

## UJI WATER UPTAKE DAN POROSITAS TERHADAP BLEND MEMBRAN BERBASIS POLISULFON DAN SELULOSA ASETAT DARI NATA DE COCO

'Afaf Sri Hartini<sup>1\*</sup>, Intan Syahbanu<sup>1</sup>, Nurlina<sup>1</sup>

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

\*email: afafsrihartini@student.untan.ac.id

### ABSTRAK

Teknologi membran telah banyak dikembangkan dalam proses pemisahan pada metode pengolahan limbah. Teknologi membran dipilih karena prosesnya sangat sederhana, dapat digunakan secara berulang, ramah lingkungan dan sangat selektif. Polisulfon merupakan polimer yang telah banyak diaplikasikan sebagai membran, namun membran polisulfon rentan terhadap fouling. Kelemahan pada membran polisulfon dapat diatasi dengan mencampur polisulfon dan selulosa asetat (SA) yang dibuat dari selulosa bakteri (nata de coco). Penelitian ini bertujuan untuk melihat karakteristik selulosa asetat hasil sintesis berdasarkan spektrum FTIR. Selulosa asetat (SA) disintesis dari nata de coco dengan metode asetilasi. Larutan polimer blend membran dibuat dengan mencampurkan polisulfon (PSf), N-metil pirolidon (NMP), polietilenglikol 400 (PEG400) dan SA. Blend membran selulosa asetat dibuat dengan menggunakan teknik inversi fasa. Membran yang dihasilkan dikarakterisasi dengan menggunakan uji water uptake dan porositas. Karakteristik serapan selulosa asetat ditandai dengan adanya puncak khas C-O-C dengan bilangan gelombang  $1224\text{ cm}^{-1}$  dan  $1740\text{ cm}^{-1}$ . Semakin tinggi suhu bak koagulasi yang digunakan pada pembuatan blend membran, maka pori yang dihasilkan juga semakin besar dan nilai water uptake juga semakin besar.

**Kata Kunci:** membran, selulosa asetat, selulosa bakteri

### PENDAHULUAN

Teknologi membran telah banyak digunakan dan dikembangkan dalam proses pemisahan pada metode pengolahan limbah. Teknologi membran dipilih karena prosesnya yang sangat sederhana, dapat digunakan berulang, penggunaan energi yang rendah, tidak merusak material, ramah lingkungan dan lebih selektif dibandingkan dengan teknik pemisahan lain karena hanya molekul-molekul dengan ukuran tertentu yang bisa melewati membran sedangkan sisanya akan tertahan di permukaan membran. Berbagai kelebihan tersebut membuat teknologi membran layak digolongkan sebagai *clean technology* (Lindu *et al.*, 2008).

Membran dapat digunakan secara luas pada berbagai proses pemisahan, seperti pada industri tekstil dan kulit, pulp dan kertas, *dairy* (susu dan produk yang terbuat dari susu), desalinasi air laut, dan air minum. Polisulfon merupakan salah satu material membran ultrafiltrasi. Membran ultrafiltrasi merupakan membran yang memiliki ukuran pori berkisar antara  $0,05\ \mu\text{m}$  sampai  $1\ \text{nm}$ . Membran polisulfon merupakan membran yang bersifat hidrofobik dan memiliki sifat mekanik yang baik, memiliki pori yang relatif besar sehingga fluks airnya juga besar. Namun, membran jenis ini memiliki kekurangan yaitu rentan terhadap *fouling*.

Beberapa teknik telah banyak digunakan untuk mengurangi *fouling* membran baik secara fisik maupun kimia (Mulder, 1996). Salah satu modifikasi membran yang bertujuan untuk mengurangi *fouling* adalah dengan mencampurkan PSf dan selulosa asetat (SA) menjadi *blend* membran PSf/SA. Kelebihan dari selulosa asetat sebagai material membran adalah mudah untuk diproduksi dan bahan mentahnya merupakan sumber yang dapat diperbaharui. Secara kimia membran SA bersifat hidrofilik dan tahan terhadap *fouling*. *Blend* membran PSf/SA ditambahkan aditif polietilen glikol (PEG) yang berfungsi sebagai agen pembentuk pori pada membran.

Penelitian ini akan dilakukan pembuatan *blend* membran selulosa asetat dari *nata de coco* dengan variasi suhu bak koagulasi (air) pada 10°C, 27°C, 40°C dan 60°C. Variasi suhu bak koagulasi akan dikaji pengaruhnya terhadap porositas dan *water uptake*. Blend membran dibuat dengan menggunakan teknik inversi fasa dimana polimer dari fasa cair diubah menjadi padat (Mulder, 1996).

## METODOLOGI PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah alat-alat gelas, *magnetic stirrer*, botol semprot, wadah plastik, neraca analitik, oven, spatula, *hotplate*, plat pres, mikrometer, selotip, plat kaca, *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

Bahan-bahan yang digunakan adalah *Acetobacter xylinum*, air kelapa, ammonium sulfat ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), asam asetat glasial (CH<sub>3</sub>COOH), asam asetat anhidrat ((CH<sub>3</sub>CO)<sub>2</sub>O), sukrosa (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>), natrium hidroksida (NaOH), asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), polisulfon (PSf), N-metil-2-pirolidon (NMP) (Merck) KgaA ρ=1,03 (p.a), selulosa asetat (SA) (Sigma Aldrich), kertas saring.

### Prosedur Kerja

#### Pembuatan selulosa bakteri (*nata de coco*)

Pembuatan selulosa bakteri merujuk pada penelitian Radiman dan Yuliani (2008). Sebanyak 5 L air kelapa yang telah disaring, dimasak hingga mendidih. Pada saat sudah mendidih, kedalam air kelapa ditambahkan 30 mL asam asetat glasial, 500 g sukrosa, dan 25 g ammonium sulfat, kemudian didinginkan. Campuran ditambahkan *Acetobacter xylinum* sebanyak 10% ke dalam campuran tersebut, kemudian difermentasikan pada suhu kamar (27°C) selama 6 hari hingga terbentuk selulosa bakteri (*nata de coco*). Hasil dari fermentasi kemudian direndam dengan air matang selama 15 menit, selanjutnya dicuci dengan menggunakan NaOH 1% dan CH<sub>3</sub>COOH 1% selama 24 jam, lalu dibilas dengan menggunakan air hingga pH nya sama dengan pencuci. Selulosa bakteri (*nata de coco*) dikeringkan dengan menggunakan alat *press* kemudian dimasukkan ke dalam oven selama ±24 jam pada suhu 60°C hingga benar-benar kering yang dibuktikan dengan penimbangan hingga mencapai berat konstan.

#### Asetilasi selulosa bakteri (*nata de coco*)

Proses asetilasi merujuk pada penelitian Syahbanu *et al.*, (2017) dengan modifikasi. Asetilasi selulosa bakteri (*nata de coco*) dilakukan dalam 3 tahapan, yakni aktivasi, asetilasi dan hidrolisis. Sebanyak 5 g selulosa bakteri (*nata de coco*) yang telah kering dan dihaluskan, ditambahkan 100 mL asam asetat glasial kemudian di refluks selama 2 jam dengan suhu 40°C, setelah itu didiamkan selama 30 menit. Campuran ditambahkan 16 mL asam asetat glasial dan asam sulfat sebanyak 0,2 mL. Campuran tersebut kemudian direfluks kembali selama 1 jam lalu didinginkan pada suhu 18°C. Selanjutnya, campuran ditambahkan 27 mL anhidrida asetat dan 0,3 mL asam sulfat lalu direfluks selama 6 jam pada suhu 60°C. Setelah itu, campuran didinginkan lalu disaring. Filtrat hasil penyaringan ditambah akuades sebanyak 500 mL dan didiamkan selama 24 jam. Setelah didiamkan selama 24 jam, campuran disaring dan diambil residunya. Residu hasil penyaringan kemudian dimasukkan ke dalam oven dan dikeringkan dengan suhu 40°C. Setelah dikeringkan, selulosa asetat hasil pengeringan digerus lalu diuji derajat substitusi dan dikarakterisasi gugus fungsinya dengan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) dan dikarakterisasi menggunakan uji *water uptake* dan porositas.

#### Pembuatan *blend* membran (PSf/SA)

Pembuatan *blend* membran selulosa asetat ini merujuk pada penelitian Syahbanu *et al.*, (2017) menggunakan metode inversi fasa. Larutan cetak membran terdiri dari polisulfon, n-metil-pirolidon, polietilenglikol dan selulosa asetat. Polisulfon dilarutkan ke dalam n-metil pirolidon (NMP) dengan variasi komposisi larutan cetak PSf 15%, NMP 75%, PEG 5% dan SA 5%.

### Uji water uptake

Membran dikeringkan dan dilap menggunakan tisu kemudian ditimbang dan direndam selama 24 jam pada suhu kamar (27°C). Membran dilapisi dengan kertas penyerap untuk memisahkan beberapa moistur permukaan dan kemudian ditimbang kembali. Nilai % *water uptake* dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Dhuhita dan Arti, 2010) :

$$\% \text{ water uptake} = \frac{W_{\text{wet}} - W_{\text{dry}}}{W_{\text{dry}}} \times 100\%$$

dimana,  $W_{\text{wet}}$  merupakan berat membran dalam keadaan basah (gram) dan  $W_{\text{dry}}$  merupakan berat membran dalam keadaan kering (gram).

### Uji porositas

Porositas membran ( $\epsilon$ ) ditentukan dengan metode gravimetri yang mengacu pada penelitian Jalali *et al.*, (2016). Porositas membran ( $\epsilon$ ) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\epsilon = \frac{\omega_1 - \omega_2}{A \times l \times d_w}$$

dimana,  $\omega_1$  merupakan berat membran dalam keadaan basah (gram),  $\omega_2$  merupakan berat membran dalam keadaan kering (gram),  $A$  merupakan luas membran ( $\text{m}^2$ ),  $l$  merupakan ketebalan membran (m) dan  $d_w$  merupakan densitas air (0,998  $\text{gram}/\text{cm}^3$ ).

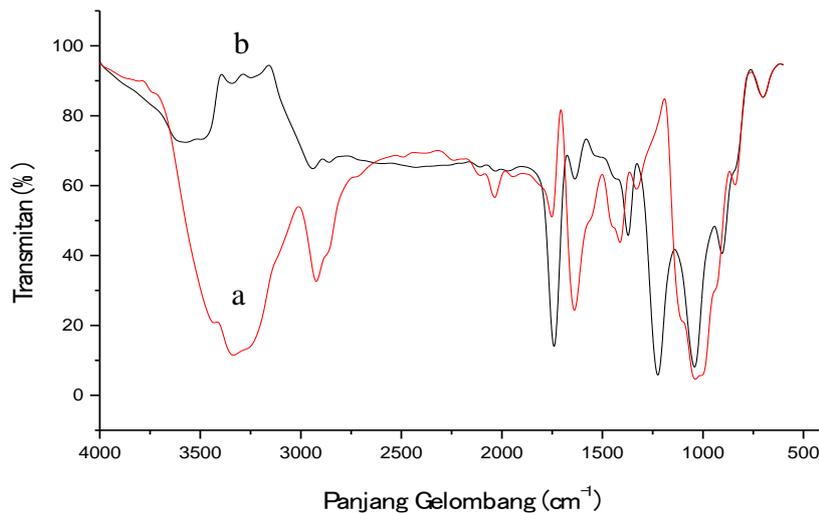
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Preparasi dan karakterisasi selulosa asetat dari *nata de coco*

Selulosa bakteri pada penelitian diperoleh dari hasil fermentasi air kelapa dengan *Acetobacter xylinum*. Selulosa bakteri yang diperoleh kemudian diasetilasi selama 6 jam hingga terbentuk selulosa asetat. Selanjutnya, hasil selulosa asetat yang diperoleh dikarakterisasi menggunakan FTIR. Gambar 1 menunjukkan bahwa pada selulosa bakteri terdapat puncak serapan gugus -OH pada  $3335 \text{ cm}^{-1}$  dan gugus -CO ulur pada  $1038 \text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya ikatan glikosida dan ikatan -CO pada cincin selulosa. Spektrum FTIR selulosa asetat dari selulosa bakteri juga menunjukkan adanya puncak serapan yang khas muncul pada gugus karbonil yakni pada panjang gelombang  $1740 \text{ cm}^{-1}$  dan gugus asetil pada  $1224 \text{ cm}^{-1}$  yang cukup tajam. Berdasarkan perbandingan kedua spektrum, terlihat adanya penurunan yang tajam pada intensitas serapan gugus OH. Hal ini dikarenakan berkurangnya jumlah gugus -OH bebas pada selulosa asetat akibat substitusi gugus tersebut oleh gugus asetil. Munculnya gugus asetil dapat dibuktikan dengan munculnya puncak-puncak serapan baru yaitu serapan gugus karbonil dan C-O asetil yang sangat karakteristik pada  $1236 \text{ cm}^{-1}$ . Munculnya gugus asetil membuktikan bahwa proses asetilasi selulosa dari selulosa bakteri menjadi selulosa asetat telah berhasil dilakukan.

Tabel 1. Hasil Analisis FTIR Selulosa Bakteri dan Selulosa Asetat

Bilangan Gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )				Jenis Vibrasi
Hasil Penelitian		Radiman dan Yuliani (2008)		
Selulosa Bakteri	Selulosa Asetat	Selulosa Bakteri	Selulosa Asetat	
3335	3573	3245	3461	O-H ulur
2922	2940	2920	2942	C-H ulur
1639	-	1645	-	C=O ulur
-	1740	-	1748	C=O ulur
1330	1372	1371	1383	C-H tekuk
-	1224	-	1236	C-O ulur
1038	1041	1061	1061	C-O ulur
-	701	-	603	C-H tekuk

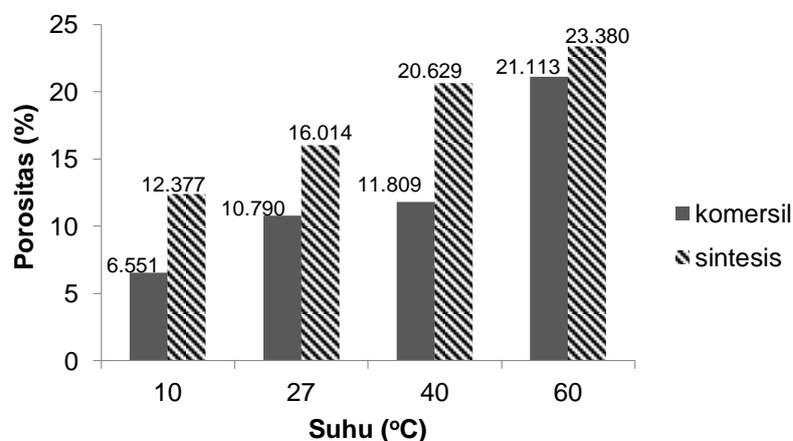


Gambar 1. Spektrum FTIR selulosa bakteri (a) dan selulosa asetat (b)

### Blend membran PSf/SA

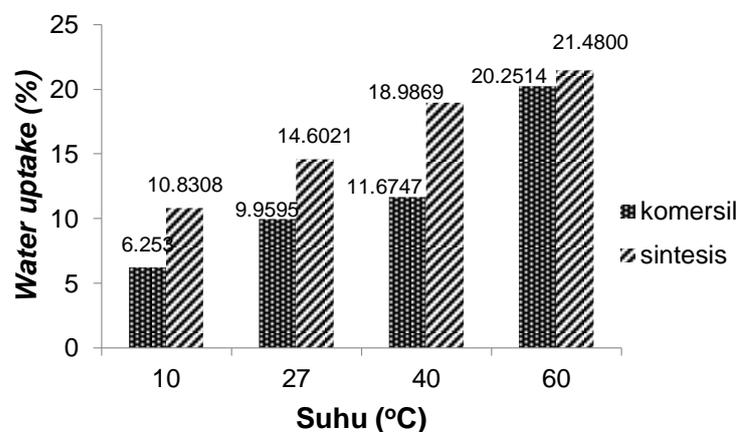
Pembuatan *blend* membran dilakukan dengan menggunakan teknik inversi fasa. Larutan *dope* terdiri dari campuran polimer polisulfon (PSf), selulosa asetat (SA), dan polietilen glikol (PEG). Larutan *dope* kemudian dituang diatas plat kaca kemudian dicetak dan dimasukkan kedalam bak koagulasi dengan variasi suhu. Membran dapat terbentuk karena adanya interaksi antara pelarut dan nonpelarut. Air sebagai nonpelarut berdifusi dengan pelarut yang ada di dalam polimer (larutan *dope*), sehingga akan membentuk sebuah membran. Air digunakan dalam bak koagulasi karena air tidak melarutkan selulosa asetat. Menurut Mulder (1996), polimer harus larut dalam pelarutnya sehingga dapat terjadi proses *liquid-liquid demixing*. *Demixing* merupakan proses awal pematatan dalam pembentukan membran akibat adanya pertukaran pelarut dan nonpelarut pada membran dalam bak koagulasi. Pada suhu rendah, proses pembentukan membran akan lebih cepat dibandingkan dengan suhu yang tinggi. Hal ini karena pada suhu yang rendah, proses pergerakan partikel yang terdapat dalam larutan akan semakin cepat, begitu pula sebaliknya. Membran kemudian dikarakterisasi dengan melakukan beberapa uji yaitu porositas, dan nilai *water uptake*.

Pengujian porositas dilakukan untuk melihat pengaruh suhu koagulasi terhadap pori membran yang dihasilkan. Porositas merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kinerja membran. Besar kecilnya pori yang dihasilkan akan mempengaruhi kinerja membran dalam penentuan nilai fluks airnya. Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan maka porositas akan semakin meningkat.



Gambar 2. Hubungan variasi suhu terhadap porositas *blend* membran PSf/SA

Berdasarkan hasil penelitian, terlihat bahwa membran dengan variasi suhu koagulasi 10°C merupakan membran dengan nilai porositas yang kecil yakni sebesar 12,377%. Hal ini karena pada saat proses pembentukan membran, pergerakan partikel sangat cepat sehingga pori yang terbentuk akan semakin rapat. Membran dengan suhu koagulasi 60°C merupakan membran dengan porositas yang besar yakni 23,380%. Hal ini juga terjadi karena saat proses pembentukan membran, pergerakan partikel pada suhu yang tinggi akan semakin lambat, sehingga proses pemadatan akan semakin lambat dan pori yang terbentuk akan semakin besar. Selain uji porositas, juga dilakukan uji *water uptake* yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan membran dalam menyerap air. Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan maka air yang terserap ke dalam pori-pori membran akan semakin meningkat sehingga mengakibatkan terjadinya peningkatan nilai *water uptake*. Meningkatnya nilai *water uptake* ini berbanding lurus dengan nilai hasil uji porositas. Hal ini dikarenakan pada suhu rendah, pori-pori membran kecil sehingga air sulit untuk melewati membran. Begitu pula sebaliknya, pada suhu yang tinggi dengan pori yang besar air akan mudah untuk melewati membran.



Gambar 3. Hubungan variasi suhu terhadap nilai *water uptake*

## SIMPULAN

Selulosa asetat berhasil disintesis dari *nata de coco* dengan metode asetilasi. Karakteristik serapan selulosa asetat ditandai dengan adanya puncak yang khas karbonil bilangan gelombang 1224  $\text{cm}^{-1}$  dan 1740  $\text{cm}^{-1}$ . Semakin tinggi suhu yang digunakan maka pori yang dihasilkan semakin besar. Hal ini juga meningkatkan nilai *water uptake* dan porositas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dhuhita, A., dan Arti, D. K., 2010, Karakterisasi dan Uji Kinerja Speek, cSMM dan Nafion Untuk Aplikasi Direct Methanol Fuel Cell (DMFC), Universitas Negeri Diponegoro, Semarang. (Skripsi)
- Jalali, A., Shockravi, A., Vatanpour, V., dan Hajibeygi, M., 2016, Preparation and Characterization of Novel Microporous Ultrafiltration PES Membranes Using Synthesized Hydrophilic Polysulfide-amide Copolymer as an Additive in the Casting Solution, *J. Mexican Chem. Soc.*, 52: 140-144
- Lindu, M., Tita P., Dan Erna I., 2008, Sintesis Uji Kemampuan Membran Selulosa Asetat Dari Nata De Coco Sebagai Membran Ultrafiltrasi Untuk Menyisihkan Zat Warna Pada Air Limbah Artifisial, 4: 107-112.
- Mulder, M., 1996, Basic Principles of Membrane Technology, ed ke- 2, Kluwer Academic Publisher, Netherlands
- Radiman, C.L. dan Yuliani, G., 2008, Penggunaan Nata De Coco Sebagai Bahan Membran Selulosa Asetat, *Prosiding Simposium Nasional Polimer V*, ISSN: 140-8720, 203-208

- Syahbanu, I., Piluharto, B., Khairi, S., dan Sudarko, Effect of Evaporation Time on Separation Performance of Polysulfone/Cellulose Acetate (PSf/CA) Membrane, IOP Conf. Ser. : Mater. Sci. Eng. 299 (2017), doi : 10.1088/1757-899X/1/012040
- Syahbanu, I., Hartini, A. S., Yuspitasaki, M. Dan Rusmaningsih, A., 2017, Sintesis dan Studi Sifat Termal Selulosa Asetat dari Selulosa Bakteri, Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat, ISBN: 978-602-61545-0-7