

Sintesis dan Karakterisasi Membran Silika (SiO₂)

¹Priscilla Vidya Merarin, ²Syylvia Putri Utami, ²Jhon Armedi Pinem

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, ²Dosen Jurusan Teknik Kimia

Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Binawidya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293

priscilla.vidya@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Silica-based membrane are an attractive choice for the purification process because of the size of the pores and morphology which provides higher selectivity. In this study, the synthesis and characterization of silica membranes was carried out with a mass variation of Poly Vinyl Alcohol (PVA) for waste water treatment hotel. The purpose of this study was to determine the characterization of silica membranes obtained by SEM, FTIR and tensile strength, and to determine the performance of membrane against the Flux and Rejection test with the effect of a mixture of PVA mass using raw materials in the form of pure silica. Making silica membranes with mass variations of PVA are 3, 6 and 9 grams and variations in pressure 1, 3 and 5 bars. The process of making silica membranes is the manufacture of PVA solution where the composition consisted of PVA, HNO₃, and aquades. Then PEG solution where the composition consisted of PEG 400, Na₂SiO₃ and aquades. Then mixing PVA and PEG solutions in pure silica. The results showed Silica membrane with a mass of 3 grams of poly vinyl alcohol has the highest permeability of 24,758 L/m².H.

Keywords: *membrane, waste, poly vinyl alcohol and ultrafiltration.*

1. Pendahuluan

Pesatnya pertumbuhan bisnis perhotelan memiliki dampak negatif terhadap lingkungan, salah satunya adalah limbah cair hotel. Limbah cair hotel merupakan salah satu yang membuat air tercemar. Hal ini bisa terjadi apabila limbah cair hotel yang belum memenuhi baku mutu langsung dibuang ke lingkungan tanpa diolah terlebih dahulu (Ridwan, 2013).

Berbagai metode untuk mengatasi masalah pencemaran yang berasal dari limbah cair terus dikembangkan, salah satunya proses koagulasi-flokulasi yang sering diterapkan untuk pengolahan limbah cair yang biasanya memerlukan lahan yang luas dan pengoperasian yang sulit, namun demikian metode ini belum mampu mencapai standar batas minimum yang telah ditetapkan sehingga memerlukan proses pengolahan lebih lanjut (Yuliawati, 2014).

Teknologi membran memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan

teknologi pengolahan lain. Keuntungan teknologi membran antara lain energi yang dibutuhkan tidak terlalu besar, tidak memerlukan tambahan bahan kimia, tidak menghasilkan kontaminan maupun polutan, memerlukan lahan yang relatif kecil dan bersifat modular sehingga mudah dikombinasikan dengan produk teknologi lain. Untuk itu diperlukan pembuatan teknologi membran yang dibuat dari bahan baku yang murah, mudah didapat, dan stabil pada suhu tinggi (Silmi, 2016).

Membran silika memiliki sifat penyaringan molekul yang sangat baik dengan proses sederhana melalui pengolahan sol-gel (Aziz, 2016).

Pembuatan membran silika menggunakan bahan pendukung salah satunya yaitu *Poly Vinyl Alcohol* (PVA). Fungsi PVA adalah sebagai zat perekat bagi serbuk-serbuk silika agar menyatu membran padat silika. Massa campuran PVA dan massa silika mempengaruhi kerapatan pori-pori membran yang dihasilkan. Semakin rapat dan teratur pori-

pori membran maka semakin bagus membran tersebut untuk proses penyisihan warna atau penyaringan. Banyaknya konsentrasi PVA yang digunakan akan meningkatkan nilai selektivitas, selektivitas merupakan kemampuan suatu membrane menyisihkan komponen-komponen yang ada pada umpan karena memiliki ukuran dan kerapatan pori yang optimal (Zakaria, 2018). Selain itu, apabila penambahan campuran PVA yang ditambahkan kurang ataupun melebihi massa maksimal maka akan menurunkan kualitas membran dan menyebabkan proses penyisihan warna berlangsung kurang maksimal (Aprilia, 2012).

Proses UF adalah salah satu proses membran yang saat ini tengah berkembang dengan pesat baik dari perluasan aplikasi maupun pengembangan lainnya yang berkaitan dengan usaha peningkatan kinerja membran. Sistem UF beroperasi pada tekanan rendah dengan tekanan umumnya 1-5 bar. Membran UF dapat disintesis dari polimer organik atau polimer anorganik (keramik). Terdapat banyak pilihan polimer ataupun material lain yang dapat digunakan untuk membuat membran UF. Pemilihan polimer tertentu sebagai bahan membran didasarkan atas sifat-sifat yang sangat spesifik seperti berat molekul, fleksibilitas rantai, interaksi rantai, dll. (Wenten, 2000).

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah mengetahui kinerja membran silika dalam pengolahan limbah cair hotel.

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan baku

Bahan penelitian yang digunakan pada sistesis membran silika untuk pengolahan limbah cair hotel, diantaranya Silika, *Poly Vinyl Alcohol* (PVA), *Poly Ethylene Glycol* (PEG), HNO₃, Na₂SiO₃, aluminium sulfat, aluminium foil, kertas saring, akuades dan limbah cair hotel.

2.2 Peralatan yang digunakan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu *magnetic stirrer*, gelas

beaker 500 ml, gelas piala 50 ml, *hot plate*, statif dan klem, *thermometer*, oven, cawan petri, batang pengaduk, neraca analitik, spatula, sentrifus, erlenmeyer 500 ml, bak koagulasi-flokulasi, *stopwatch*, TDS meter, pipet tetes, gelas ukur 10, 50, dan 100 ml, botol sentrifus 100 ml, plat kaca, botol sampel, pisau *casting*, kaca arloji, alat SEM dan FTIR

2.3 Variabel Penelitian

Variabel Penelitian terdiri dari variabel tetap dan variabel berubah.

a. Variabel tetap

Variabel tetap pada penelitian ini adalah massa silika 10 gram, HNO₃ 1 M sebanyak 10 ml, massa Na₂SiO₃ 4 gram, volume larutan PEG 400 3 ml, massa semen portland putih 3,5 gram, volume aquades 200 ml, kecepatan pengadukan 600 rpm, lama pengadukan 15 menit, waktu pendiaman 30 jam, suhu pengovenan 70 °C, dan waktu pengovenan selama 10 menit.

b. Variabel berubah

Variabel berubah pada penelitian ini adalah variasi komposisi PVA 3, 6, dan 9 gram. Serta tekanan operasi 1, 3, dan 5 bar.

2.4 Prosedur Penelitian

Penelitian ini melalui beberapa tahapan dalam pengerjaannya, yaitu :

2.4.1 Pembuatan Membran Silika

Pembuatan membran silika melalui beberapa tahap yaitu :

Pembuatan Larutan PVA, dalam pembuatan larutan PVA dibutuhkan bahan-bahan sebagai berikut PVA, HNO₃ dan aquades. Selanjutnya massa PVA yang akan divariasikan 3; 6; dan 9 gram dicampurkan dengan 10 ml HNO₃ 1 M dan ditambahkan 190 ml aquades, semua bahan dimasukkan kedalam *beaker glass* ukuran 500 ml. Campuran diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 2 jam pada pemanasan 80° C dengan kecepatan 600 rpm, setelah itu larutan PVA dapat digunakan untuk tahapan pembuatan membran selanjutnya.

Proses selanjutnya adalah membuat larutan PEG yang berfungsi sebagai zat pengemulsi (emulgator). Larutan PEG dibuat dengan mencampurkan Na_2SiO_3 sebanyak 4 gram, dengan 10 ml aquades dan PEG sebanyak 3 ml kedalam gelas piala 50 ml. Selanjutnya larutan diaduk menggunakan *magnetic stirer* hingga larutan menjadi homogen. Dalam pembuatan membran silika, terlebih dahulu menimbang jumlah komposisi silika yang akan digunakan, komposisi silika yang dibutuhkan adalah sebanyak 10 gram. Silika yang sudah ditimbang dimasukkan ke dalam *beaker glass* ukuran 500 ml kemudian ditambahkan dengan larutan PEG dan larutan PVA yang telah dibuat sebelumnya secara perlahan-lahan selanjutnya semen portland putih sebanyak 3,5 gram dimasukan kedalam campuran, seluruh campuran tersebut kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirer* hingga larut kurang lebih selama 15 menit. Campuran yang masih berbentuk cairan langsung dituangkan ke dalam cetakan membran yang Terbuat dari kaca dan didiamkan selama 30 jam, selanjutnya juga akan mengalami proses pengovenan selama 10 menit dengan suhu 70 °C.

2.4.2 Pengolahan Limbah Cair Hotel

Pretreatment limbah cair hotel dengan proses koagulasi-flokulasi dilakukan di dalam gelas kimia 500 ml yang dilengkapi dengan pengaduk (*mixer*) dan pH meter. Sebelum *pretreatment* limbah cair hotel dengan proses koagulasi-flokulasi dilakukan, dua sampel air buangan hotel disiapkan masing-masing 300 ml. Sampel pertama 300 ml untuk BOD dan TSS serta sampel kedua sebanyak 300 ml juga untuk pengecekan COD. Masing-masing sampel tersebut dianalisa untuk mengetahui kadar awal BOD, COD, dan TSS limbah cair hotel. pH limbah cair hotel juga diukur.

Koagulator-flokulator dihidupkan dengan kecepatan motor diatur 150 rpm (pengadukan cepat). Pengadukan cepat dilakukan selama 2 menit yang dihitung

sejak penambahan 5 ml larutan koagulan aluminium sulfat 50 ppm ke dalam 1000 ml sampel limbah cair hotel. Setelah itu, kecepatan motor diatur menjadi 60 rpm selama 15 menit untuk pengadukan lambat (flokulasi). Selama pengadukan cepat dan lambat, pH limbah cair hotel dinaikkan sampai mendekati pH netral dengan menambahkan larutan kalsium hidroksida (Juang, 2010).

Tahapan akhir setelah pengadukan lambat selesai, pH air buangan diukur dan flok-flok yang terbentuk diendapkan selama 30 menit sampai terbentuk dua lapisan, yang mana lapisan atas air buangan agak jernih sedangkan lapisan bawah agak keruh dan terdapat endapan flok. Limbah cair hotel selanjutnya dipisahkan dari endapan flok dengan menuangkan limbah cair hotel ke dalam gelas piala yang lain (dekantasi), sehingga endapan-endapan flok tidak terikut.

Pengolahan limbah cair hotel dengan membran silika melalui proses ultrafiltrasi menggunakan sistem operasi *dead-end* dimana arah aliran umpan tegak lurus terhadap membrane dengan memvariasikan tekanan 1, 3, dan 5 bar.

2.4.3 Karakterisasi Membran Silika

Karakterisasi membran meliputi uji morfologi, uji FTIR dan uji kinerja membran terhadap nilai fluks dan nilai rejeksi BOD₅, COD dan TSS limbah cair hotel.

a. 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 Andalas, Padang.

b. 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, 3

dan 5 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 :

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

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, 3 dan 5 bar dilakukan analisa konsentrasi terhadap permeat dan umpan pada variasi tekanan tersebut. Nilai rejeksi membran dapat ditentukan menggunakan persamaan :

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

Keterangan :

C_p = Konsentrasi Permeat (ppm)

C_f = Konsentrasi Umpan (ppm)

c. Uji FTIR

Pengamatan terhadap gugus fungsional dilakukan menggunakan uji fourier transform infrared (FTIR). Uji ini bertujuan untuk mengkonfirmasi apakah perbandingan komposisi silika dan PVA yang digunakan pada pembuatan membran dan mempelajari pengaruh komposisi tersebut terhadap struktur membran. Penelitian ini dilakukan di Universitas Andalas.

d. Uji Kuat Tarik

Membran yang berkualitas tinggi adalah membran dengan sifat mekanik yang tinggi. Pada penelitian ini, pengukuran sifat mekanik membran dilakukan dengan uji tarik menggunakan alat *texture analyser*. Hasil penelitian uji tarik dapat ditentukan nilai *Modulus Young*. Uji tarik dilakukan dengan membran ditarik dengan kecepatan 5 mm/s hingga membran putus. Kemudian diperoleh nilai *Modulus Young* nya

e. Analisa Sampel

Analisa sampel air dilakukan pada limbah cair hotel sebelum dan setelah *pretreatment* dan disaring menggunakan membran silika. Adapun parameter yang akan dianalisa adalah BOD₅, COD, TSS. Umpan *permeate* yang dihasilkan dari proses filtrasi ditampung di dalam botol sampel untuk dianalisa di Laboratorium *Analyst RAPP* Pangkalan Kerinci.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Fluks dengan Massa Poly Vinyl Alcohol Membran Silika.

Fluks merupakan banyaknya jumlah volume permeat yang dihasilkan membran silika. Hasil Pengujian fluks dengan tekanan operasi 1 bar dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Hasil Uji Fluks Membraaan Silika

Fluks (L/m ² .Jam)		
PVA 3 Gram	PVA 6 Gram	PVA 9 Gram
24,758	19,983	12,537

Berdasarkan pengujian fluks yang dilakukan didapatkan bahwa semakin besar massa PVA maka nilai fluks yang dihasilkan akan semakin kecil. Hal ini sesuai dengan struktur membran, dimana semakin tinggi komposisi polimer didalam larutan *casting*, maka diameter pori membran akan semakin kecil (Zakaria, 2018).

Dalam pengoperasian dengan

menggunakan umpan limbah cair hotel, dapat dilihat bahwa membran dengan massa PVA 3 gram memiliki nilai fluks yang paling tinggi diantara membran yang lainnya. Begitupula sebaliknya, pada pengoperasian ultrafiltrasi membran dengan massa PVA 9 gram memiliki nilai fluks yang paling rendah. Farha dan Kusumawati (2012) dalam *research* nya mengenai pengaruh PVA terhadap morfologi dan kinerja membran kitosan dalam pemisahan pewarna rhodamin-b, menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi PVA yang digunakan maka akan semakin kecil fluks yang dihasilkan dan koefisien rejeksi membran akan semakin tinggi dengan bertambahnya konsentrasi PVA dalam membran, hal ini disebabkan membran dengan PVA yang konsentrasinya besar memiliki jumlah pori yang lebih sedikit dan ukuran pori yang lebih kecil.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian massa *poly vinyl alcohol* berbanding terbalik dengan nilai fluks. Membran silika dengan massa *poly vinyl alcohol* 3 gram; 6 gram; 9 gram memperoleh nilai fluks sebesar 24,758 L/m².Jam; 19,983 L/m².Jam; dan 12,537 L/m².Jam.

Daftar Pustaka

- Aprilia, N. (2012). Sintesis Membran Silika Padat Abu Sekam Padi dan Aplikasinya Untuk Dekolorisasi Rhodamin B Pada Limbah Cair. *Jurnal Fakultas MIPA Universitas Negeri Semarang*.
- Azhari dan Aziz, M. (2016). Sintesis dan Karakterisasi Material Berpori Berbasis Mineral Silika Pulau Belitung. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*. No. 3 (12), 161-170.
- Farha, I.F dan N. Kusumawati. (2012). Pembuatan Membran Komposit Kitosan-PVA dan Pemanfaatannya pada Pemisahan Limbah Pewarna Rhodamin-B.
- Mulder, M. (1996). *Basic Principles of Membrane Technology Second Edition*. Dordrecht : Kluwer Academic Publisher.
- Ridwan, M. (2013). Pengolahan Air Limbah Hotel Dengan Metode *Free Surface Constructed Wetland* Menggunakan Tumbuhan *Equisetum Hymale*. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Riau*.
- Silmi, C. D dan Damayanti, A. (2016). Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Bahan Baku Pembuatan Membran Untuk Desalinasi Air laut. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Wenten, I. G., Aryanti, P. T. P., Hakim, A. N., dan Khoiruddin. (2015). *Pengantar Teknologi Membran*. Bandung : Fakultas Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung.
- Yuliawati, E. (2014). Pengaruh Hidrophilicity Membran ultrafiltrasi untuk Pengolahan Limbah Industri. Palembang : Fakultas Teknik Universitas Bina Darma.
- Zakaria, Z., Kamarudin, K., Timmiati, S. N., Masdar, M. S. (2018). New Composite membrane poly vinyl alcohol/graphene oxide for direct ethanol-protonexchange membrane fuel cell. *Journal of applied polymer science. Malaysia*.

