

## PENGARUH PENAMBAHAN KARBON AKTIF TERHADAP SIFAT PERMEABILITAS MEMBRAN KOMPOSIT KITOSAN TERIKAT SILANG EPIKLOROHIDRIN

Rudi Gunawan<sup>1\*</sup>, Anis Shofiyani<sup>1</sup>, Titin Anita Zaharah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura,  
Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi 78124, Pontianak

\*email: rudigunawan099@gmail.com

### ABSTRAK

*Kitosan mempunyai ukuran pori yang kecil maka sifat permeabilitas kitosan rendah, sehingga kitosan perlu dikompositkan dengan material yang berpori salah satunya karbon aktif. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan karbon aktif terhadap karakteristik membran komposit kitosan-karbon aktif terikat silang epiklorohidrin (ECH). Membran komposit kitosan-karbon aktif dibuat dengan proses pelarutan kitosan membentuk hidrogel, penambahan karbon aktif pada kitosan hidrogel, pencetakan membran dan proses crosslinking dengan ECH. Pengaruh karbon terhadap permeabilitas membran komposit dilakukan dengan melakukan variasi massa kitosan-karbon aktif dengan perbandingan 5:1, 5:2, 5:3, 5:4 dan 5:5. Karakterisasi fisik dan kimia membran dilakukan menggunakan SEM, spektrofotometri FTIR, uji fluks, uji swelling dan stabilitas dalam pelarut asam. Hasil karakterisasi dari SEM menunjukkan permukaan yang homogen pada membran komposit terikat silang dan FTIR menunjukkan terdapat serapan baru pada bilangan gelombang 2300an  $\text{cm}^{-1}$  dari gugus C-O-C. Hasil karakterisasi fluks dan derajat swelling menunjukkan hasil yang semakin meningkat dengan bertambahnya variasi massa karbon aktif pada membran komposit terikat silang dengan masing-masing nilai sebesar 165,25, 179,63, 171,66, 175,75, dan 188,83  $\text{L}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{jam}^{-1}$  dan 69,59, 68,73, 71,90, 71,13, dan 75,10 % pada berbagai rasio 5:1, 5:2, 5:3, 5:4 dan 5:5. Hasil karakterisasi stabilitas dalam pelarut asam asetat menunjukkan nilai yang meningkat pada konsentrasi 1%, 2% dan 5%.*

**Kata kunci:** membran, kitosan, karbon aktif, permeabilitas

### PENDAHULUAN

Membran merupakan senyawa penting dalam teknologi pemisahan. Membran banyak dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi, antara lain dalam bidang kesehatan untuk mengendalikan permeasi dosis obat dari *reservoir* ke tubuh. Aplikasi membran di bidang teknologi umumnya untuk pemisahan yang memungkinkan salah satu komponen dari campuran diserap oleh membran, sementara menghambat perembesan komponen lainnya. Membran berbentuk molekuler yang bersifat homogen yaitu memiliki sifat yang seragam baik dalam komposisi maupun struktur, kimiawi atau heterogen secara fisik (Baker, 2004). Salah satu senyawa yang dapat dimodifikasi menjadi bentuk membran adalah kitosan.

Kitosan merupakan biopolimer yang diperoleh dari deasetilasi kitin, bersifat tidak

beracun dan *biodegradable* (Suhardi, 1993). Molekul kitosan mengandung sejumlah besar gugus aktif amina (Crini, 2006). Kitosan memiliki banyak keunggulan yang berguna diantaranya sifat hidrofilisitas, biokompatibilitas, biodegradasi, dan sifat anti-bakteri. Karakteristik utama kitosan terletak pada kandungan amina ( $-\text{NH}_2$ ) dan hidroksil ( $-\text{OH}$ ) dalam konsentrasi tinggi dapat berikatan dengan ion logam melalui mekanisme koordinasi atau interaksi elektrostatik (Monteiro dan Airoidi, 1999; Guibal *et al.*, 1994; Chatterjee *et al.*, 2009).

Kelemahan kitosan bila digunakan secara langsung adalah larut dalam asam, rentan terhadap *swelling*, kestabilan mekanik rendah dan kapasitas adsorpsi kecil untuk ion logam jenis tertentu. Kitosan dapat dimodifikasi dalam bentuk membran dan membran komposit untuk tujuan pemisahan. Berbagai jenis membran

komposit telah dikembangkan, umumnya dengan menggabungkan polimer organik atau anorganik untuk penambahan sifat pori dan peningkatan kekuatan membran.

Salah satu membran komposit yang relatif belum banyak diteliti adalah kitosan-karbon. Penelitian mengkompositkan kitosan-karbon pernah dilakukan oleh Utami *et al.*, (2014) yang mengkompositkan arang kayu apu dengan kitosan-glutaraldehid yang menunjukkan bahwa pH dan waktu optimum adsorpsi  $\text{Fe}^{3+}$  terjadi pada pH 4 dan waktu 45 menit dengan kapasitas adsorpsi sebesar 1,011mg/g dan % recovery sebesar 96,25%. Membran kitosan-karbon aktif dapat dimodifikasi dengan cara ikat silang untuk meningkatkan stabilitasnya dalam asam sehingga memiliki sifat mekanik yang baik menggunakan (ECH).

Salah satu parameter penentu kualitas membran adalah sifat permeabilitas. Permeabilitas membran komposit kitosan-karbon aktif diukur sebagai nilai fluks yaitu jumlah volume permeat yang melewati satu satuan permukaan luas membran dengan waktu tertentu dengan adanya gaya dorong dalam hal ini berupa tekanan (Mulder, 1996). Pada penelitian ini, permeabilitas membran komposit kitosan-karbon aktif ditentukan dengan mempelajari pengaruh variasi massa karbon aktif terhadap massa kitosan. Membran komposit yang dihasilkan selanjutnya dikarakterisasi menggunakan metode spektrofotometri FTIR dan SEM.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Preparasi karbon aktif (Dunggio, 2012)

Karbon aktif dipanaskan pada temperatur 110 °C selama 2 jam, kemudian digerus dengan peralatan mortar dan alu. Setelah itu dilakukan pengayakan, didapatkan karbon dengan ukuran partikel kecil ( $\pm 120$  mesh). kemudian dilakukan pengeringan dengan oven pada temperatur 110 °C selama 24 jam.

### Preparasi dan pembuatan kitosan-karbon aktif (Shofiyani *et al.*, 2015; Guo *et al.*, 2004)

Kitosan ditimbang 0,5 g dan dilarutkan didalam asam asetat 2,5 % (v/v), diaduk selama 60 menit hingga homogen. Kemudian ditambahkan karbon aktif sedikit demi sedikit dengan variasi massa 5:1, 5:2, 5:3, 5:4, dan 5:5 sambil terus diaduk sehingga campuran homogen. Campuran

disentrifus selama 60 menit, selanjutnya dituangkan pada plat kaca berukuran 17x17 cm. Campuran dipress dalam plat kaca untuk membentuk membran, kemudian membran dikeringkan pada temperatur 35-40 °C selama 4 jam. direndam dalam wadah yang berisi NaOH 1,0 M. Selanjutnya dipisahkan dari plat kaca dan dicuci menggunakan akuades hingga netral. Membran ditambahkan pada agen *crosslinking* ECH pada pH 10 selama 7 jam, kemudian dicuci dengan akuades untuk menghilangkan sisa ECH, selanjutnya dikeringanginkan dan disimpan untuk keperluan lebih lanjut.

## Karakterisasi membran komposit kitosan-karbon aktif

### Penentuan permeabilitas (Bokau, 2013)

Membran dikeringkan selama 1 jam pada temperatur 40 °C. Membran yang akan diuji dipotong sesuai dengan ukuran kolom yang digunakan. Pengukuran fluks dilakukan dengan cara menampung permeat yang keluar melalui membran pada 1, 2 dan tiap 5 menit hingga laju konstan. Pengukuran dilakukan sebanyak dua kali untuk masing-masing membran.

$$J = \frac{v}{At} \dots \dots \dots 1$$

keterangan:

J = fluks ( $\text{L.m}^{-2}.\text{jam}^{-1}$ )

v = volume permeat (L)

A = luas membran ( $\text{m}^2$ )

t = waktu (jam)

### Penentuan derajat swelling (Hartanto *et al.*, 2007)

Membran dikeringkan dalam oven pada temperatur 40°C selama 5 jam kemudian ditimbang bobot keringnya (D). Membran direndam dalam akuades selama 24 jam, membran disaring dan dikeringkan dengan tisu, selanjutnya ditimbang dan diperoleh bobot basahnya (W).

$$\text{Derajat Swelling} = \left( \frac{W-D}{D} \right) \times 100\% \dots \dots \dots 2$$

### Penentuan stabilitas membran pada pelarut asam (Zaharah *et al.*, 2015)

Membran dikeringkan pada temperatur 40°C, ditimbang menggunakan neraca analitik, kemudian dimasukkan ke dalam botol pial 100 mL yang terdapat 10 mL asam asetat pada konsentrasi masing-

masing 1%, 2% dan 5%. Membran diaduk dengan kecepatan 120 rpm selama 120 menit. Stabilitas membran diukur sebagai berat yang tidak larut dalam asam asetat.

$$\text{Stabilitas} = \left( \frac{w_0 - w_1}{w_0} \right) \times 100\% \dots\dots\dots 3$$

Keterangan:

$w_0$ = berat awal (g)

$w_1$ = berat akhir (g)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi kimia membran komposit kitosan-karbon aktif dan membran komposit kitosan-karbon aktif terikat silang dilakukan dengan spektrofotometri FTIR untuk melihat perubahan intensitas dan posisi bilangan gelombang gugus fungsional. Penentuan stabilitas kimia dilakukan untuk menentukan sifat ketahanan membran dalam pelarut asam, derajat swelling untuk mengetahui daya serap membran terhadap air, permeabilitas larutan untuk mengetahui jumlah larutan yang melewati membran pada waktu tertentu, sedangkan morfologi permukaan membran komposit dianalisis dengan metode SEM.

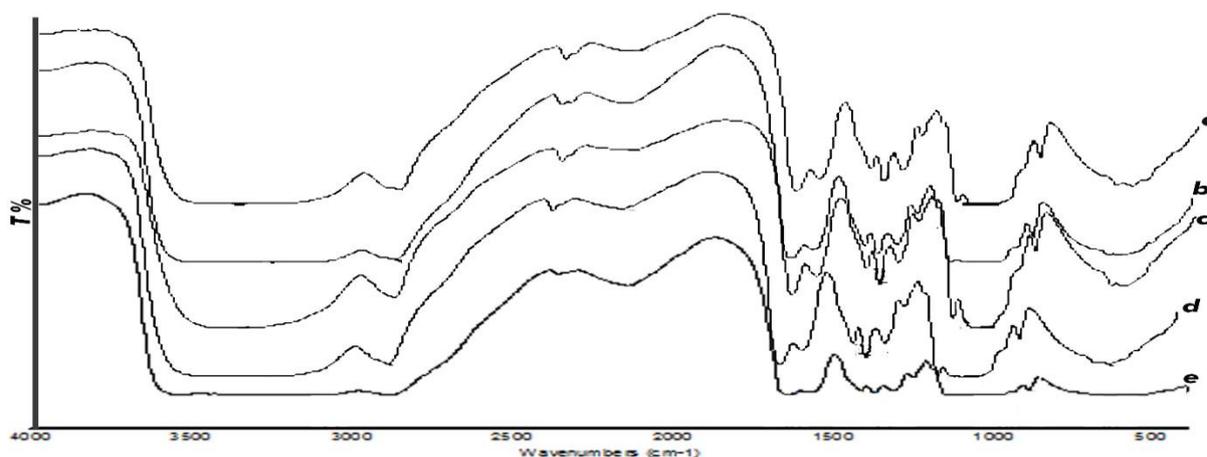
### Karakteristik Membran Kitosan: karbon Aktif Menggunakan Spektrofotometer FTIR

Karakterisasi membran komposit menggunakan FTIR digunakan untuk mengetahui gugus-gugus fungsional karakteristik membran komposit. Spektra

FTIR membran komposit kitosan-karbon aktif disajikan pada Gambar 1.

Karakteristik serapan FTIR membran komposit kitosan-karbon aktif ditunjukkan melalui bilangan gelombang 1580,73; 1581,51; 1580,44; 1579,14 dan 1581,33  $\text{cm}^{-1}$  yang merupakan serapan karakteristik untuk gugus -NH bending; serapan pada daerah 3364,07; 3298,27; 3367,45; 3493,36 dan 3364,86  $\text{cm}^{-1}$  yang merupakan karakteristik dari gugus OH stretching dan NH stretching yang saling tumpang tindih. Puncak serapan pada daerah 1153,42; 1153,29; 1152,99; 1152,47 dan 1153,05  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan daerah karakteristik untuk O-H bending. Sedangkan, puncak C=O muncul pada daerah serapan 1661,09; 1651,56; 1651,82; 1652,99 dan 1651,71  $\text{cm}^{-1}$ . dan bilangan gelombang C-N muncul di daerah serapan 1378,8; 1378,73; 1378,75; 1379,05 dan 1378,68  $\text{cm}^{-1}$ . Data hasil analisis gugus fungsi yang diperoleh dari Gambar 1 dapat dilihat pada Tabel 1.

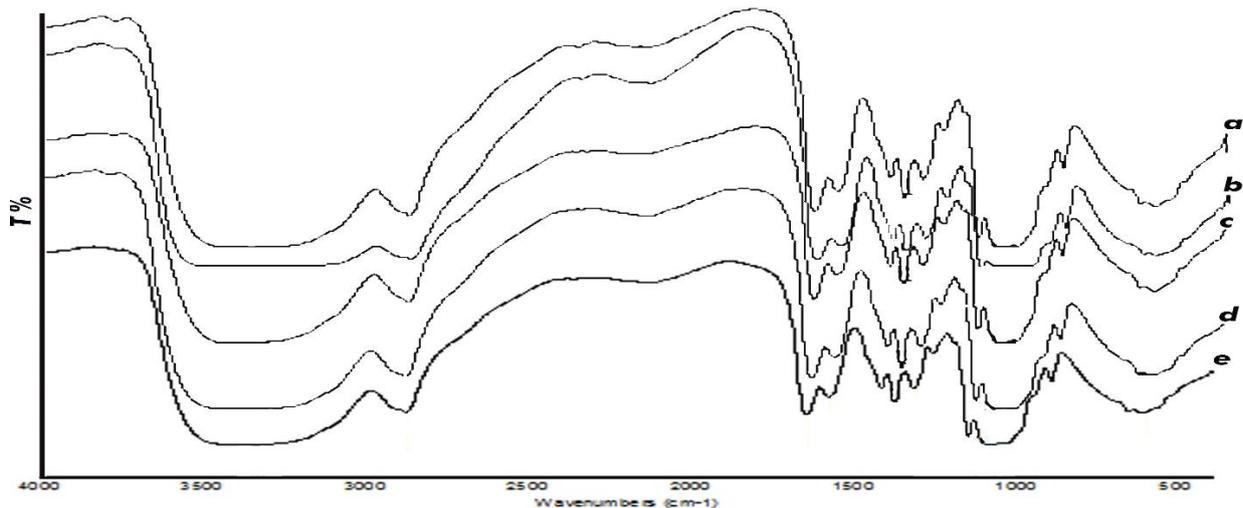
Berdasarkan data pada tabel 1 dan 2, terdapat perbedaan pada membran kitosan-karbon aktif setelah proses ikat silang (Gambar 2) dengan tanpa ikat silang (Gambar 1) yang ditandai dengan munculnya serapan pada bilangan gelombang baru pada 2300an  $\text{cm}^{-1}$  karena terbentuk gugus C-O-C dari ECH yang menghubungkan antar polimer kitosan. Hal ini menandakan telah terjadi proses ikat silang pada kitosan.



Gambar 1. Spektra FTIR membran komposit pada komposisi kitosan-karbon aktif: 5:1 (a), 5:2 (b), 5:3 (c), 5:4 (d) dan 5:5 (e).

Tabel 1. Karakteristik Gugus Fungsi Pada Membran Komposit Kitosan-karbon (Sastrohamidjojo, 2004)

Gugus Fungsi	Bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ ) pada membran dengan komposisi:				
	5:1	5:2	5:3	5:4	5:5
(O-H)/(N-H) str	3364,07	3298,27	3367,45	3493,36	3364,86
(C-H) str	2881,46	2882,34	2882,57	2883,19	2882,16
(C=O) str	1651,09	1651,56	1651,82	1652,99	1651,71
(N-H) bend	1580,73	1581,51	1580,44	1579,14	1581,33
(C-N) str	1378,82	1378,73	1378,75	1379,05	1378,68
(O-H) bend	1153,42	1153,29	1152,99	1153,47	1153,05



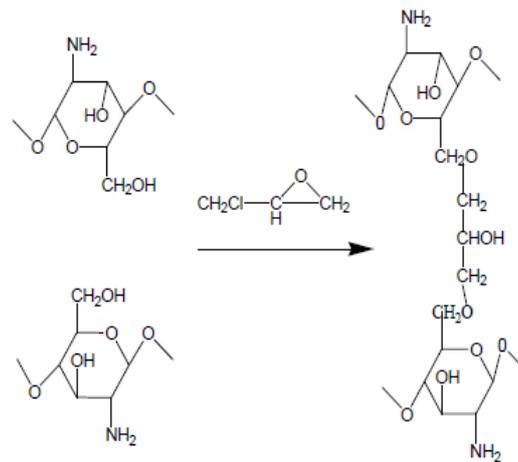
Gambar 2. Spektra FTIR membran komposit terikat silang pada komposisi kitosan-karbon aktif: 5:1 (a), 5:2 (b), 5:3 (c), 5:4 (d) dan 5:5 (e).

Tabel 2. Karakteristik Gugus Fungsi Pada Membran Komposit Kitosan-karbon terikat Silang (Sastrohamidjojo, 2004)

Gugus Fungsi	Bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ ) karakteristik pada membran dengan komposisi:				
	5:1	5:2	5:3	5:4	5:5
(O-H)/(N-H) str	3096,52	3274,56	3380,24	3305,14	3406,26
(C-H) str	2883,47	2883,47	2882,54	2883,44	2876,85
(C=O) str	1654,44	1651,31	1651,30	1653,96	1651,14
(N-H) bend	1580,99	1580,99	1577,81	1581,54	1580,72
(C-N) str	1379,18	1378,84	1378,95	1379,16	1379,03
(O-H) bend	994,49	1153,52	1152,95	1154,00	1154,10
C-O eter	2362,21	2363,21	2362,45	2362,99	2363,21

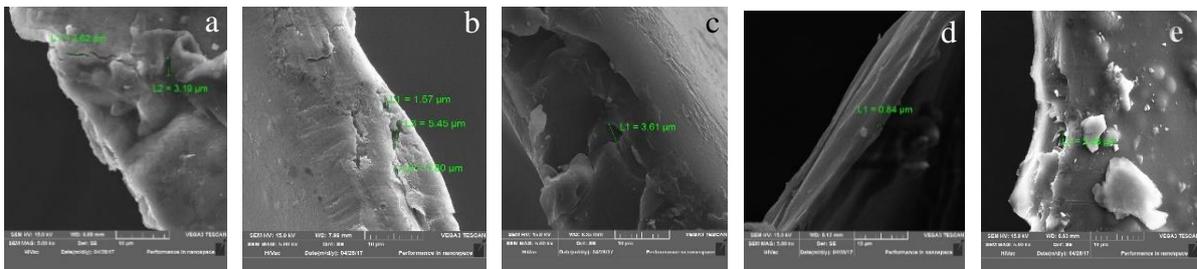
Proses ikat silang membran komposit kitosan-karbon aktif melibatkan proses ikatan kovalen yang terjadi pada gugus hidroksil pada kitosan dengan atom karbon pada ECH yang mengakibatkan atom klorin terlepas dan cincin epoksida (Laus *et al.*, 2010). Reaksi pembentukan kitosan terikat silang epiklorohidrin yang ditunjukkan

melalui Gambar 3. Gambar 2 juga menunjukkan perubahan intensitas serapan  $-\text{CH}$  dan  $-\text{CH}_2$  *stretching* pada daerah  $2800\text{-}2900\text{ cm}^{-1}$  karena bertambahnya gugus fungsi tersebut sebagai hasil pembentukan rantai baru yg menghubungkan rantai antar polimer kitosan seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

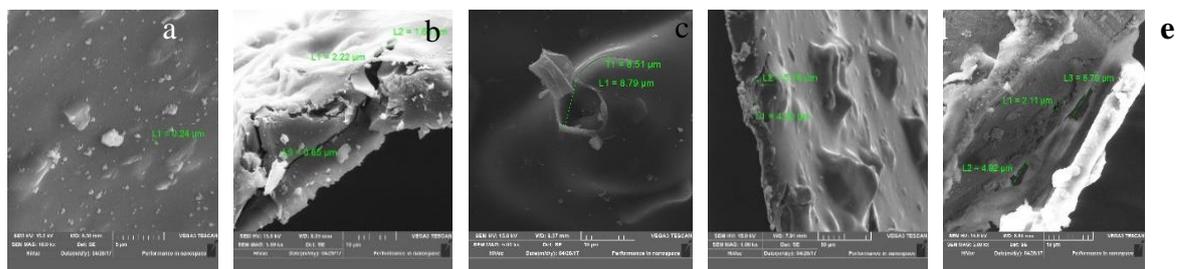


Gambar 3. Reaksi ikat silang antara kitosan dan epiklorohidrin (Tirtom *et al.*, 2012)

### Karakteristik Morfologi Membran Komposit Kitosan-karbon Aktif



Gambar 4. Morfologi permukaan membran pada komposisi komposit kitosan-karbon aktif: 5:1 (a), 5:2 (b), 5:3 (c), 5:4 (d) dan 5:5 (e).



Gambar 5. Morfologi permukaan membran komposit terikat silang pada komposisi kitosan-karbon aktif: 5:1 (a), 5:2 (b), 5:3 (c), 5:4 (d) dan 5:5 (e).

Morfologi membran komposit dianalisis dengan menggunakan metode SEM. Alat SEM akan menyajikan foto-foto dari bagian permukaan serta penampang lintang suatu membran. Foto-foto tersebut memberikan informasi ukuran pori suatu membran dan homogenitas membran.

Permukaan membran komposit kitosan-karbon aktif mempunyai morfologi yang menunjukkan adanya tonjolan, lekukan dan pori yang asimetri. Hal ini dikarenakan bagian atas membran tersebut tersuspensi sedangkan bagian bawahnya mengalami proses termobilisasi. Karbon aktif tersebar

secara merata pada hidrogel yang bersesuaian dengan penelitian yang dilakukan oleh Sugiyono *et al.* (2011). Plat kaca sebagai media cetak membran berpengaruh terhadap morfologi membran komposit yang dihasilkan. Gambar 4-5 juga menunjukkan bahwa karbon aktif tidak bereaksi dengan kitosan yang menjadi *filler* karena masih terdapat butiran-butiran kecil pada Gambar 4 dan Gambar 5.

Perbedaan morfologi tersebut karena perbedaan kepolaran antara karbon aktif dengan kitosan. Karbon aktif mempunyai sifat kepolaran yang lebih rendah jika

dibandingkan dengan kitosan. Perbedaan sifat kepolaran menghasilkan rongga-rongga karena interaksi karbon aktif dengan kitosan (Helena *et al.*, 2014). Selain itu, karbon aktif merupakan material yang berpori.

Gambar 4 dan 5 menunjukkan permukaan yang teratur karena kitosan larut sempurna sehingga tidak menunjukkan tonjolan-tonjolan pada permukaan membran. Selain itu, permukaan yang teratur tersebut dikarenakan oleh proses ikat silang pada membran komposit yang berperan sebagai pengatur kuat ikatan antara gugus membran komposit tersebut serta menjadikan rantai-rantai kitosan semakin rapat membentuk rongga yang lebih kecil (Alauddin dan Widiarti, 2014)

### Sifat Pemeabilitas Membran Komposit Kitosan-karbon Aktif

Permeabilitas adalah kemampuan suatu material untuk dapat dilewati suatu fluida yang dialirkan dengan tekanan tertentu yang menjadi parameter kualitas material tersebut (Tiwari *et al.*, 2008). Secara umum permeabilitas sering dinyatakan sebagai nilai fluks.

Fluks dinyatakan dalam banyaknya volume permeat yang mampu dilewatkan oleh membran per satuan luas dikali waktu (Zulti *et al.*, 2012). Hasil dari penelitian tentang nilai fluks pada membran kitosan-karbon aktif terikat silang dan membran kitosan-karbon aktif pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Fluks Air Pada Membran Komposit Berbagai Variasi Rasio Massa Kitosan-karbon Aktif

membran	Fluks (L.m <sup>-2</sup> .jam <sup>-1</sup> )	
	IS	TIS
5:1	165,26	164,20
5:2	179,63	171,25
5:3	171,66	164,79
5:4	175,75	166,91
5:5	188,83	168,33

IS = Ikat Silang

TIS = Tidak Ikat Silang

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai fluks semakin meningkat dengan peningkatan massa karbon aktif yang ditambahkan. Membran dengan komposisi 5:5

mempunyai sifat pori yang lebih besar dibandingkan dengan membran komposit kitosan-karbon aktif terikat silang dengan komposisi yang lain. Peningkatan massa karbon aktif pada membran menyebabkan jumlah sifat pori membran bertambah sehingga nilai fluks juga meningkat. Jumlah sifat pori yang kecil pada kitosan-karbon aktif akan menyebabkan proses penyumbatan yang lebih cepat oleh permeat. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Zulti *et al.* (2012).

Pengaruh komposisi massa karbon aktif dibuktikan dengan uji T. Berdasarkan hasil perhitungan, maka diperoleh data T hitung (43,367) lebih besar daripada T tabel (2,015). Hal ini, menunjukkan bahwa bertambahnya massa karbon aktif pada membran komposit kitosan-karbon aktif berpengaruh terhadap nilai fluks pada membran komposit kitosan-karbon aktif.

Jumlah sifat pori yang besar akan meningkatkan laju aliran suatu larutan dalam melewati membran tersebut. Jumlah sifat yang besar tersebut stabil dalam berbagai perlakuan kimia dan fisika karena gugus hidroksil pada kitosan terikat silang satu sama lainnya oleh (ECH). Proses ikat silang akan mengikat gugus hidroksil yang ada pada membran komposit kitosan-karbon aktif sehingga membran lebih stabil (Guo *et al.*, 2004).

### Derajat Swelling Membran Komposit Kitosan-karbon Aktif

Derajat swelling merupakan kemampuan suatu biopolimer dalam menyerap air. Derajat swelling digunakan untuk menentukan kualitas dari biopolimer tersebut. Derajat swelling menunjukkan parameter kualitas membran komposit kitosan-karbon aktif hasil proses ikat silang. Pada penelitian, penentuan derajat swelling dilakukan dengan merendam membran dalam air selama 24 jam. Kemudian dikeringkan dan ditimbang hingga konstan. Hasil pengukuran ditunjukkan oleh Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan bahwa derajat swelling meningkat dengan bertambahnya massa karbon aktif. Peningkatan derajat swelling tersebut karena karbon aktif merupakan absorben yang mampu menyerap molekul-molekul air. Ketika massa karbon aktif meningkat, maka kemungkinan untuk mengikat molekul air juga meningkat. Penurunan derajat swelling

pada membran komposit kitosan-karbon aktif terikat silang karena luas daerah yang bersifat hidrofobik meningkat (Sun *et al.*, 2006).

Pengaruh penambahan massa akrbon aktif terhadap perbedaan nilai derajat swelling dibuktikan dengan uji T. Berdasarkan perhitungan yang didapatkan nilai T hitung (59,665) lebih besar dari pada T tabel (2,015). Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan massa karbon aktif berpengaruh terhadap nilai derajat swelling karena semakin besar massa karbon maka semakin besar pula jumlah pori pada membran komposit kitosan-karbon aktif (Beguin and Frackowiak, 2010).

#### Stabilitas Membran Komposit Dalam Pelarut Asam Asetat

Uji stabilitas merupakan suatu parameter yang menjadi penentu dari kualitas dari suatu jenis membran. Pelarut asam biasanya sering digunakan dalam uji stabilitas karena umumnya limbah cair industri bersifat asam. Hasil uji ditandai dengan perubahan massa dari membran komposit kitosan-karbon aktif setelah dikontakkan dengan asam. Hasil uji stabilitas disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. menunjukkan bahwa kelarutan membran terikat silang relatif lebih kecil dibandingkan membran yang tidak terikat silang. Hal ini menunjukkan bahwa proses crosslinking berhasil meningkatkan stabilitas kimia membran kitosan-karbon. Kelarutan membran kitosan yang tinggi pada pelarut asam dengan konsentrasi tinggi dikarenakan oleh adanya sifat hidrofilitas yang besar pada senyawa kitosan. Sifat hidrofilitas karena adanya gugus fungsi amina primer pada kitosan yang mudah terprotonasi dengan larutan asam yang akan menghasilkan cairan

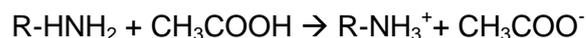
Tabel 4. Derajat Swelling Membran Komposit Berbagai Variasi Rasio Massa Kitosan-karbon Aktif

Membran	Derajat swelling (%)	
	IS	TIS
5:1	69,59	80,72
5:2	68,73	83,43
5:3	71,90	86,64
5:4	72,13	88,56
5:5	75,10	85,01

IS = Ikat Silang

TIS = Tidak Ikat Silang

seperti hidrogel dalam air. Sedangkan proses ikat silang mampu mengurangi derajat hidrofilitas membran komposit. Reaksi protonasi kitosan dalam asam asetat adalah sebagai berikut: (Noralia dan Maharani, 2013)



Secara umum, stabilitas membran komposit kitosan-karbon aktif terikat silang lebih besar jika dibandingkan pada membran komposit kitosan-karbon aktif. Pengaruh komposisi kitosan-karbon aktif terhadap stabilitas membran komposit kitosan-karbon aktif terikat silang ditentukan berdasarkan uji F. Berdasarkan perhitungan, nilai F hitung (54,87) lebih besar daripada F tabel (2,80). Hasil tersebut menunjukkan bahwa proses ikat silang berpengaruh terhadap nilai stabilitas membran komposit terikat silang karena proses ikat silang meningkatkan sifat mekanik dan menurunkan kapasitas penyerapan (Sun *et al.*, 2006).

Tabel 5. Nilai Stabilitas Membran Komposit Kitosan-karbon Aktif Pada Berbagai Konsentrasi Asam Asetat

Membran	Asam Asetat 1%		Asam Asetat 2%		Asam Asetat 5%	
	IS (%)	TIS (%)	IS (%)	TIS (%)	IS (%)	TIS (%)
5:1	68,59	13,69	42,24	17,56	84,44	0,00
5:2	46,02	4,37	68,33	6,55	79,21	6,37
5:3	55,10	20,40	66,21	21,29	93,63	0,00
5:4	51,10	16,87	75,60	21,10	98,41	0,00
5:5	90,47	17,56	84,87	25,60	81,24	14,00

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka diperoleh kesimpulan bahwa:

- 1) Hasil karakterisasi SEM menunjukkan permukaan yang homogen pada membran komposit terikat silang dan FTIR menunjukkan serapan baru pada bilangan gelombang 2300an  $\text{cm}^{-1}$  dari gugus C-O-C. Hasil karakterisasi fluks dan derajat *swelling* menunjukkan nilai yang semakin meningkat dengan bertambahnya variasi massa karbon aktif pada membran komposit dengan masing-masing nilai sebagai berikut 165,25, 179,63, 171,66, 175,75, dan 188,83  $\text{L.m}^{-2}.\text{jam}^{-1}$ ; 69,59, 68,73, 71,90, 71,13, dan 75,10 % pada rasio 5:1, 5:2, 5:3, 5:4 dan 5:5. Hasil karakterisasi stabilitas dalam pelarut asam asetat menunjukkan nilai yang meningkat pada masing-masing konsentrasi.
- 2) Pengaruh komposisi berat karbon aktif terhadap permeabilitas membran komposit kitosan-karbon aktif menunjukkan bahwa semakin besar massa karbon aktif, maka semakin besar pula nilai permeabilitas dari membran komposit kitosan-karbon aktif yang dihasilkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alauhdin, M dan Widiarti, N., 2014, Sintesis dan Modifikasi Lapis Tipis Kitosan-Tripolifosfat, *Jurnal MIPA*, 1: 46-52.
- Baker, R, W., 2004, *Membrane Technology and Applications*, ed. (II), McGraw-Hill, 2000, California.
- Bokau, N, S., 2013, Sintesis Membran Kitosan Termodifikasi Silika Abu Sekam Padi untuk Proses Dekolorisasi, Jurusan Kimia, Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Semarang, (*Skripsi*).
- Chatterjee., Sudipta., Lee Dae, S., Lee Min, W, dan Woro Seung, H., 2009, Enhanced Adsorption of Congo Red From Aqueous Solutions by Chitosan Hydrogel Beads Impregnated, *Bioresour Technol*, 100, 2803-2809.
- Crini, G., 2006, Non-Conventional Low-Cost Adsorbents for Dye Removal: A Review. *Bioresour Technol*, 97, 1061-1085.
- Dunggio, M, Y, R., 2012, Adsorpsi Gas Karbon aktif Monoksida (CO) dan Penjernihan Asap kebakaran dengan Menggunakan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa Termodifikasi  $\text{TiO}_2$ , FT Universitas Indonesia. Depok, (*Skripsi*).
- Guo, T, Y., Xia, Y,Q., Hao G, J., Song, M, D, dan Zhang, B, H., 2004, Adsorptive Separation of Hemoglobin by Molecularly Imprinted Chitosan Beads, *Biomaterials*, 25, 5905-5912.
- Hartanto, S., Handayani, S., Lin M dan Latifah., 2007, Pengaruh Silika pada Membran Elektrolit Berbasis Polieter Eter Keton, *Indonesia Journal of Materials Science*, 8(3): 205-208.
- Helena, M, S., Bahruddin, dan Fadli, A., 2014, Pengaruh Kadar Filler Abu Sawit (Ukuran Direduksi) dan Temperatur Pencampuran Terhadap Morfologi dan Sifat Komposit Polipropilen/Karet Alam, *Jom FT*, 1(2).
- Monteiro Jr., O. A. C, and Airoidi, C, 1999, Some Thermodynamic Data on Copper– Chitin and Copper–Chitosan Biopolymer Interactions, *Journal of Colloid and Interface Science*, 212: 212–219.
- Noralia, E, dan Maharani, K., 2013, Filtrasi Ion Logam  $\text{Cr}^{6+}$  dengan Membran Komposit Kitosan Silika, *UNESA Journal Of Chemistry*, 2, 1.
- Sastrohamidjojo, H., 2004, *Kimia Minyak Atsiri*, Gajahmada University Press: Yogyakarta.
- Shofiyani, A., Narsito, N., Santosa, S. J., Noegrohati, S., Zahara, T. A., dan Sayekti, E, 2015, Cadmium Adsorption on Chitosan/Chlorella Biomass Sorbent Prepared by Ionic-Imprinting Technique. *Indonesian Journal of Chemistry*, 15(2): 163-171.
- Suhardi., 1993, *Kitin dan Kitosan*, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Tiwari, M., Bajpai, V, K., Sahasrabudde, A, A., Kumar, A., Sinha, R, A., Behari, S dan Godbole, M, M., 2008, Inhibition of N-(4-Hydroxyphenyl) Retinamine-Induced Autophagy A Lower Doseenhances Cell Death In

Malignantglioma Cell, *Carcionogenesis*, 29, 600-609.

Zaharah, T, A., Shofiyani, A, dan Sayekti, E., 2015, Karakteristik Biomassa *Chlorella* sp Termobilisasi pada Kitosan untuk Adsorpsi Kromium (III) dalam

Larutan, *Alchemy Jurnal Penelitian Kimia*, 11: 15-28.

Zulti, F., Dahlan, K, dan Sugita, P., 2012, Adsorption of Waste Metal Cr(VI) with Composite Membranes (Chitosan-Silica Rice Husks), *Makara Journal of Science*, 163-168.