

## Uji Kemampuan Membran Komposit Kitosan-Selulosa Terhadap Penurunan Kadar Kromium Pada Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit

### *Capability Test of Chitosan-Cellulose Membrans to Reduce Chrom in the Liquid Waste of Tanning Industry*

Alexander Tunggul Sutan Haji<sup>1\*</sup>, Akhmad Adi Sulianto<sup>1</sup>, Fara Miranda<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya Jl. Veteran, Malang 65145

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Jurusan Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya Jl. Veteran, Malang 65145

\*Email korespondensi : alexandersutan@ub.ac.id

#### ABSTRAK

Seiring dengan semakin pesatnya pertumbuhan industri tentunya akan mempengaruhi kondisi lingkungan dikarenakan semakin banyak limbah buangan hasil industri yang dibuang ke lingkungan, salah satunya adalah limbah cair industri penyamakan kulit dengan kandungan kromium (Cr) yang tinggi antara 40 – 25000 mg.l<sup>-1</sup>. Perlu adanya pengolahan limbah terlebih dahulu sebelum di buang ke lingkungan. Salah satu teknologi yang dapat digunakan adalah menggunakan membran. Pada penelitian ini membran yang digunakan adalah membran komposit kitosan-selulosa. Tujuan penelitian ini yaitu mengkaji karakteristik fisik dari membran kitosan-selulosa dan mengkaji pengaruhnya dalam merejeksi Cr pada limbah industri penyamakan kulit. Pembuatan membran menggunakan metode pembalikan fasa, dimana kitosan dalam bentuk padatan atau serbuk akan dilarutkan menggunakan asam asetat dengan konsentrasi yang beragam. Pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang disusun secara factorial dengan menggunakan 2 variasi faktor yaitu Asam Asetat (CH<sub>3</sub>COOH) (1%, 2%, 3%) dan konsentrsi massa kitosan (1.5 g, 2 g, dan 2.5 g). Kandungan krom awal sebesar 10.87 mg.l<sup>-1</sup>. Berdasarkan pengujian anova, variasi konsentrasi asam asetat dan konsentrasi kitosan memiliki pengaruh nyata terhadap penurunan Cr pada limbah cair. Koefisien rejeksi terbesar sebesar 85% dengan variasi terbaik pada membran dengan konsentrasi 2.5 g – 3%.

Kata kunci : filtrasi, koefisien rejeksi

#### ABSTRACT

*Along with the rapid growth of the industry will certainly affect the environmental conditions because the increasing amount of industrial waste disposal that is discharged into the environmen, for example is liquid waste from the tanning industry with chromium (Cr) content between 40 – 25000 mg.l<sup>-1</sup>. One of the technologies that can be used is to use membrans. In this study membran used was the cellulose-chitosan composite membran. The purpose of this research is to examine physical characteristics of chitosan-cellulose membrans and their filtration influence to rejection Cr in the tanning industry. The method of membran making is by using phase reversal method, in which chitosan in the form of solid or powder will be dissolved using acetic acid with various concentration. Completely Randomized Design was used in this research with 2 factorial which is cariation of acetate (CH<sub>3</sub>COOH) (1%, 2%, and 3%), and variations of chitosan mass (1.5 g, 2g, 2.5 g). The chromium content before treatment is 10.87 mg.l<sup>-1</sup>. Based on the anova test, the variation of acetic acid concentration has a significant effect on the decrease of chromium. The largest rejection coefficient is 85% with best variation on membran with concentration 2.5g – 3%.*

*Keywords : filtration, rejection coefficient*

## PENDAHULUAN

Industri merupakan salah satu sektor yang memiliki peranan penting dalam pembangunan wilayah. Hampir seluruh negara memandang bahwa industrialisasi adalah suatu keharusan karena menjamin kelangsungan proses pembangunan ekonomi jangka panjang dengan laju pertumbuhan ekonomi yang tinggi dan berkelanjutan yang menghasilkan peningkatan pendapatan perkapita setiap tahun (Tambunan, 2001). Seiring dengan semakin pesatnya pertumbuhan industri tentunya akan mempengaruhi kondisi lingkungan dengan semakin banyaknya limbah buangan hasil industri yang dibuang ke lingkungan. Bahan buangan yang dibuang ke lingkungan tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu tentunya akan mencemari lingkungan dan menyebabkan kerusakan lingkungan. Salah satu contoh limbah yang banyak mencemari lingkungan adalah limbah cair penyamakan kulit yang mengandung kromium (Cr). Industri penyamakan kulit merupakan industri yang menghasilkan limbah cair kromium dengan konsentrasi antara 40 - 25000 mg.l<sup>-1</sup> (Benazier *et al.*, 2009). Pada proses penyamakan, 60-70% krom bereaksi dengan kulit yang disamak, sekitar 30-40% sisa kromium yang digunakan terdapat pada limbah padat dan cair (terutama berasal dari sisa penyamakan) (Abdulla *et al.*, 2010).

Membran semipermeabel merupakan sebuah saringan sangat tipis dan elastis terbuat dari polimer sintesis yang mampu menyaring atau memfilter satu unsur dan meloloskan unsur yang lain. Beberapa tahun terakhir telah dilakukan penelitian seputar polimer alam (biopolimer) yang mampu mengikat logam berat limbah melalui pembentukan senyawa kompleks sehingga biopolimer dapat berfungsi sebagai adsorben untuk memisahkan logam berat dari air meskipun konsentrasinya sangat rendah. Salah satu biopolimer yang saat ini banyak diteliti sebagai adsorben logam berat dari air limbah adalah kitosan. Kitosan adalah poli-2-Amino-2-Deoksi- $\beta$ -D-Glukosa, merupakan turunan dari kitin, poli- $\beta$ -N-asetil-D-glukosamin, yang merupakan

suatu amino polisakarida alami paling berlimpah di alam, merupakan biopolimer yang terdapat pada bahan pendukung (kulit cangkang) binatang moluska, krustakhea, dan insekta. Kitosan didapatkan melalui proses deasetilasi dari kitin, dimana gugus asetil pada kitin, oleh hidrogen diubah menjadi gugus amin dengan penambahan larutan basa kuat berkonsentrasi tinggi (Planas, 2002). Kitin dan kitosan banyak digunakan dalam berbagai bidang industri antara lain industri farmasi, kesehatan, bioteknologi, pangan, biokimia, pengolahan limbah, kosmetik, agroindustri, industri tekstil, industri perkayuan, industri kertas, dan industri elektronika.

Membran komposit selulosa-kitosan merupakan membran yang terbuat dari larutan kitosan dengan dilapisi selulosa berupa kertas saring. Kitosan sebagai biopolimer mempunyai berbagai keistimewaan yaitu ramah lingkungan, tidak menghasilkan limbah, dapat terdegradasi, dan tidak beracun. Membran komposit selulosa-kitosan berfungsi sebagai adsorben aktif dan selulosa berfungsi sebagai material pendukung pada proses filtrasi. Kitosan didapati mempunyai satu gugus amina linear untuk setiap unit glukosa. Keberadaan gugus amina pada kitosan menjadikan kitosan sebagai adsorben yang kuat yang mampu mengikat logam berat dan unsur-unsur kimia lainnya. Tujuan penelitian ini yaitu mengkaji karakteristik fisik dari membran kitosan-selulosa dan mengkaji pengaruhnya dalam merejeksi Cr pada limbah industri penyamakan kulit.

## BAHAN DAN METODE

### Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode sampel sesaat (*grab sample*). Sampel diambil pada waktu sore hari pukul 16.00 setelah proses penyamakan selesai, pengambilan sampel diambil di pabrik Nasional Djawa Kulit Singosari.

### Tahap Pengujian Kadar Awal Logam Krom

Sampel air limbah industri penyamakan

Haji, *et al.*

kulit yang telah diambil segera diuji di Laboratorium Biosains Universitas Brawijaya. Dilakukan pengenceran 1:4 (1 l limbah diencerkan menggunakan 4 l air) sebelum pengujian berlangsung. Sampel air limbah diukur kadar logam kromium menggunakan AAS untuk mengetahui konsentrasi awal logam kromium air limbah sebelum dilakukan proses adsorpsi.

#### Tahap Rancang Bangun dan Karakterisasi Membran

Kitosan sebanyak 1.5 g, 2 g, dan 2.5 g dilarutkan dalam 60 ml asam asetat 1%, 2% dan 3%, kemudian campuran kitosan dan asam asetat diaduk menggunakan *magnetic stirrer* sampai larut. Larutan yang sudah terbentuk didiamkan selama 24 jam pada suhu ruang untuk menghilangkan gelembung udara yang terbentuk, kemudian dilakukan pencetakan terhadap kitosan dengan cara menuangkan larutan sebanyak 10 ml ke media cetakan berupa cawan petri dengan diameter 11 cm sampai menjadi rata dan dikeringkan dengan oven pada suhu 40 °C selama 24 jam. Membran yang sudah kering di rendam dalam larutan NaOH 1% selama kurang lebih 1 jam pada suhu kamar selanjutnya direndam pada bak berisi akuades selama 2 jam. Kemudian membran dicuci berulang dengan air mengalir untuk menghilangkan sisa pelarutnya sampai lapisan lendir pada membran menghilang.

#### Tahap Penentuan Karakteristik Fluks Karakteristik fluks yang dilakukan

Tahap ini bertujuan untuk mengetahui besar volume air yang dihasilkan membran terhadap umpan air murni. Kemudian dilakukan penentuan nilai fluks dari membran. Penentuan nilai-nilai fluks (j) dilakukan dengan melewatkan air murni pada membran. Nilai fluks (J) pada masing masing tekanan operasi diperoleh dengan membagi gradient kurva aliran permeat (V) terhadap waktu (t) pada keadaan konstan dengan luas permukaan membran (A).

$$J = \frac{V}{A \times t} \dots \dots \dots (1)$$

Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan

Dimana :

- J = Fluks (l.cm<sup>-2</sup>.jam<sup>-1</sup>)
- V = Volum permeat (l)
- A = Luas permukaan membran (cm<sup>2</sup>)
- T = Waktu (Jam)

#### Studi Aplikasi Membran Untuk Menurunkan Kadar (Cr) Dari Limbah Penyamakan Kulit

Pada tahap ini dilakukan pengambilan data koefisien rejeksi membran terhadap logam Kromium (Cr) yang berasal dari limbah penyamakan kulit. Dilakukan pengamatan terhadap permeselektivitas membran melalui rejeksi membran melalui rejeksi dalam adsorpsi logam kromium (Cr). Penentuan rejeksi membran dilakukan dengan menghitung presentase logam krom yang tertahan oleh membran.

$$R = 1 - \frac{C_p}{C_f} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

- R = Koefisien rejeksi (%)
- C<sub>p</sub> = Konsentrasi zat terlarut dalam permeat
- C<sub>f</sub> = Konsentrasi zat terlarut dalam umpan

Pemasangan membran dilakukan pada modul membran yang ada pada alat pengujian dengan diameter modul membran sebesar 6 cm. Membran dipasang pada modul membran dengan bantuan kain kasa sebagai alat bantu pemasangan membran.

#### Tahap Pengujian Kadar Logam Kromium (Cr) Setelah Adsorpsi

Sampel cair yang telah melewati membran pada proses adsorpsi kemudian di uji. Pengujian kadar logam kromium yang telah mengalami proses adsorpsi oleh membran kitosan-selulosa dilakukan dengan menggunakan *Atomic Absorption Spechtrofotometer* (AAS). Pengujian dilakukan di laboratorium Perum Jasa Tirta untuk mengetahui kadar akhir dari kromium yang masih tersisa dalam larutan sampel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Proses Pembuatan Membran Kitosan Selulosa

Pembuatan membran pada penelitian ini menggunakan metode inversi fasa, dimana metode inversi fasa dilakukan dengan menuangkan larutan polimer pada permukaan rata sehingga terbentuk film tipis yang kemudian dicelupkan pada larutan pengendap. Kitosan dan asam asetat diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 1 jam pada suhu ruang agar kitosan dapat terlarut dengan baik, kemudian kitosan yang sudah terlarut didiamkan pada suhu ruang selama 24 jam sampai larutan homogen.

Setelah didapatkan *dope* kitosan dilakukan proses *casting* atau pencetakan membran dengan menuangkan larutan kitosan kedalam cawan petri yang sudah dilapisi kertas saring. Kertas saring berfungsi sebagai selulosa pendukung kitosan. Setelah itu cawan petri yang sudah berisi kitosan selulosa dioven pada suhu 40 °C selama kurang lebih 24 jam atau hingga kitosan mengering. Menurut Purdianto (2007), diantara lapisan kitosan dan selulosa terjadi interaksi berupa ikatan hidrogen intermolekuler antara gugus aktif kitosan dengan gugus aktif selulosa.

Larutan NaOH 1% dituang kedalam cawan petri yang berisi membran kitosan sampai membran terendam, dan didiamkan sampai membran terangkat dari cawan petri. Setelah itu membran dicuci dengan akuades untuk menghilangkan NaOH dari membran. Menurut Kusumawati (2009) menyatakan, untuk melepas membran dari cetakan, diperlukan perendaman dengan larutan NaOH 1%. Larutan NaOH dalam hal ini berfungsi sebagai larutan nonpelarut yang dapat berdifusi ke bagian bawah membran yang berhimpitan dengan permukaan cetakan sehingga membran tersebut akan terdorong ke atas dan terkelupas. Membran yang telah dilepaskan dari cawan petri dicuci berulang-ulang dengan akuades untuk menghilangkan NaOH.

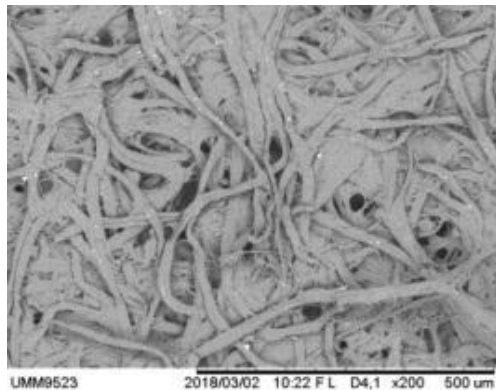
Asam asetat yang digunakan dalam penelitian ini berfungsi dengan baik sebagai pelarut. Selain berfungsi untuk nearutkan kitosan, asam asetat juga

berfungsi sebagai agen pembalik fasa yang mengalami penukaran dengan larutan pengendap yang dalam penelitian ini berupa larutan NaOH melalui proses difusi. Semakin tinggi tingkat keasaman pelarut maka proses pembalikan fasa akan berlangsung semakin cepat. Setelah proses pencucian dilakukan membran dikeringkan selama 24 jam pada suhu ruang sebelum digunakan sebagai filter.

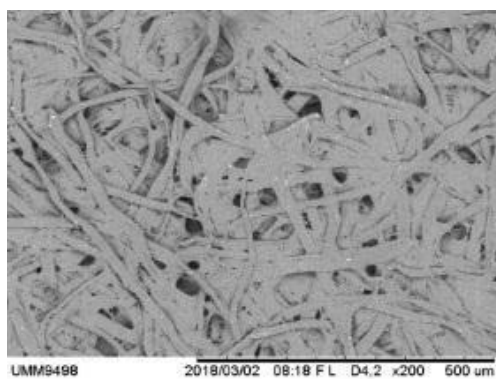
### Karakteristik Fisik Membran Kitosan Selulosa

Pada pembuatan membran dalam penelitian ini digunakan bahan dasar berupa kitosan karena kitosan memiliki beberapa kelebihan yang tidak dimiliki oleh bahan polimer lain. Kelebihan kitosan diantaranya adalah mudah diperoleh, harganya terjangkau, tidak terlarut dalam air namun mampu mengikat air, bersifat anti bakteri, tidak bersifat karsinogenik, mampu menyerap unsur unsur logam, dan bersifat mudah terurai atau terdegradasi dengan baik. Menurut Setiawan *et al.* (2015), semakin tinggi konsentrasi kitosan maka semakin kecil ukuran pori membran, hal ini dapat terjadi karena semakin tinggi tingkat konsentrasi kitosan maka semakin padat tingkat kerapatan partikelnya yang mengakibatkan ukuran pori membran semakin kecil.

Penelitian ini menggunakan bahan pendukung dalam pembuatan membran berupa selulosa dalam bentuk kertas saring. Kertas saring atau selulosa digunakan karena selulosa memiliki struktur yang hampir sama dengan kitosan sehingga kitosan dan selulosa memiliki ikatan yang baik jika digabungkan. Selain itu kertas saring memiliki nilai fluks air yang besar serta koefisien rejeksi kecil. Karakteristik fisik membran kitosan diamati dengan melakukan pengujian SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Pengujian SEM dilakukan di Laboratorium Biologi Universitas Muhammadiyah Malang menggunakan 9 sampel variasi kitosan dengan konsentrasi berbeda dan 1 kontrol berupa kertas saring. Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian SEM yaitu HITACHI TM-3000.



(a)



(b)

Gambar 1. Hasil SEM (a) kertas saring (b) membran

Hasil pengujian SEM pada kertas saring yang dijadikan sebagai kontrol dapat dijadikan perbandingan antara kertas saring tanpa dilapisi membran dan kertas saring yang sudah dilapisi membran (Gambar 1). Pada kertas saring ukuran pori diketahui sebesar  $17.4 \mu\text{m} - 49.1 \mu\text{m}$  sedangkan pada membran ukuran pori terkecil sebesar  $12 \mu\text{m}$  dan pori terbesar sebesar  $52.2 \mu\text{m}$ , selain itu dari gambar tersebut terlihat pori-pori yang terbentuk lebih sedikit dibandingkan dengan kertas saring yang dilapisi oleh kitosan. Menurut Herwanto & Santoso (2006), selulosa dan kitosan mempunyai struktur kimiawi yang sangat mirip, hal tersebut menjadikan kedua biopolimer bersifat kompatibel dan mempunyai gaya adhesi yang baik. Dengan adanya gaya adhesi tersebut maka akan terbentuk ikatan-ikatan antara kitosan dengan kertas saring yang menyebabkan terbentuknya pori-pori baru diantara ikatan yang terbentuk tersebut.

Hal tersebut sesuai dengan hasil pengujian SEM yang dilakukan pada penelitian ini, dengan campuran kitosan dan selulosa pori-pori yang terbentuk semakin banyak melebihi pori-pori pada kertas saring sebelum dilapisi oleh kitosan.

Berdasarkan data yang didapatkan dari hasil pengujian SEM disimpulkan bahwa membran komposit kitosan selulosa yang dibuat pada penelitian ini merupakan membran ultrafiltrasi. Menurut Lonsdale (2002), Membran ultrafiltrasi (UF) beroperasi pada tekanan berkisar 1-5 bar dan batasan permeabilitasnya  $10-50 \text{ L.m}^{-2}.\text{jam}^{-1}.\text{bar}^{-1}$  dengan ukuran pori membran berkisar antara 1  $\mu\text{m}$  sampai 1 nm. Ultrafiltrasi digunakan untuk memisahkan makromolekul dan koloid dari larutannya. Ukuran molekul yang dapat lolos melewati membran ultrafiltrasi berkisar antara 104-108 Dalton. Selain itu membran yang dibuat dalam penelitian ini mampu menahan tekanan sampai 3 bar sehingga membran ini termasuk kedalam golongan membran ultrafiltrasi.

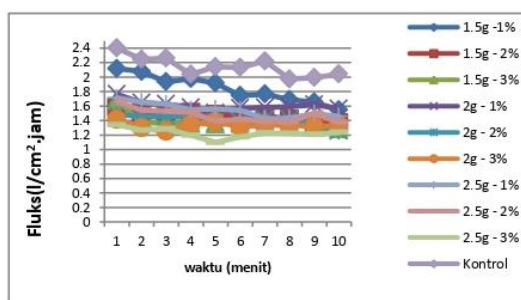
#### Pengaruh Konsentrasi Kitosan Terhadap Nilai Fluks

Pengujian membran terhadap nilai fluks pada air diperlukan untuk mengetahui kemampuan terbesar dari membran yang dibuat dalam menahan molekul air yang dapat melewati pori membran, semakin sedikit volume air yang melewati membran berarti membran tersebut memiliki kerapatan pori yang baik dan dapat bekerja optimal dalam merejeksi logam kromium sesuai dengan pengujian yang akan dilakukan. Pengujian fluks dilakukan selama 10 menit dan dilakukan dengan pengulangan sebanyak 3 kali. Adapun tekanan operasional yang digunakan pada penelitian ini adalah sebesar 2 bar yang diperoleh dari pengaliran udara ke dalam sel ultrafiltrasi menggunakan tabung nitrogen.

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa nilai fluks dari membran kitosan selulosa menghasilkan data yang cukup signifikan, nilai fluks yang dihasilkan cenderung menurun pada setiap menitnya (Gambar 2). Penurunan nilai fluks pada setiap menitnya disebabkan karena adanya *fouling* yang terbentuk pada membran,

Haji, *et al.*

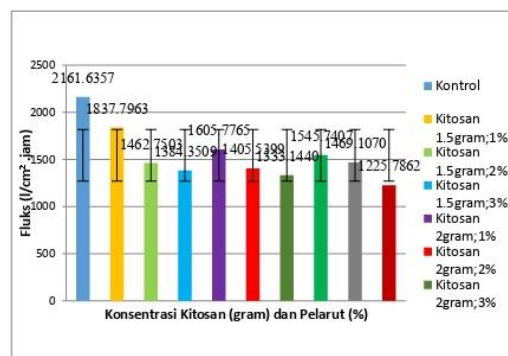
sehingga semakin lama waktu kontak maka *fouling* yang terbentuk akan semakin banyak dan mampu menyumbat pori membran sehingga menyebabkan penurunan nilai fluks pada setiap waktunya. *Fouling* itu sendiri adalah deposisi partikel pada permukaan dan atau pada pori membran (Mahmud, 2005).



Gambar 2. Grafik hubungan fluks dan waktu

Kondisi optimal dalam kinerja membran pada umumnya dinyatakan oleh besarnya permeabilitas dan selektivitas membran terhadap suatu spesi kimia tertentu. Makin besar nilai permeabilitas dan selektivitas membran, membran memiliki kinerja yang semakin baik (Radiman *et al.*, 2002). Permeabilitas merupakan ukuran kecepatan dari suatu spesi untuk melewati membran. Permeabilitas membran dipengaruhi oleh jumlah dan ukuran pori, tekanan yang diberikan, serta ketebalan membran. Permeabilitas dinyatakan sebagai suatu besaran fluks yang didefinisikan sebagai jumlah volume permeat yang melewati satu satuan luas membran dalam satuan waktu tertentu dengan adanya gaya penggerak berupa tekanan (Mulder, 1996). Berdasarkan hasil pengujian fluks yang telah dilakukan didapatkan data fluks membran (Gambar 3).

Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan



Gambar 3. Grafik nilai fluks tiap konsentrasi

Nilai fluks terbesar yang dihasilkan dari pengujian membran adalah pada membran dengan konsentrasi kitosan dan pelarut paling kecil yaitu 1.5 g kitosan dan 1% asam asetat sebagai pelarut dengan nilai fluks sebesar 1842.3873  $l.cm^{-2}.jam^{-1}$ . Hal ini disebabkan karena beberapa faktor yaitu, semakin rendah konsentrasi yang digunakan maka jarak antar molekul yang terbentuk semakin besar, selain itu kondisi ini disebabkan pada membran karena kelarutan kitosan dengan konsentrasi 1 g 1% sangat encer sehingga menghasilkan struktur membran dengan pori-pori yang tidak merata, faktor lain yang juga mempengaruhi adalah konsentrasi asam asetat yang rendah menyebabkan proses inversi fasa yang terjadi antara NaOH dan asam asetat berlangsung dalam waktu yang lama sehingga menghasilkan pori pori yang lebih besar dan mudah dilewati oleh fluida.

Nilai fluks terkecil yang dihasilkan dari pengujian yaitu membran dengan konsentrasi kitosan dan asam asetat tertinggi sebesar 3 g kitosan dan asam asetat 3%, nilai fluks yang dihasilkan sebesar 1225.7862  $l.m^{-2}.menit^{-1}$ , hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu karena kenaikan konsentrasi polimer pada larutan, sehingga menyebabkan konsentrasi polimer pada interface (lapisan antar muka) menjadi lebih tinggi. Lapisan antar muka didefinisikan sebagai lapisan diantara dua fasa yaitu larutan polimer

Haji, *et al.*

dalam pelarut dan dalam non pelarut. Peningkatan konsentrasi polimer pada lapisan antarmuka menyebabkan fraksi volum polimer meningkat dan menghasilkan membran dengan porositas permukaan (luas pori membran dibandingkan luas total membran) menjadi lebih rendah (Rohman *et al.*, 2009). Selain itu faktor yang juga mempengaruhi adalah kenaikan konsentrasi kitosan pada dope menyebabkan semakin banyak molekul kitosan yang melapisi kertas saring sehingga jarak antar molekulnya menjadi semakin kecil dan terbentuk membran dengan struktur yang lebih rapat (Saiful, 2007).

Berdasarkan data hasil penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai fluks dari masing masing membran, dapat disimpulkan bahwa membran yang terbentuk merupakan membran mikrofiltrasi. Sesuai dengan Mulder (1996), membran diklasifikasikan kedalam 4 golongan. Jenis pertama adalah membran ultrafiltrasi yang mempunyai batasan permeabilitas lebih besar dari  $50 \text{ l.m}^{-2}.\text{jam}^{-1}$ . Jenis kedua adalah membran ultrafiltrasi yang mempunyai batasan permeabilitas  $10 - 50 \text{ l.m}^{-2}.\text{jam}^{-1}$ . Ketiga, nanofiltrasi dengan batas permeabilitas mencapai  $12 - 14 \text{ l.m}^{-2}.\text{jam}^{-1}$ , dan *Reverse Osmosis* yang mempunyai batasan permeabilitas mencapai  $0.05-1.4 \text{ l.m}^{-2}.\text{jam}^{-1}$ . Sesuai dengan hasil anova perlakuan kombinasi pembuatan membran dengan variasi kitosan sebesar 1.5 g, 2 g, 2.5 g dan konsentrasi asam asetat sebesar 1%, 2%, 3% memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai fluks air yang dihasilkan oleh membran sehingga dilakukan uji BNT (Tabel 1).

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat hasil nilai fluks diatas setelah dianalisis dengan BNT 0.05 diketahui bahwa pengaruh perlakuan kombinasi konsentrasi kitosan dan konsentrasi asam asetat pada pembuatan membran kitosan selulosa secara umum memiliki perbedaan yang nyata terhadap nilai fluks yang dihasilkan. Tetapi terdapat beberapa kombinasi perlakuan yang memiliki kesamaan, yaitu pada konsentrasi 2.5 g - 3%, 2 g - 3%, 2 g - 2%, dan 1.5 g 3%; pada membran dengan konsentrasi 2 g - 3%, 1.5 g - 2%,

Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan

1.5 g - 3%, 1.5 g - 2%, 2.5 g - 2%, 2.5 g - 1%, dan 2 g - 1%. Berdasarkan anova keseluruhan terdapat perbedaan yang nyata karena F hitung yang dihasilkan > F tabel. Sesuai dengan kesimpulan jika F hitung lebih besar dari F tabel maka terdapat perbedaan yang nyata atau terdapat pengaruh yang signifikan antara konsentrasi kitosan dan konsentrasi asam asetat terhadap nilai fluks yang dihasilkan.

Tabel 1. Fluks air

Perlakuan	Fluks ( $\text{l.m}^{-2}.\text{jam}^{-1}$ )	Notasi
2.5 - 3%	1225.7861	a
2 - 3%	1280.1712	ab
2 - 2%	1333.1373	ab
1.5 - 3%	1384.3509	ab
1.5 - 2%	1462.7503	b
2.5 - 2%	1469.1070	b
2.5 - 1%	1545.7407	b
2 - 1%	1605.7765	b
1.5 - 1%	1842.3873	c
Kontrol	2145.0376	d
BNT (0.05)	2.086	

### Analisa Membran Terhadap Koefisien Rejeksi Logam Kromium

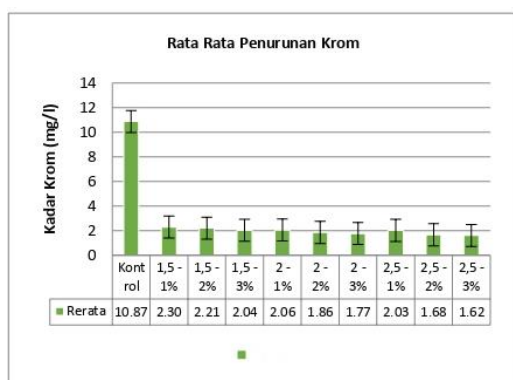
Menurut Marganof (2007), kemampuan kitosan dalam merejeksi logam berat dikarenakan adanya gugus amino hidroksil yang terikat, sehingga menyebabkan kitosan mempunyai reaktifitas kimia yang tinggi dan menyebabkan sifat polielektrolit kation. Akibatnya kitosan dapat berperan sebagai adsorben terhadap logam berat dalam air. Penelitian ini juga melakukan pengujian terhadap koefisien rejeksi membran. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan membran untuk menurunkan kadar Krom (Cr) pada air limbah penyamakan kulit. Cara menentukan kemampuan membran dalam menurunkan kadar logam pada air adalah dengan menentukan koefisien rejeksinya, yaitu kemampuan membran dalam menolak partikel terlarut sedangkan pelarutnya dapat melewati membran dengan baik melalui proses filtrasi.

### Koefisien Rejeksi Membran terhadap Kadar Logam Krom (Cr)

Pengukuran koefisien rejeksi kadar logam

Haji, *et al.*

krom (Cr) dilakukan dengan cara menghitung konsentrasi logam kromium yang ada didalam fase *permeate* dan fase *retentate*. Tujuan dari pengukuran adalah mengetahui perbedaan konsentrasi kandungan logam sebelum dilakukan proses filtrasi dan sesudah dilakukan proses filtrasi sehingga dapat dihitung koefisien rejeksi logam yang tertahan oleh membran. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan hasil koefisien rejeksi membran terhadap konsentrasi logam yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik penurunan kadar krom

Pengaruh konsentrasi kitosan dan asam asetat terhadap penurunan kadar logam krom menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi kitosan dan asam asetat menyebabkan besarnya penurunan nilai logam krom pada limbah cair. Struktur membran sangat berkaitan dengan derajat penolakan membran dan mekanisme transport pada membran. Pada hasil pengujian yang didapatkan bahwa nilai penurunan kadar krom tertinggi didapatkan dari hasil filtrasi oleh membran dengan kadar kitosan 2.5 g dan asam asetat 3% dengan kadar krom yang dihasilkan sebesar 1.62 mg.l<sup>-1</sup>, sedangkan pada membran dengan kadar kitosan terendah yaitu sebesar 1.5 g dan asam asetat 1% memiliki nilai krom yang paling tinggi yaitu sebesar 2.30 mg.l<sup>-1</sup>. Kemampuan kitosan dalam mengurangi kadar logam berat berhubungan dengan keberadaan gugus aktif yaitu amina dan ion hidroksil sebagai donor elektron untuk logam (Bastaman, 1989). Fenomena ini terjadi karena adanya perbedaan gaya dan fase antar permukaan sehingga terdapat

Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan

kecenderungan untuk menyerap atau menarik molekul - molekul gas atau cairan pada permukaannya.

Penelitian ini juga menghitung nilai koefisien rejeksi kadar logam krom (Cr). Tujuan dilakukannya pengukuran koefisien rejeksi adalah untuk mengetahui perbedaan nilai konsentrasi logam sebelum di lakukan proses filtrasi dan konsentrasi logam setelah dilakukan proses filtrasi. Berdasarkan analisa yang dilakukan didapatkan hasil koefisien rejeksi membran seperti Tabel 2.

Hasil koefisien rejeksi logam kromium terbesar sebesar 85% yaitu pada konsentrasi kitosan sebesar 2.5 g dan konsentrasi asam asetat sebesar 3%. Sedangkan nilai koefisien rejeksi terkecil dihasilkan pada proses filtrasi menggunakan membran dengan konsentrasi kitosan sebesar 1.5 g dan konsentrasi asam asetat sebesar 1% yaitu sebesar 79%. Dari data yang di dapat menunjukkan bahwa sebagian besar kenaikan konsenrasi kitosan dan asam asetat menyebabkan naiknya koefisien rejeksi membran terhadap konsentrasi logam krom.

Tabel 2. Data koefisien rejeksi membran

Perlakuan	Rata-rata (%)	Notasi
1.5 - 1%	79	a
1.5 - 2%	80	a
1.5 - 3%	81	b
2 - 1%	81	b
2.5 - 1%	81	b
2 - 2%	83	c
2 - 3%	84	c
2.5 - 2%	84	c
2.5 - 3%	85	d
BNT (0.05)	2.101	

Faktor yang mempengaruhi hasil dari koefisien rejeksi pada masing - masing konsentrasi adalah variasi konsentrasi kitosan dan asam asetat terhadap koefisien rejeksi membran terhadap konsentrasi krom dihubungkan dengan jumlah molekul air yang ada pada jaringan membran. Mekanisme transport membran dipengaruhi oleh kelarutan zat terlarut yang melewati membran.

Nilai koefisien rejeksi dianalisis dengan



BNT 0.05 menunjukkan bahwa sebagian besar pengaruh perlakuan konsentrasi kitosan dan asam asetat pada pembuatan membran komposit kitosan selulosa memiliki perbedaan nyata terhadap nilai koefisien rejeksi membran. Tetapi ada beberapa perlakuan yang memiliki kesamaan seperti yang terjadi pada membran dengan konsentrasi 1.5 g - 1% dan 1.5 g - 2%; pada membran dengan konsentrasi 1.5 g - 3%, 2 g - 1%, dan 2.5 g - 1%; dan pada membran dengan konsentrasi 2 g - 2%, 2 g - 3%, dan 2.5 g - 2%. Dapat disimpulkan bahwa perlakuan terbaik di dapatkan pada penyaringan air limbah dengan konsentrasi membran kitosan 2.5 g - 3%, mampu merejeksi atau menurunkan kadar logam kromium pada air limbah hingga 85%.

Berdasarkan tujuan penelitian serta hasil dan pembahasan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Membran komposit kitosan selulosa mempunyai karakteristik fisik berwarna putih kekuningan dengan nilai fluks terkecil sebesar 1225.7861 l.m<sup>-2</sup>.menit<sup>-1</sup> dan nilai fluks terbesar sebesar 1842.3873 l.m<sup>-2</sup>.menit<sup>-1</sup> memiliki tekanan maksimal 3 bar sehingga termasuk kedalam membran ultrafiltrasi.
2. Membran komposit kitosan selulosa mampu mereduksi kadar logam krom (Cr) yang ada pada limbah industri penyamakan kulit dari 10.87 mg.l<sup>-1</sup> menjadi 1.62 mg.l<sup>-1</sup> dengan presentase rejeksi sampai dengan 85%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdulla H.M., Kamal E.M., Mohamed A.H., El-Bassuony A.D. 2010. Chromium removal from tannery wastewater using chemical and biological techniques aiming zero discharge of pollution. *Proceeding of Fifth Scientific Environmental Conference*. Zagazig-UNI, 171 - 183.
- Bastaman S. 1989. Studies on Degradation and Extraction of Chitin and Chitosan From Prawn Shell. The Departmen of Mechanical, Manufacturing, Aeronautical and Chemical Engineering. The Queen's University Of Belvast. England
- Benazier J., Suganthi R., Rajvel D., Pooja M. P., Mathithumilan B. 2009. Bioremediation of chromium in tannery effluent by microbial consortia. *African Journal of Biotechnology*, 9(21), 3140-3143
- Herwanto B., Santoso E. 2006. Adsorpsi ion logam Pb(II) pada membran selulosa-kitosan terikat silang. *J. Akt Kim*, 2(1)
- Kusumawati, N. 2009. Pemanfaatan limbah kulit udang sebagai bahan baku pembuatan membran ultrafiltrasi. *Jurnal INOTEK*, 13(2), 113-120
- Londsale H.K. 2002. The growth of membran technology. *Journal Of Membran Science Elsevier*, 10(2-3), 81-181
- Mahmud R.N. 2005. Kinetika fouling membran ultrafiltrasi (UF) pada pengolahan air berwarna: pengaruh interval dan lamanya pencucian balik (backwashing) membran. *Info-Teknik*, 6(1), 62-69
- Marganof. 2007. Model Pengendalian Pencemaran Perairan di Danau Maninjau Sumatera Barat. Thesis Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Mulder M. 1996. *Basic Principles of Membran Technology 2nd*. Kluwer Academic Publishers. London. p.17
- Planas M.R. 2002. Development of Techniques Based on Natural Polymer for The Recovery of Precious Metals. Thesis Doctoral. Universitat Politecnica de Catalunya
- Purdianto P. 2007. Studi Pengaruh Konsentrasi dan Suhu Larutan Pengendap Pada Karakteristik Membran Kitosan Berpendukung Selulosa Terhadap Rejeksi Ion Fosfat. Universitas Brawijaya. Malang
- Radiman C.L. 2002. Pengaruh perendaman terhadap permeabilitas membran polisulfon. *Jurnal Penelitian Matematika Dan Sains*, 7(2), 77-83
- Rohman T. Pengaruh konsentrasi kitosan terhadap karakter membran kitosan. *Jurnal Ilmiah Sains dan Terapan Kimia*, 3(1), 14-24
- Saiful A. 2007. Studi Pengaruh Konsentrasi

Haji, *et al.*

Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan

Kitosan dan Asam Asetat Terhadap Karakteristik Membran Kitosan Berpendukung Selulosa. Universitas Brawijaya. Malang

Setiawan DA. 2015. Pengaruh konsentrasi dan preparasi membran terhadap karakterisasi membran kitosan. JKPTB, 3(1), 95-99

Tambunan, Tulus H. 2001. *Perekonomian Indonesia*. Penerbit Ghalia Indonesia. Jakarta