar dilakukan analisa konsentrasi masing-masing permeat pada berbagai tekanan tersebut dan konsentrasi pada umpan. Nilai rejeksi membran dapat ditentukan menggunakan persamaan:

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

C_p = konsentrasi permeat (ppm)

C_f = konsentrasi umpan (ppm)

8. Analisa UV-VIS

Analisa sampel limbah dilakukan pada limbah Rhodamin B sebelum dan setelah disaring menggunakan membran silika. Adapun parameter yang akan dianalisa adalah warna, kekeruhan. Limbah Rhodamin B umpan *permeate* yang dihasilkan dari proses filtrasi ditampung di dalam botol sampel kapasitas 1 liter untuk dianalisa di Laboratorium Kimia Analisa Fakultas Teknik Kimia Universitas Riau.

9. Statistika Pori

Statistika pori membran dapat dianalisa menggunakan peralatan SEM. Pemotretan dengan alat SEM dilakukan pada permukaan atas dan bawah membran untuk mengetahui pori membran yang terbentuk. Alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk mengamati morfologi membran yang digunakan yaitu SEM JEOL JSM-6390A dengan perbesaran mencapai x 5 atau 300.000 serta resolusi 3.0 nm (30Kv) super conical lens. Pengujian dilakukan di laboratorium Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas

3. Hasil dan Pembahasan

3.3.1 Pengaruh Tekanan Terhadap Rejeksi Membran

Efisiensi pemisahan adalah kemampuan membran untuk meloloskan spesi tertentu dan menahan spesi yang lainnya. Efisiensi pemisahan biasanya dinyatakan dengan rejeksi (R) yang menunjukkan harga fraksi konsentrasi zat terlarut yang tertahan oleh membran. (Mulder, 1996).

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

Pada penelitian ini tekanan menyebabkan rejeksi zat warna menurun. Peningkatan tekanan mempercepat pengaliran limbah dari sisi umpan membraan ke sisi *permeat* membran. Namun, peningkatan tekanan menyebabkan peningkatan jumlah zat-zat yang terlarut dalam limbah yang dapat melewati membran, sehingga menurunkan kemampuan rejeksi membran. Hal ini juga terjadi dikarenakan oleh adanya deformasi atau pelebaran ukuran pori-pori membran ultrafiltrasi akibat gaya dorong dari tekanan yang digunakan terlalu tinggi 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		5 (mg/L)
Setelah dilewatkan Membran Si-15	1 bar	0,45 (mg/L)
	3 bar	1,21 (mg/L)
	5 bar	1,97 (mg/L)
Rejeksi Membran Ultrafiltrasi	1 bar	85,15 %
	3 bar	59,62 %
	5 bar	34,08 %

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 5 mg/L menjadi 0,5 mg/L dengan persentase rejeksi yang tinggi mencapai 85,15 %.

4. Kesimpulan

Membran dapat dibuat dari silika, PEG dan PVA serta dapat dimanfaatkan untuk pengolahan limbah Rhodamin B. Berdasarkan hasil uji rejeksi maka nilai rejeksi yang di dapat sebesar 85,15% untuk tekanann 1 bar, 59,62% untuk tekanan 3 bar dan 34,08% untuk tekanan 5 bar.

DAFTAR PUSTAKA

Houston, D. F. (1972). *Rice: Chemistry and Technology* (No. HOU 633.18 (BR

- 125.9)). American Association of Cereal Chemists
- Kalapathy, U., Proctor, A., dan Shultz, J. (2000). A simple method for production of pure silica from rice hull ash. *Bioresource Technology*, 73(3), 257-262.
- Masrofah, I. (2017). Kajian Pemanfaatan Silika dari Sekam Padi dalam Pengolahan Limbah Tekstil. *Jurnal Media Teknik dan Sistem Industri*, 1.
- Mulder, J. (1996). *Basic principles of membrane technology*. Springer Science & Business Media.
- Nghiem, L. D., Coleman, P. J., dan Esendiller, C. (2010). Mechanisms underlying the effects of membrane fouling on the nanofiltration of trace organic contaminants. *Desalination*, 250(2), 682-687.
- 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. *Jurnal Saninis dan Teknologi, Universitas Lampung*.
- Radiman, C. L., Yuliany, Y., dan Suendo, V. (2009). Pengaruh Media Perendam Terhadap Permeabilitas Membran Polisulfon. *Jurnal Matematika & Sains*, 7(2), 77-83.
- Rini P.A., Rum, H., dan Gunawan. (2008). Pengaruh Komposisi Poly Ethylene Glycol (PEG) Dalam Membran Padat Silika Dari Sekam Padi dan Aplikasinya Untuk Dekolorisasi Limbah Cair Batik. Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Umeda, J., Imai, H., dan Kondoh, K. (2009). Polysaccharide hydrolysis and metallic impurities removal behavior of rice husks in citric acid leaching treatment. *Transactions of JWRI*, 38(2), 13-18.