

Sintesis dan Karakteristik Membran Komposit Kitosan-Silika Untuk Pengolahan Limbah Cair Hotel: Variasi komposisi Kitosan-Silika

Baktiar Simaremare¹, Jhon Armedi Pinem², Syarfi Daud²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia S1, ²Dosen Jurusan Teknik Kimia

Laboratorium Pemisahan dan Pemurnian Universitas Riau.

Program Studi Teknik Kimia S1 Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293

baktiar.simaremare@student.unri.ac.id

ABSTRACT

The membrane is a selective and semipermeable layer that is between two phases, namely the feed phase and the permeate phase. Membrane synthesis using chitosan-silica with phase inversion method. The purpose of this research were to make membranes of chitosan-silica for hotel waste water treatment with 2,5:2,5, 2,5:3, 2,5:3,5, 3:2,5, 3:3, 3:3,5, 3,5:2,5, 3,5:3, 3,5:3,5, 4:2,5, 4:3, dan 4:3,5 gram chitosan-silika. This research produced porous membrane. The characterization membranes analysis were SEM analysis, tensile strength, flux and rejection. Tensile strength analysis showed that membrane with the highest tensile strength was 52,235 Mpa for membrane with 4:3,5 gram composition of chitosan-silika. Based on Flux and rejection results showed that membrane with 3:3,5 gram composition of chitosan-silika was the most effective performance with the flux 21,98 L/m².h and rejection elimination of BOD was 54,32%, COD was 72,44% and TSS was 84,32%.

Keywords : flux, membrane, rejection, ultrafiltration

1. Pendahuluan

Limbah cair perhotelan adalah limbah dalam bentuk cair yang dihasilkan oleh kegiatan hotel yang dibuang ke lingkungan. Berdasarkan Permen LHK Nomor 68 tahun 2016 perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum di buang ke lingkungan.

Teknologi yang digunakan saat ini untuk pengolahan limbah cair hotel adalah menggunakan metode *Sewage Treatment Plant* (STP) dengan sistem *extended aeration*. Metode ini adalah metode pengolahan limbah cair secara biologis, cara kerjanya yaitu dengan menciptakan suatu kondisi untuk mengembang biakan bakteri-bakteri yang terkandung didalam air limbah menjadi lebih baik. Metode ini memiliki kekurangan diantaranya, pengumpulan mikroorganisme sulit dilakukan, konsentrasi BOD yang

dihasilkan masih tinggi, dan menimbulkan bau (Arifin, 2000).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan penerapan teknologi pemisahan melalui proses koagulasi, flokulasi dan membran ultrafiltrasi. Keuntungan dari teknologi membran adalah antara lain energi yang dibutuhkan rendah, tidak menghasilkan kontaminan maupun polutan, memerlukan lahan yang relatif kecil dan proses pemisahan yang berlangsung cepat.

Salah satu material membran yang dapat digunakan adalah kitosan dan silika. Membran kitosan bersifat hidrofil, non toksik, *biodegradable*, luas permukaan besar dan reaktif terhadap ion logam. Bahan dasar senyawa anorganik adalah silika yang bertujuan untuk meningkatkan kestabilan membran kitosan melalui pembentukan ikat silang dengan silika melalui terbentuknya

ikatan hidrogen antara struktur kitosan dengan silika (Mahatmanti dan Wahyuni 2013). Penambahan silika pada larutan kitosan juga akan membuat membran menjadi porogen sehingga fluks permeat dan permeabilitas menjadi tinggi (Sugiyo dkk, 2011). Oleh sebab itu, dalam penelitian ini perlu dibahas mengenai efisiensi membran sintesis dari bahan dasar kitosan dan silika untuk pengaplikasian pada limbah cair hotel.

Sjamsiah dkk (2017) melaporkan telah berhasil melakukan sintesis membran silika-kitosan dari ampas tebu (*bagasse*). Hasil yang diperoleh kemampuan adsorpsi logam timbal pada membran kitosan-silika dengan perbandingan 1:1 ; 1:1,5 ; 1:2 ; 1:2,5; 1:3 yaitu berturut-turut sebesar 41%,43%,76%, 54,88%, 38,36% dan 39,6%. Hasil terbaik diperoleh pada variasi membran kitosan silika 1:2 dengan readsorpsi membran sebesar 20,1 ppm dengan kemampuan readsorpsi sebesar 40,2%.

Yunianti dan Maharani (2012) melaporkan telah berhasil melakukan penelitian mengenai pemanfaatan membran kitosan-silika untuk menurunkan kadar ion logam Pb (II) dalam larutan. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari karakteristik membran kitosan-silika dan kinerja membran untuk menyaring ion logam Pb (II) dalam larutan $Pb(NO_3)_2$. Membran kitosan-silika dibuat dengan variasi konsentrasi kitosan 0,25%; 0,5%; 1%; 2%; 3% dan konsentrasi silika 0,004 M. Membran yang memiliki karakteristik terbaik adalah membran dengan konsentrasi kitosan 3% dengan nilai koefisien rejeksi paling tinggi yang dihasilkan adalah sebesar 26,84%.

Febriana dkk (2017) melaporkan telah berhasil melakukan penelitian pengolahan limbah cair kelapa sawit menggunakan membran berbasis kitosan,

PVA, dan silika. Variasi komposisi kitosan : silika 70%:1% ; 70%:2%; 70%:3%; 70%:4%; 70%:5%. Hasil yang diperoleh bahwa dalam kondisi optimum penurunan parameter didapatkan pada membran dengan komposisi kitosan : PVA : silika (70% : 25% : 5%). Rejeksi parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) sebesar 92,5926. *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dengan 56,75%, *Total Suspended Solid* (TDS) 32,0985%, dan pH sebesar 5,38765% berada pada tekanan 1 bar.

Sumarni dkk (2016) melaporkan telah berhasil melakukan penelitian karakteristik fisik komposit kitosan-silika dari abu sekam padi. Kitosan yang digunakan dari kitin cangkang *Vannemai* udang 82% sedangkan silika dari sekam padi dengan render silika (SiO_2) 51%. Sintesis membran dilakukan dengan metode inversi fasa dengan perbandingan massa kitosan-silika yaitu, 1 : 0,0; 1 ; 0,5; 1 : 1,0; 1 : 1,5; dan 1 : 2,0. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan silika meningkatkan indeks pengembangan dan permeabilitas membran. Membran yang memiliki karakteristik terbaik adalah membran dengan konsentrasi 1 : 2 dengan persen indeks penyerapan air 54,936 %.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh komposisi kitosan-silika terhadap uji karakteristik membran kitosan silika, serta menentukan kinerja membran terhadap nilai fluks, rejeksi, BOD, COD dan TSS limbah cair hotel.

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan yang digunakan

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kitosan, silika murni, asam asetat, *Polyetilen Glycol* (PEG), *Poly Vinyl Alcohol* (PVA), aquades, NaOH, aluminium sulfat (tawas), kalsium hidroksida, dan limbah cair hotel.

2.2 Alat yang digunakan

Peralatan yang digunakan dalam

penelitian ini adalah membran, gelas beker 250 ml, 500 ml dan 5000 ml, oven, plat kaca yang kedua sisinya dilapisi lakban, *magnetic stirer*, batang pengaduk, timbangan analitik, *stopwatch*, gelas ukur 5, 10, dan 100 ml, spatula, alat koagulator-flokulator, dan botol sampel.

2.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel tetap dan variabel bebas. Variabel tetap pada penelitian ini yakni berat PVA 3 gram akuades 300 ml, PEG 0,25 gram, tekanan operasi 3 bar, NaOH 10 gram, suhu pengadukan 80 °C, waktu pengadukan 1 jam, kecepatan pengadukan 250 rpm, sedangkan variabel berubahnya yakni komposisi kitosan 2,5, 3, 3,5, dan 4 gram, komposisi silika 2,5, 3, dan 3,5 gram.

2.4 Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini ada beberapa tahapan dalam pengerjaannya, yaitu:

a. Pembuatan Larutan Pereaksi

Sebanyak 2,5 gram silika murni dilarutkan dalam 100 ml aquades dalam *beaker glass*, kemudian diaduk selama 1 jam menggunakan *magnetic stirer* pada suhu 80 °C. Asam asetat 98% sebanyak 2,04 ml dilarutkan dalam aquades hingga total volume 100 ml, selanjutnya dilarutkan 2,5 gram kitosan dan diaduk selama 1 jam menggunakan *magnetic stirer* pada suhu 80 °C. Selanjutnya PVA sebanyak 3 gram dilarutkan dengan 100 ml aquades dalam *beaker glass*, kemudian diaduk hingga homogen menggunakan *magnetic stirer* pada kecepatan 250 rpm dan suhu 80 °C.

b. Pembuatan Membran

Sebanyak 100 ml larutan kitosan dimasukkan kedalam *beaker glass*, kemudian ditambahkan larutan silika 100 ml. Larutan diaduk menggunakan *magnetic stirer* selama 60 menit. Setelah larutan homogen, selanjutnya ditambahkan larutan PVA 3% (w/v) dan ditambahkan PEG 0,25

gram. Kemudian diaduk kembali hingga homogen. Setelah homogen, larutan dituangkan ke dalam cetakan plat kaca dan dikeringkan pada suhu kamar selama 24 jam hingga diperoleh membran kitosan-silika kering. Proses pelepasan membran dari cetakan diperlukan perendaman dengan menggunakan NaOH 1%. Membran yang diperoleh selanjutnya dibilas menggunakan aquades hingga pH air netral sebelum digunakan (Febriana, 2017).

c. Pengolahan Limbah Cair Hotel

Limbah cair hotel diambil dari salah satu hotel bintang 4 di kota Pekanbaru. Limbah diambil langsung dari bak penampungan selanjutnya dimasukkan ke dalam lemari pendingin selama 12 jam. Limbah cair hotel di *pretreatment* dengan proses koagulasi-flokulasi, sebelum dilakukan proses koagulasi-flokulasi limbah cair hotel dilakukan analisa terlebih dahulu untuk parameter BOD, COD, dan TSS (Pinem dan Sorang, 2012).

Proses *pre-treatment* dilakukan di dalam gelas beker 5000 mL yang dilengkapi dengan pengaduk (*mixer*). Proses dilakukan dengan menambahkan 5 mL larutan koagulan aluminium sulfat 50 ppm kedalam 1000 mL sampel limbah cair hotel yang dilanjutkan dengan proses pengadukan dengan kecepatan 150 rpm (pengadukan cepat) selama 2 menit. Setelah itu, kecepatan motor pengaduk diatur menjadi 60 rpm selama 15 menit untuk pengadukan lambat atau flokulasi. Proses terakhir adalah pengolahan limbah cair hotel dengan membran kitosan-silika melalui proses ultrafiltrasi menggunakan sistem operasi *dead-end* dimana arah aliran umpan tegak lurus terhadap membran dengan tekanan 3 bar.

d. Nilai Fluks

Membran yang telah dibuat kemudian diuji dengan menggunakan alat sel ultrafiltrasi sistem *Dead-end*. Membran

yang akan diuji dipotong berbentuk lingkaran dengan diameter ± 5 cm diletakkan pada dasar alat. Limbah cair hotel sebagai air sampel dimasukkan ke dalam tabung umpan sebanyak ± 150 mL. Pada alat operasi diberi tekanan operasi dari kompresor dengan tekanan 3 bar sehingga air sampel akan mengalir melewati membran yang disebut *permeate*.

Permeate yang keluar kemudian ditampung dan diukur volumenya setiap 5 menit hingga menit ke-60. Fluks air, J_w pada setiap eksperimen dihitung berdasarkan waktu Δt (jam) yang diperlukan untuk mengumpulkan permeate dengan menggunakan persamaan:

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

A = luas membran efektif

ΔV = volume permeate yang dikumpulkan.

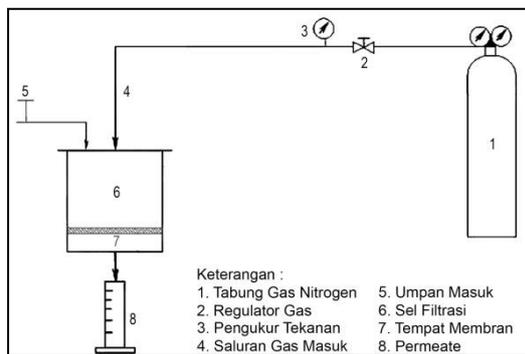
e. Nilai Rejeksi

Untuk menghitung nilai rejeksi pada tekanan operasi 1 bar dilakukan analisa konsentrasi masing-masing permeate pada berbagai tekanan. 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 permeate (ppm)

C_f = konsentrasi umpan (ppm)



Gambar 2.1 Diagram Skematis Proses Ultrafiltrasi dengan Sistem *Dead-end*

f. Statistika Pori

Statistika pori membran dapat dianalisa menggunakan peralatan *Scanning*

Electron Microscopy (SEM). Pemotretan dengan alat SEM dilakukan pada permukaan atas membran untuk mengetahui morfologi dan pori membran yang terbentuk.

g. Uji Tarik

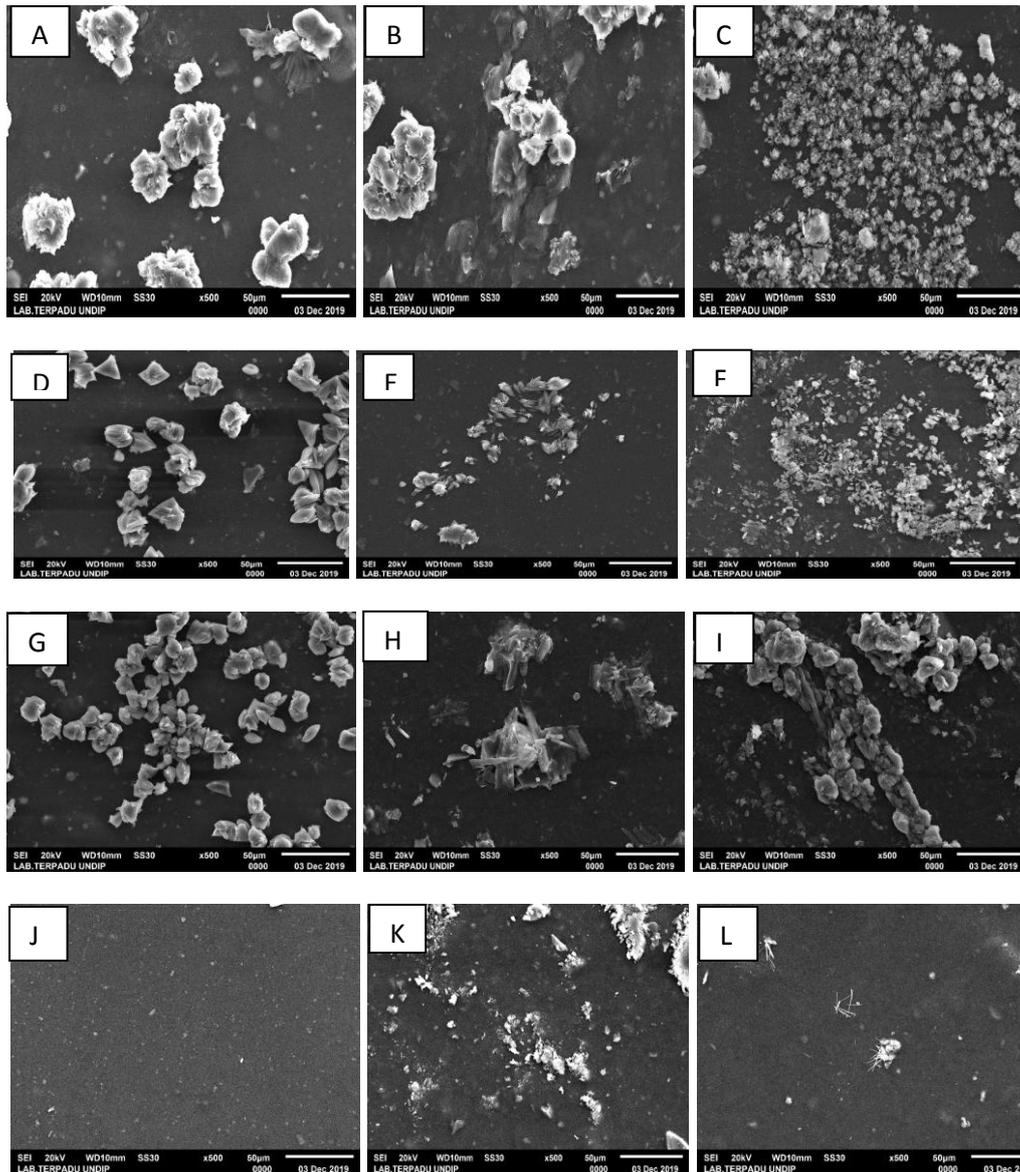
Pada penelitian ini, pengukuran sifat mekanik membran dilakukan menggunakan alat *texture analyser*. Hasil penelitian uji tarik menentukan nilai *Modulus Young*. Uji tarik dilakukan dengan cara ke dua ujung membran diletakkan pada posisi atas bawah pada mesin. Salah satu ujung membran ditarik dengan kecepatan 5 mm/s hingga membran putus. Setelah bagian tengah dari membran putus, jarak awal (L_0) hingga putusnya (L_1) membran diukur dengan penggaris. Pengujian dilakukan 2 kali ulangan dengan kecepatan penarikan 30 mm/menit pada suhu kamar. Data hasil pengujian tegangan putus dicatat. Kemudian diperoleh nilai *Modulus Young*. (Surbakti, 2015).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengaruh Komposisi Kitosan-Silika Terhadap Pori-pori Membran

Penambahan komposisi kitosan-silika memiliki pengaruh terhadap pori membran yang dihasilkan, dimana semakin besar komposisi kitosan-silika yang digunakan pada proses pembuatan membran, maka diameter pori yang terbentuk pada membran akan semakin kecil. Hal ini dibuktikan menggunakan pengujian SEM. Analisa dilakukan pada permukaan atas membran. Hasil analisa SEM dapat dilihat pada gambar 3.1, dari gambar 3.1 dapat dilihat bahwa semakin banyak komposisi kitosan-silika yang digunakan di dalam membran maka pori-pori pada membran akan semakin sedikit dan pori-pori yang terbentuk akan semakin kecil. Hal ini disebabkan kurang homogenya larutan dikarenakan ketika cetakan larutan *casting* didiamkan di udara terbuka, pelarut pada lapisan atas membran mengalami difusi ke atmosfer,

sehinggalapisan atas membran kekurangan pelarut.



Gambar 3.1 Foto SEM permukaan atas membran variasi komposisi kitosan-silika, (a) kitosan 2,5 : 2,5 silika, (b) kitosan 2,5 : 3 silika, (c) kitosan 2,5 : 3,5 silika, (d) kitosan 3 : 2,5 silika, (e) kitosan 3 : 3 silika, (f) kitosan 3 : 3,5 silika, (g) kitosan 3,5 : 2,5 silika, (h) kitosan 3,5 : 3 silika, (i) kitosan 3,5 : 3,5 silika, (j) kitosan 4 : 2,5 silika, (k) kitosan 4 : 3 silika, (l) kitosan 4 : 3,5 silika.

Pada penelitian ini membran Kitosan-Silika dengan penambahan kitosan-silika 2,5:2,5 gram memiliki pori yang dihasilkan sebesar 0,0741 μm , membran dengan penambahan kitosan-silika 2,5:3 gram memiliki pori yang dihasilkan sebesar 0,0735 μm , membran dengan penambahan kitosan-silika 2,5:3,5 gram memiliki pori yang dihasilkan sebesar 0,0732 μm ,

membran dengan penambahan kitosan-silika 3:2,5 gram memiliki pori yang dihasilkan sebesar 0,0709 μm , membran dengan penambahan kitosan-silika 3:3 gram memiliki pori yang dihasilkan sebesar 0,0690 μm , membran dengan penambahan kitosan-silika 3:3,5 gram memiliki pori yang dihasilkan sebesar 0,0685 μm , membran dengan penambahan kitosan-

silika 3,5:2,5 gram memiliki pori yang dihasilkan sebesar 0,0616 μm , membran dengan penambahan kitosan-silika 3,5:3 gram memiliki pori yang dihasilkan sebesar 0,0604 μm , membran dengan penambahan kitosan-silika 3,5:3,5 gram memiliki pori yang dihasilkan sebesar 0,0455 μm , membran dengan penambahan kitosan-silika 4:2,5 gram memiliki pori yang dihasilkan sebesar 0,0426 μm , membran dengan penambahan kitosan-silika 4:3 gram memiliki pori yang dihasilkan sebesar 0,0408 μm , membran dengan penambahan kitosan-silika 4:3,5 gram memiliki pori yang dihasilkan sebesar 0,0399 μm . Hal ini menunjukkan bahwa membran kitosan-silika yang dihasilkan termasuk kedalam membran ultrafiltrasi dengan *range* pori yang berada antara 0,001 μm – 0,1 μm (Mulder, 1996).

Dari gambar 3.1 dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan kitosan-silika maka semakin kecil pori-pori membran yang dihasilkan. Menurut Arthanareeswara dkk (2010) melakukan penelitian yang sama mengenai persiapan, karakterisasi dan studi kinerja membran ultrafiltrasi dengan aditif polimer. Hasil yang diperoleh yakni penambahan komposisi yang semakin meningkat, akan menghasilkan pori-pori yang semakin kecil. Shofiyah dan Dina (2012) melakukan penelitian yang sama penambahan konsentrasi komposisi membran terhadap pori membran. Hasil yang diperoleh

semakin tinggi konsentrasi kitosan maka jarak antar molekul dalam kitosan akan semakin rapat dan pori-pori yang terbentuk pada membran akan semakin kecil, sehingga air sulit untuk berdifusi kedalam membran yang menyebabkan kemampuan mengembangnya kecil. Sebaliknya, semakin rendah konsentrasi kitosan dalam membran maka kemampuan mengembangnya besar. Hal ini disebabkan dengan konsentrasi kitosan yang kecil mengakibatkan terlalu banyak pelarut atau semakin sedikit zat terlarutnya, maka pori-pori membran yang terbentuk semakin besar.

3.2 Pengaruh Penambahan Komposisi Kitosan-Silika Terhadap Sifat Mekanik Membran

Karakterisasi sifat mekanik perlu dilakukan untuk mengetahui kekuatan membran jika dikenai kekuatan yang dapat merusak membran. Semakin rapat struktur membran, berarti jarak antara molekul dalam membran semakin rapat sehingga mempunyai kuat tarik yang kuat. Uji kekuatan membran dilakukan pada suhu kamar dengan menggunakan alat *Autograph* yang akan menghasilkan *Load* yaitu nilai kuat tegang membran pada saat putus dan *Stroke* yaitu kekuatan regangan pada saat putus yang dimiliki oleh membran. Adapun hasil uji karakteristik sifat mekanis membran yaitu kuat tarik dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kuat Tarik Membran pada Berbagai Komposisi

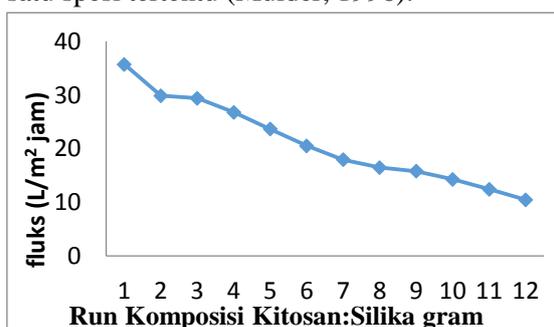
Jenis Membran	Kuat Tarik (Mpa)
Kitosan 2,5 : 2,5 Silika	25,675
Kitosan 2,5 : 3 Silika	28,42
Kitosan 2,5 : 3,5 Silika	30,575
Kitosan 3 : 2,5 Silika	31,55
Kitosan 3 : 3 Silika	34,79

Kitosan 3 : 3,5 Silika	36,55
Kitosan 3,5 : 2,5 Silika	37,535
Kitosan 3,5 : 3 Silika	39,785
Kitosan 3,5 : 3,5 Silika	42,435
Kitosan 4 : 2,5 Silika	48,215
Kitosan 4 : 3 Silika	52,235
Kitosan 4 : 3,5 Silika	56,255

Pada Tabel 3.1 dapat dilihat bahwa pada penelitian ini nilai kuat tarik tertinggi terdapat pada membran dengan komposisi kitosan-silika 4:3,5 gram dengan nilai kuat tarik 56,255 Mpa.

3.3 Pengaruh Penambahan Komposisi Kitosan-Silika Terhadap Fluks dan Rejeksi Membran

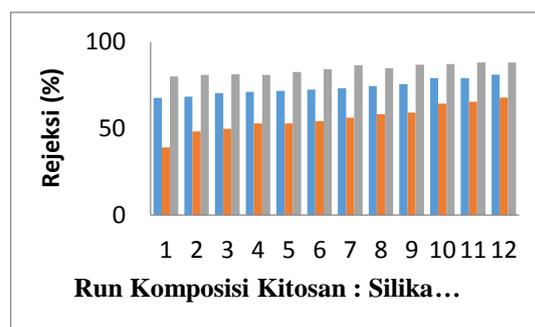
Fluks merupakan suatu jumlah volume permeat yang melewati satu satuan permukaan luas membran dengan waktu tertentu dan dengan adanya gaya dorong berupa tekanan. Selektivitas membran dinyatakan dalam nilai koefisien rejeksi, yang merupakan ukuran kemampuan membran untuk menahan atau melewatkan satu spesi tertentu (Mulder, 1996).



Gambar 3.2 Pengaruh Penambahan Komposisi Kitosan-Silika terhadap Fluks dengan Umpan Limbah Cair Hotel

Dari gambar 3.2 dapat dilihat bahwa Penambahan komposisi Kitosan-Silika berbanding terbalik terhadap fluks.

Dalam menentukan jenis membran yang kinerjanya paling efektif maka dilakukan pengujian menggunakan limbah cair hotel yang sebelumnya telah diolah menggunakan proses koagulasi-flokulasi. Dengan analisa permeal dan kadar awal BOD, COD, TSS. Pada Gambar 3.2 dapat dilihat hasil pengujian menggunakan proses membran ultrafiltrasi pada tekanan 3 bar dengan berbagai variasi penambahan komposisi kitosan-silika yaitu 2,5:2,5gram, 2,5:3 gram, 2,5:3,5 gram, 3:2,5 gram, 3:3 gram, 3:3,5 gram, 3,5:2,5 gram, 3,5:3 gram, 3:3,5 gram, 4:2,5 gram, dan 4:3 gram, 4:3,5 gram.



Gambar 3.3 Pengaruh penambahan Komposisi Kitosan-Silika Terhadap Rejeksi dengan Umpan Limbah Cair Hotel

Semakin besar komposisi kitosan-silika, maka akan semakin kecil fluks yang dihasilkan. Menurut Al-moudi dan Lovitt (2007), nilai fluks yang besar ditentukan

oleh konsentrasi pembentuk membran, semakin tinggi konsentrasi pembentuk pori-pori pada membran maka membran yang dihasilkan akan semakin rapat sehingga nilai fluks yang dihasilkan semakin kecil. Hal ini sesuai dengan struktur membran, dimana semakin tinggi komposisi zat aditif yang digunakan dan pelarut semakin sedikit, maka diameter pori yang terbentuk pada membran akan semakin kecil.

Menurut Arifiani (2012) besarnya koefisien rejeksi menunjukkan selektivitas membran, seiring bertambahnya komposisi kitosan-silika maka semakin selektif membran yang dihasilkan. Hasil ini didukung oleh Bokau (2013) juga telah melakukan penelitian mengenai sintesis membran kitosan termodifikasi silika abu sekam padi untuk proses dekolorisasi. Hasil yang diperoleh yaitu semakin banyak massa kitosan-silika akan menghasilkan nilai fluks yang lebih kecil dan nilai rejeksi yang semakin besar.

Selektivitas membran dinyatakan dalam nilai koefisien rejeksi, yang merupakan ukuran kemampuan membran untuk menahan atau melewatkan satu spesi tertentu (Mulder, 1996). Pada Gambar 3.3 dapat dilihat hasil pengujian proses ultrafiltrasi pada tekanan 3 bar dengan berbagai variasi komposisi kitosan-silika.

Pada gambar 3.3 dapat dilihat bahwa semakin besar komposisi kitosan-silika maka nilai rejeksi yang dihasilkan akan semakin besar. Pada gambar 3.3 dapat dilihat bahwa pengoperasian dengan membran kitosan-silika 2,5 : 2,5 gram diperoleh tingkat rejeksi BOD₅ sebesar 67,71%, COD sebesar 39,18%, dan TSS sebesar 80,08%. Membran kitosan-silika 2,5 : 3 gram di peroleh tingkat rejeksi BOD₅ sebesar 68,50%, COD sebesar 48,37%, dan TSS sebesar 80,93%. Membran kitosan-silika 2,5 : 3,5 gram di peroleh tingkat rejeksi

BOD₅ sebesar 70,47%, COD sebesar 49,72%, dan TSS sebesar 81,35%. Membran kitosan-silika 3 : 2,5 gram di peroleh tingkat rejeksi BOD₅ sebesar 71,65%, COD sebesar 52,97%, dan TSS sebesar 80,93%. Membran kitosan-silika 3 : 3 gram di peroleh tingkat rejeksi BOD₅ sebesar 71,65%, COD sebesar 52,97%, dan TSS sebesar 82,62%. Membran kitosan-silika 3 : 3,5 gram di peroleh tingkat rejeksi BOD₅ sebesar 72,44%, COD sebesar 54,32%, dan TSS sebesar 84,32%. Membran kitosan-silika 3,5 : 2,5 gram di peroleh tingkat rejeksi BOD₅ sebesar 73,22%, COD sebesar 56,21%, dan TSS sebesar 86,44%. Membran kitosan-silika 3,5 : 3 gram di peroleh tingkat rejeksi BOD₅ sebesar 74,40%, COD sebesar 58,37%, dan TSS sebesar 84,74%. Membran kitosan-silika 3,5 : 3,5 gram di peroleh tingkat rejeksi BOD₅ sebesar 75,59%, COD sebesar 59,18%, dan TSS sebesar 86,86%. Membran kitosan-silika 4 : 2,5 gram di peroleh tingkat rejeksi BOD₅ sebesar 79,13%, COD sebesar 64,32%, dan TSS sebesar 87,28%. Membran kitosan-silika 4 : 3 gram di peroleh tingkat rejeksi BOD₅ sebesar 79,13%, COD sebesar 65,40%, dan TSS sebesar 88,13% sedangkan membran kitosan-silika 4 : 3,5 gram di peroleh tingkat rejeksi BOD₅ sebesar 81,10%, COD sebesar 67,83%, dan TSS sebesar 88,13%.

Dalam pengoperasian dengan menggunakan umpan limbah cair hotel dapat dilihat bahwa membran dengan komposisi kitosan-silika 2,5:2,5 gram memiliki nilai fluks yang paling tinggi diantara membran lainnya, sedangkan pada membran dengan komposisi kitosan-silika gram tingkat rejeksi yang dihasilkan terhadap penyisihan BOD, COD dan TSS limbah cair hotel sangatlah rendah dibandingkan dengan komposisi membran lainnya. Akan tetapi, pada pengoperasian

membran dengan komposisi kitosan:silika 4:3,5 gram memiliki tingkat rejeksi paling besar dan nilai fluks yang paling rendah.

Jika dibandingkan kinerja membran dari segi fluks dan rejeksinya, maka membran dengan komposisi kitosan-silika 3:3,5 gram merupakan komposisi membran

yang efektif karena memiliki kinerja yang baik yakni fluks yang cukup besar dan nilai rejeksi yang cukup baik dari ketiga komposisi membran yang lain. Berikut persentase rejeksi yang dihasilkan membran ultrafiltrasi dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Persentase Penyisihan COD, BOD dan TSS atau Rejeksi Membran kitosan-silika setelah proses *pretreatment*

Rasio kitosan : silika (gr)	Satuan	Parameter		
		COD	BOD ₅	TSS
2,5 : 2,5	%	39,18	67,71	80,08
2,5 : 3	%	48,37	68,5	80,93
2,5 : 3,5	%	49,72	70,47	81,35
3 : 2,5	%	52,97	71,25	80,93
3 : 3	%	52,97	71,65	82,62
3 : 3,5	%	54,32	72,44	84,32
3,5 : 2,5	%	56,21	73,22	86,44
3,5 : 3	%	58,37	74,4	84,74
3,5 : 3,5	%	59,18	75,59	86,86
4 : 2,5	%	64,32	79,13	87,28
4 : 3	%	65,4	79,13	88,13
4 : 3,5	%	67,83	67,83	88,13

Sumber : Data diolah dari Hasil Uji Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang UPT Pengujian Material Provinsi Riau, 2019

*Baku mutu sesuai Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 68 Tahun 2016.

4. Kesimpulan

Semakin besar komposisi kitosan-silika maka diameter pori rata-rata yang dihasilkan semakin kecil. Berdasarkan penambahan kitosan-silika 2,5:2,5, 2,5:3, 2,5:3,5, 3:2,5, 3:3, 3:3,5, 3,5:2,5, 3,5:3,

3,5:3,5, 4:2,5, 4:3, dan 4:3,5 gram di dapatkan ukuran pori rata-rata sebesar 0,0741 μm , 0,0735 μm , 0,0732 μm , 0,0709 μm , 0,069 μm , 0,0685 μm , 0,0616 μm , 0,0604 μm , 0,0455 μm , 0,0426 μm , 0,0408 μm dan 0,0399 μm . Sedangkan kuat tarik

terbaik dihasilkan pada komposisi kitosan-silika 4:3,5 gram yaitu sebesar 52,235 Mpa. Semakin besar komposisi kitosan-silika maka akan semakin kecil nilai fluks yang dihasilkan, tetapi nilai rejeksi akan semakin besar. Membran kitosan-silika 3:3,5 gram menghasilkan nilai fluks dan rejeksi yang setimbang yaitu 20,53 (L/m².jam) dengan nilai rejeksi BOD sebesar 71,44%, COD 54,32% dan TSS 84,32%.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Moudi, A., dan Lovitt, R.W. 2007. Fouling Strategis and The Cleaning System of NF Membranes and Factors affecting Cleaning Efficiency. *Journal of Membranes Science*. 303(1-2):4-28.
- Arifiniani, N. 2012. Sintesis Membran Kitosan-Silika dan Aplikasinya Untuk Filtrasi Air Sadah. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang. Semarang
- Arifin, M. 2000. Pengelolaan Limbah Hotel Berbintang (Studi Kasus di Jakarta Selatan). *Tesis*. Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Arthanareeswaran, G., D. Mohan. Dan M. Raajenthiren. (2010). Preaparatoin, Characterization and Perfomance Studies of Ultrafiltration Membranes with Polymeric
- Bokau, N.S. 2013. Sintesis Membran Kitosan Termodifikasi Silika Abu Sekam Padi untuk Proses Dekolorisasi. *Skripsi*. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Febriana, I., S, Chodijah., Husaini., L, Novriani. 2017. Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit Menggunakan Membran Berbasis Kitosan, PVA dan Silika. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*. 9(2):73-84.
- Mulder, M. 1996. *Basic Principle of Membrane Technology*. 2nd Ed. Kluwer Academic Publisher. Netherland.
- Pinem, J.A dan J.A Sorang. 2012. Penyisihan BOD₅, COD dan TSS Limbah Cair Tahu dengan Kombinasi Koagulasi-Flokulasi dan Ultrafiltrasi. *Jurnal Ilmiah Sains Terapan*. III(2):135-138.
- Sjamsiah, Ramadani, K., Hemawan. 2017. Sintesis Membran Silika Kitosan Dari Abu Ampas Tebu (Bagasse). Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Uin Alauddin Makassar
- Sugiyo, W., F, Widhi., dan M, Alauhdin. 2011. Sintesis Komposit Kitosan-Silika dan Aplikasinya sebagai Adsorben Zat Warna Tekstil. *Jurnal*. 9(1):21-32.
- Surbakti, D. 2015. Pengaruh Konsentrasi Polivinil Alkohol (PVA) Terhadap Karakteristik Membran Kitosan-Kolagen-PVA untuk Aplikasi Pembalut Luka Bakar. *Skripsi*. Departemen Kimia Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Yunianti S, dan Maharani D.K. 2012. Pemanfaatan Kitosan-Silika Untuk Menurunkan Kadar Ion Logam Pb (II) Dalam Larutan. *Jurnal Jurusan Kimia FMIFA*. Universitas Negeri Surabaya