

SINTESIS DAN KARAKTERISASI SELULOSA ASETAT DARI NATA DE COCO SEBAGAI BAHAN BAKU MEMBRAN ULTRAFILTRASI

Muhammad Lindu¹, Tita Puspitasari² dan Erna Ismi¹

¹*Teknik Lingkungan, FALTL-Universitas Trisakti
Jl. Kyai Tapa No.1, Jakarta 11440*

²*Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi (PATIR)-BATAN
Jl. Cinere, Pasar Jum'at, P.O.BOX 7010 JKSKL, Jakarta 12070
E-mail : Muhammad_lindu@yahoo.com*

ABSTRAK

SINTESIS DAN KARAKTERISASI SELULOSA ASETAT DARI NATA DE COCO SEBAGAI BAHAN BAKU MEMBRAN ULTRAFILTRASI. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh bahan baku membran berupa selulosa asetat yang berasal dari *Nata de Coco*. *Nata De Coco* (selulosa mikrobial) dengan ketebalan 3 mm hingga 5 mm diperoleh dengan cara fermentasi limbah air kelapa selama 6 hari. Selulosa mikrobial (CA-1) direndam dalam 2% NaOH selama 24 jam kemudian dicuci dengan *aquadest*. Perendaman dilanjutkan menggunakan 2% asam asetat selama 24 jam. Selulosa mikrobial (CA-2) diperlakukan sama dengan CA-1 tetapi menggunakan 4% NaOH dan asam asetat. Selulosa asetat diperoleh melalui proses asetilasi dan hidrolisis selulosa mikrobial selama 20 jam. Selulosa asetat yang dihasilkan didominasi selulosa triasetat dengan kadar asetil sebesar 45,20% untuk CA-1 dan 44,21% untuk CA-2. Analisis spektrum *FT-IR* menunjukkan adanya serapan khas gugus C=O karbonil pada bilangan gelombang 1755,2 cm⁻¹ (CA-1) dan 1752,25 cm⁻¹ (CA-2) serta gugus C-O asetil pada bilangan gelombang 1232 cm⁻¹ hingga 1240 cm⁻¹. Hal ini menunjukkan proses sintesis selulosa mikrobial menjadi selulosa asetat terjadi dengan sempurna. Membran selulosa asetat diperoleh dengan cara melarutkan serbuk selulosa asetat menggunakan pelarut diklorometan, dilanjutkan dengan proses presipitasi imersi. Morfologi membran diuji dengan *SEM* dan hasilnya menunjukkan bahwa membran CA-1 mempunyai struktur pori lebih besar dari pada membran CA-2. Ukuran pori membran CA-1 adalah antara 0,009 m hingga 0,06 µm, sedangkan membran CA-2 adalah antara 0,008 µm hingga 0,04 µm. Kedua membran yang dihasilkan dengan ketebalan masing-masing 0,015 mm tersebut termasuk membran ultrafiltrasi dengan karakteristik yang baik sebagai membran ultrafiltrasi.

Kata kunci : Selulosa asetat, Nata De Coco, Selulosa Mikrobial, Membran, Ultrafiltrasi

ABSTRACT

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF CELLULOSE ACETATE FROM NATA DE COCO AS ULTRAFILTRATION MEMBRANE. This research was done to obtain membrane raw materials of cellulose acetate derived from *Nata de Coco*. *Nata De Coco* (microbial cellulose) with a thickness of 3-5 mm was obtained by fermentation of coconut water waste for six days. Microbial cellulose (CA-1) soaked in 2% NaOH for 24 hours then washed with distilled water and continued with second soaking using 2% acetic acid for 24 hours. Microbial cellulose (CA-2) was treated the same as the CA-1 but using 4% NaOH and acetic acid. Cellulose acetate was obtained through a process of microbial cellulose acetylation and hydrolysis for 20 hours, which predominantly contain cellulose triacetate with an acetyl content of 45.20% for CA-1 and 44.21% for CA-2. FT-IR analysis showed the absorption characteristic of C=O carbonyl group at wave number 1755.2 cm⁻¹ (CA-1) and 1752.25 cm⁻¹ (CA-2) and acetyl C-O group at wave numbers 1232 cm⁻¹ until 1240 cm⁻¹, which showed that synthesis of microbial cellulose into cellulose acetic have occur completely. Cellulose acetate membranes were obtained by dissolving the powder of cellulose acetate using the dichloromethane solvent, continued by immersion precipitation process. Membrane morphology was observed by SEM and the results showed that CA-1 membrane have a pore structure bigger than the CA-2 membrane. Membrane pore size of CA-1 is between 0.009 µm and 0.06 µm, while for CA-2 membrane is between 0.008 µm and 0.04 µm. Base on these characterization results, both synthesis membranes with a thickness of 0.015 mm were characterized as ultrafiltration membranes and have a good characteristic as an ultrafiltration membrane.

Key words : Cellulose acetate, Nata De Coco, Microbial Cellulose, Membrane, Ultrafiltration

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi membran sebagai unit pengolah limbah saat ini sangat pesat dan banyak digunakan dalam proses pemisahan. Teknologi membran dipilih karena prosesnya yang sangat sederhana, konsumsi energi yang digunakan rendah, tidak merusak material, tidak menggunakan zat kimia tambahan dan tidak menghasilkan limbah baru sehingga tergolong sebagai *clean technology*. Kendala teknologi ini adalah harganya relatif mahal karena bahan baku untuk membuat membran masih harus diimpor [1].

Pemanfaatan selulosa mikrobial sebagai sumber selulosa pada pembuatan selulosa asetat merupakan salah satu alternatif untuk mendapatkan bahan baku pembuatan membran. Salah satu produk selulosa mikrobial yang berasal dari fermentasi bakteri *acetobacter xylinum* dalam limbah air kelapa dan telah dikenal oleh sebagian besar masyarakat sebagai produk makanan adalah nata de coco [2-4].

Selulosa dan turunannya juga banyak digunakan sebagai bahan baku membran dalam proses mikrofiltrasi, ultrafiltrasi dan *reverse osmosis* [4]. Tidak seperti selulosa kayu, selulosa mikrobial secara kimia bersifat murni, bebas dari lignin serta mempunyai kristalinitas dan derajat polimer yang tinggi [5-7]. Karena mempunyai sifat-sifat yang menarik, penggunaan selulosa mikrobial terus dikembangkan.

Nata de coco yang berasal dari limbah air kelapa yang terdapat melimpah di Indonesia dapat digunakan sebagai sumber selulosa mikrobial dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku membran selulosa asetat.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari proses preparasi dan karakteristik selulosa asetat dari bahan baku alternatif nata de coco sehingga diharapkan dapat diperoleh bahan pengganti selulosa asetat impor untuk pembuatan membran.

METODE PERCOBAAN

Bahan

Air kelapa, bakteri *acetobacter xylinum*, ammonium sulfat, gula pasir, asam asetat, NaOH, HCl, anhidrida asetat, diklorometan dan *aquadest*.

Peralatan

Gelas kimia, pipet ukur, pengaduk magnetik, pelat kaca, alumunium foil, batang pengaduk, bak koagulasi, lemari pendingin, spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red (FT-IR)* dan *Scanning Electron Microscope (SEM)* tipe *JEOL JSM 35C*.

Cara Kerja

Pembuatan Nata De Coco

Air kelapa difermentasi oleh bakteri *acetobacter xylinum* menjadi nata de coco dengan masa inkubasi selama enam hari.

Permurnian Selulosa Mikrobial

Proses ini dilakukan dengan merendam nata de coco yang telah direbus ke dalam larutan NaOH dan larutan asam asetat dengan variasi konsentrasi larutan perendam NaOH dan asam asetat 2% (CA-1) dan 4% (CA-2).

Pembuatan Selulosa Asetat

Dalam proses pembuatan selulosa asetat mencakup tiga tahap penting, yaitu tahap *swelling* dilakukan selama 1 jam dan 45 menit. Untuk tahap asetilasi dilakukan selama 20 jam, sedangkan tahap hidrolisis dilakukan selama 20 jam.

Analisis Kadar Asetil

Untuk melihat kadar asetil digunakan Persamaan 1 di bawah ini :

$$Ka (\%) = [(D-C)Na + (A-B)Nb] \left(\frac{F}{W} \right) \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

- A = mL NaOH yang dibutuhkan untuk titrasi sampel
- B = mL NaOH yang dibutuhkan untuk titrasi blanko
- C = mL HCl yang dibutuhkan untuk titrasi sampel
- D = mL HCl yang dibutuhkan untuk titrasi blanko
- Na = Normalitas HCl
- Nb = Normalitas NaOH
- F = 4,305 untuk kadar asetil dan 6,005 untuk kadar asam asetat
- W = Bobot sampel

Analisis Gugus Fungsi

Analisis gugus fungsi dilakukan dengan menggunakan alat spektrofotometer *FT-IR* pada bilangan gelombang 450 cm^{-1} hingga 4000 cm^{-1} .

Analisis Morfologi Membran

Analisis morfologi membran dilakukan dengan menggunakan peralatan *SEM*. Pada teknik SEM, berkas elektron dengan energi kinetik sebesar 1 kV hingga 25 kV ditembakkan pada sampel. Pada penelitian ini digunakan pembesaran 5000 kali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Nata De Coco

Untuk memperoleh selulosa asetat yang berasal dari Nata de coco, dilakukan pembuatan Nata de coco terlebih dahulu. Proses pembuatan nata de coco sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut berhubungan dengan kondisi pertumbuhan bakteri *acetobacter xylinum* yang memegang peranan penting pada proses fermentasi air kelapa menjadi nata de coco.

Pertumbuhan *acetobacter xylinum* dipengaruhi oleh oksigen, pH, suhu dan nutrisi. Oksigen dibutuhkan karena bakteri *acetobacter xylinum* bersifat *aerob*. Pengaturan keasaman atau pH larutan diperlukan untuk menghambat pertumbuhan ragi yang seringkali mengkontaminasi pertumbuhan nata de coco. Untuk pengaturan ini digunakan asam asetat glasial untuk mendapatkan pH 3-4 yang merupakan pH optimal pertumbuhan bakteri *acetobacter xylinum*.

Pada penelitian ini digunakan waktu inkubasi selama enam hari, sehingga dihasilkan gel berwarna keputih-putihan dengan ketebalan berkisar 3mm hingga 5 mm dan permukaannya licin.

Pemurnian Selulosa Mikrobial

Proses pemurnian selulosa mikrobial dilakukan dengan merendam selulosa nata de coco yang telah direbus ke dalam larutan NaOH, pada CA-1 direndam ke dalam larutan NaOH 2% sedangkan pada CA-2 direndam ke dalam larutan NaOH 4% selama 24 jam. Pemilihan variasi konsentrasi 2% dan 4% dilakukan berdasarkan percobaan pendahuluan, yang menunjukkan variasi konsentrasi >1% inilah yang dapat menghasilkan membran ultrafiltrasi. Warna dari selulosa mikrobial setelah direndam ke dalam larutan NaOH putih kekuningan dan permukaan licin, pada CA-2 lebih kuning dari pada CA-1. Perendaman dengan NaOH bertujuan untuk menghilangkan komponen-komponen non-selulosa dan sisa bakteri. Komponen-komponen non-selulosa ini akan menghalangi ikatan hidrogen yang terjadi antar rantai molekul selulosa.

Kadar perendam larutan NaOH dapat meningkatkan kemurnian selulosa yang dihasilkan sehingga hubungan antar rantai dalam selulosa semakin kuat melalui ikatan hidrogen antar rantai, mengakibatkan struktur selulosa mikrobial menjadi lebih rapat sehingga semakin sukar untuk mensubstitusi gugus hidroksil selulosa dengan gugus asetil.

Perendaman ke dalam larutan asam asetat yang konsentrasinya sama dengan NaOH 2% dan 4% selama 24 jam merupakan langkah selanjutnya dari pemurnian selulosa. Tujuan dari perendaman ini adalah untuk menetralkan NaOH yang masih terdapat pada selulosa mikrobial. Warna selulosa mikrobial hasil dari perendaman dengan asam asetat tidak berubah

dibandingkan dengan selulosa mikrobial setelah perendaman dengan NaOH. Setelah direndam dengan asam asetat, selulosa mikrobial direndam dalam air berulang kali untuk menghilangkan bau asam serta mengurangi kandungan asamnya.

Nata de coco memiliki kadar air yang tinggi, sehingga untuk menghilangkan kadar air dilakukan pengepresan, selanjutnya dikeringkan di bawah sinar matahari. Pengepresan tidak dilakukan dengan suhu yang tinggi atau *hot press* agar struktur rantai molekul selulosa tidak rusak, sehingga dapat dijadikan selulosa asetat yang digunakan sebagai bahan pembuatan membran.

Pembuatan Selulosa Asetat

Proses pembuatan selulosa asetat mencakup tiga tahap penting, yaitu tahap *swelling* (pengembangan), tahap asetilasi dan tahap hidrolisis. Pada tahap *swelling*, aktivator yang digunakan adalah asam asetat glasial. *Swelling* diperlukan agar reaksi esterifikasi dapat berlangsung dengan baik karena akan menyebabkan pengembangan serat-serat selulosa sehingga didapat luas permukaan selulosa yang besar yang akan membantu meningkatkan reaktivitas selulosa terhadap reaksi asetilasi. Pada tahap asetilasi, pada selulosa hasil *swelling* ditambahkan anhidrida asetat dan asam sulfat pekat yang berfungsi sebagai katalis. Proses asetilasi merupakan reaksi eksoterm, sehingga suhu harus dijaga tetap rendah, yaitu 40°C supaya tidak terjadi depolimerisasi rantai selulosa. Pengadukan pada proses asetilasi membantu homogenisasi larutan selulosa dengan asetat anhidrida, sehingga proses asetilasi dapat berlangsung dengan sempurna. Pada penelitian ini waktu asetilasi yang dibutuhkan 20 jam, karena nata de coco sulit untuk larut akibat kuatnya ikatan antara rantai selulosa nata de coco.

Pada tahap hidrolisis yang dilakukan selama 20 jam, ke dalam selulosa hasil asetilasi ditambahkan campuran asam asetat glasial-air. Air yang terkandung dalam larutan asam asetat glasial berperan untuk menguraikan anhidrida asetat sisa proses asetilasi menjadi asam asetat dan hasil dari hidrolisis berupa larutan coklat kental.

Tahapan selanjutnya dari pembuatan selulosa asetat adalah pemisahan yang bertujuan untuk memisahkan larutan asam asetat dengan selulosa yang terkonversi menjadi selulosa asetat. Setelah itu dilakukan pengendapan selulosa asetat dengan menuangkan larutan coklat hasil hidrolisis ke dalam air dan mengaduknya dengan kuat. Hasil yang diperoleh dari pengendapan ini adalah berupa gumpalan-gumpalan selulosa asetat yang berwarna putih kekuningan. Gumpalan-gumpalan tersebut kemudian dicuci berulang-ulang. Pencucian dengan air berfungsi untuk mengkoagulasi selulosa asetat sekaligus menghilangkan

sisa asam asetat dan pengotor lain yang dapat larut dalam air. Hasil dari tahap pemurnian dan pencucian ini berupa padatan putih kekuningan. Selulosa asetat kering disimpan pada tabung plastik, ditimbang dan dianalisis karakteristiknya.

Karakterisasi Selulosa Asetat

Untuk mengetahui kandungan asetil dari selulosa asetat dan perubahan struktur selulosa asetat dari selulosa mikrobial dilakukan karakterisasi.

Kadar Asetil Selulosa Asetat

Pengujian kadar asetil diperlukan untuk menentukan jenis selulosa asetat yang telah disintesis. Jenis selulosa asetat diperlukan untuk menentukan larutan yang sesuai untuk melarutkan selulosa asetat kering agar dapat dibuat membran. Pada penelitian ini, membran CA-1 menghasilkan kadar asetil 45,79% sedangkan membran CA-2 menghasilkan kadar asetil 44,21%.

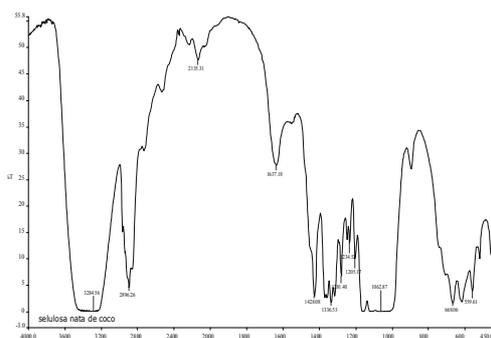
Berdasarkan Tabel 1, kedua selulosa asetat tersebut didominasi oleh jenis selulosa triasetat, karena jenis selulosa triasetat memiliki kadar asetil 43,5% hingga 44,8%. Selulosa triasetat menunjukkan bahwa tiga gugus fungsi hidroksil pada monomer selulosa secara keseluruhan digantikan oleh gugus asetil dari asetat anhidrida. Dengan demikian, berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa pelarut yang tepat untuk selulosa asetat ini adalah diklorometan.

Analisis Gugus Fungsi

Selulosa adalah polimer glukosa (hanya glukosa) yang tidak bercabang. Bentuk polimer ini memungkinkan selulosa saling terikat menjadi bentuk serat yang sangat kuat. Sedangkan selulosa asetat merupakan ester dari asam asetat dan selulosa. Perbedaan antara selulosa

Tabel 1. Karakteristik Kelarutan Selulosa Asetat [10]

Kadar Asetat (%)	Larut di dalam	Selulosa
43,5 – 44,8	Diklorometan	Triasetat
35 – 43,5	Aseton	Diasetat
≤ 35	2- Metoksimetanol	Monoasetat

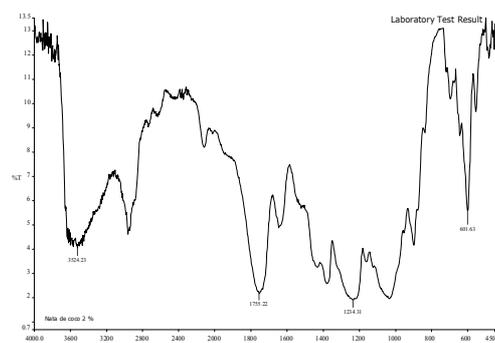


Gambar 1. Spektrum Selulosa Nata de Coco

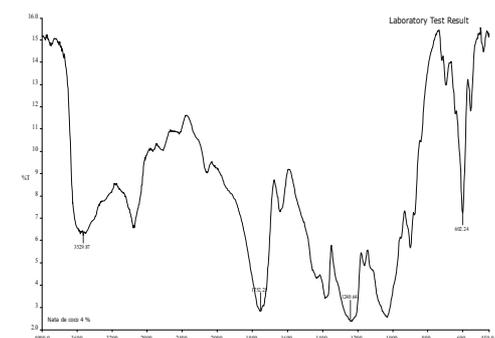
mikrobial dengan selulosa asetat terletak pada gugus fungsi karbonil.

Gugus fungsi karbonil (C=O) dari selulosa asetat dapat diidentifikasi menggunakan spektroskopi infra merah. Prinsip kerja dari metode ini adalah penyerapan radiasi infra merah oleh sampel agar mengalami perpindahan ke tingkat vibrasi tereksitasi pertama. Pada Gambar 1, terlihat bahwa puncak serapan karakteristik dari selulosa nata de coco adalah gugus OH yang terjadi pada bilangan gelombang 3284,56 cm⁻¹ dan gugus C-O pada bilangan gelombang 1062,87 cm⁻¹. Serapan dari gugus ini menunjukkan adanya ikatan glikosida dan ikatan C-O pada cincin selulosa.

Spektrum *FT-IR* selulosa asetat (SA) hasil sintesis dari nata de coco ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3 masing-masing untuk CA-1 dan CA-2. Bila dibandingkan dengan spektrum *FT-IR* selulosa nata de coco, terlihat penurunan tajam pada intensitas serapan gugus OH. Hal ini disebabkan berkurangnya kuantitas gugus OH pada selulosa asetat akibat substitusi gugus OH tersebut oleh gugus asetil. Munculnya gugus asetil diverifikasi dengan adanya puncak-puncak serapan baru, yaitu serapan gugus karbonil dan C-O asetil yang sangat karakteristik. Dari spektrum *FT-IR* dibuktikan bahwa proses asetilasi selulosa nata de coco menjadi selulosa asetat telah berhasil dilakukan. Terdapatnya puncak serapan yang terjadi pada gugus OH baik pada spektrum CA-1 maupun spektrum CA-2, terlihat pada Gambar 2 dan Gambar 3. Hal ini disebabkan masih terdapat kandungan air pada selulosa asetat.



Gambar 2. Spektrum Membran CA-1



Gambar 3. Spektrum Membran CA-2

Tabel 2. Hasil Analisis SA Nata De Coco

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)		
	Selulosa Mikrobial	CA-1	CA-2
O-H	3284,56	3524,23	3529,87
C-H	2896,26		
C-O	1061		
C=O		1755,22	1752,25
C-O asetil		1232,33	1240,64
C-H	668,06	601,63	602,92

Hasil analisis *FT-IR* SA nata de coco ditunjukkan pada Tabel 2, puncak serapan karakteristik dari CA-1 adalah gugus karbonil terjadi pada bilangan gelombang 1755,22 cm⁻¹, sedangkan dari CA-2 puncak serapan karakteristik pada gugus karbonil terjadi pada bilangan gelombang 1752,52 cm⁻¹. Terlihat dari hasil analisis selulosa asetat pada Tabel 2, tidak ada perbedaan yang signifikan antara CA-1 dengan CA-2 pada semua gugus fungsi.

Pembuatan Membran Selulosa Asetat

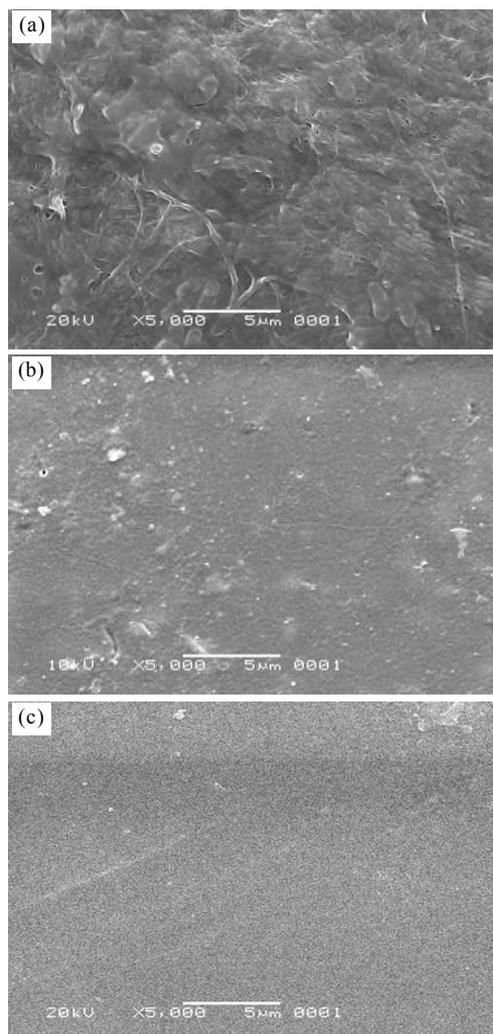
Pencetakan membran selulosa asetat dilakukan melalui metode inversi fasa. Teknik inversi fasa dapat dilakukan melalui penguapan pelarut, presipitasi dengan penguapan terkendali dan presipitasi imersi. Pada penelitian ini digunakan proses presipitasi imersi.

Pada presipitasi imersi, larutan polimer dicetak di atas cawan kemudian dicelupkan ke dalam bak koagulasi berisi larutan air dengan suhu 4 °C yang berfungsi sebagai koagulan. Pada proses pencelupan campuran membentuk sistem terner dan mengalami proses perubahan fasa larutan menjadi padatan. Pelarut mengalami proses difusi ke luar dari membran sedangkan air yang berfungsi sebagai non-pelarut berdifusi ke dalam membran. Proses pendesakan molekul-molekul pelarut oleh non-pelarut inilah yang meninggalkan rongga pada membran dan menghasilkan membran berpori.

Pada penelitian ini larutan cetak (*dope*) yang digunakan berasal dari padatan selulosa asetat yang telah dilarutkan pada diklorometan. Pada pembuatan *dope*, homogenitas menjadi faktor yang sangat penting dan menentukan keberhasilan pencetakan membran. Oleh karena itu campuran padatan selulosa asetat dengan larutan diklorometan didiamkan selama 24 jam, agar dapat memenuhi syarat digunakan sebagai *dope*. Hal ini terbukti karena proses pencetakan berlangsung baik dan menghasilkan membran tipis dengan ketebalan 0,015 mm.

Morfologi Membran

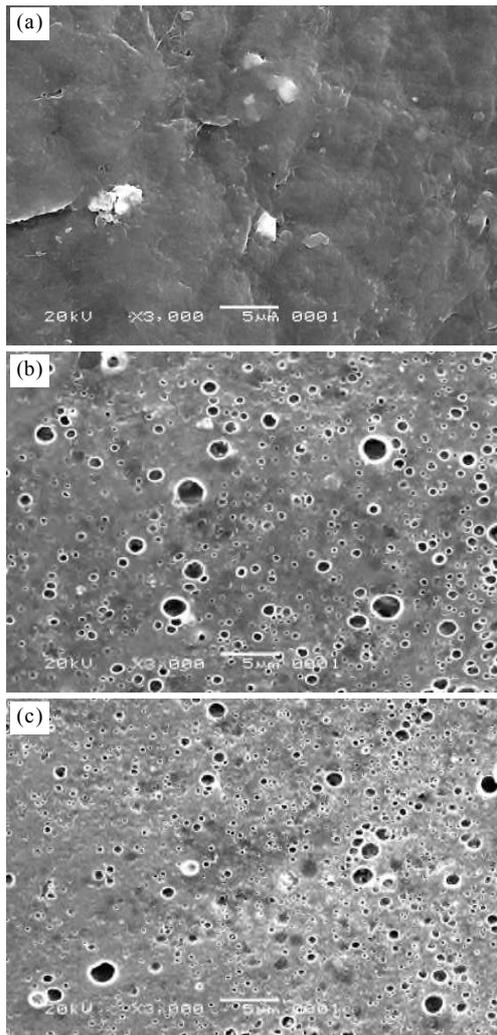
Analisis struktur membran dilakukan untuk melihat ukuran pori-pori membran yang digunakan. Untuk melihat dan mengukur pori-pori membran digunakan *SEM*. Dari foto *SEM* permukaan atas pada Gambar 4,



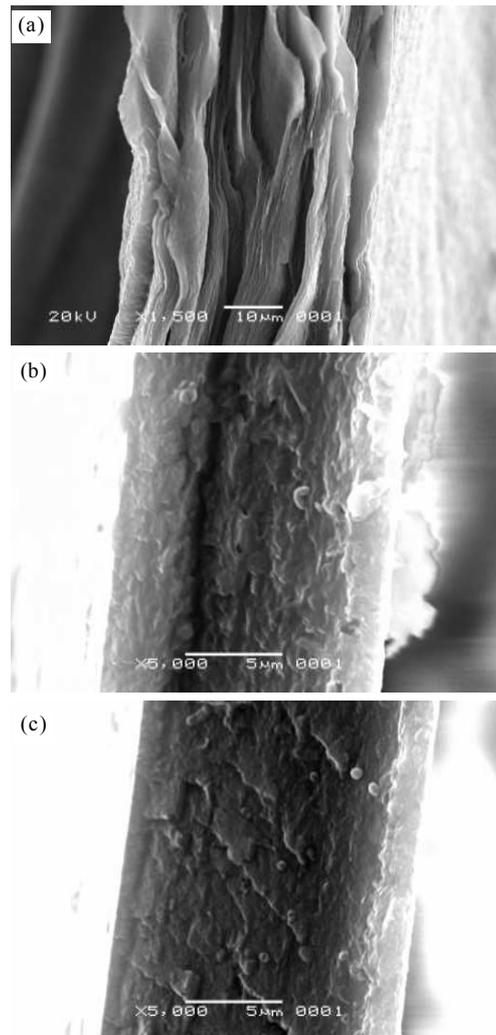
Gambar 4. Foto *SEM* permukaan atas (a). Selulosa Mikrobial, (b). Membran CA-1 dan (c). Membran CA-2

terlihat perbedaan antara selulosa mikrobial dengan membran selulosa asetat. Perbedaan itu terlihat dari adanya serat-serat halus pada permukaan atas selulosa mikrobial dengan pembesaran 5000 kali (Gambar 4 (a)), sedangkan pada permukaan atas membran CA-1 (Gambar 4 (b)) maupun membran CA-2 (Gambar 4 (c)) tidak terlihat adanya serat-serat tersebut.

Pada Gambar 4 (b) pori-pori yang tersebar di permukaan membran terlihat lebih jelas terlihat, sedangkan Gambar 4 (c) pori-porinya terlihat seperti titik-titik kecil yang menyebar di seluruh permukaan membran. Ukuran pori-pori untuk membran CA-1 teridentifikasi antara 0,009 µm sampai 0,06 µm, dan memiliki lebih banyak pori-pori yang berukuran 0,06 µm. Sedangkan ukuran pori-pori yang dapat teridentifikasi pada membran CA-2 adalah antara 0,008 µm sampai 0,04 µm. Dengan data ukuran ini, maka kedua membran tersebut merupakan membran ultrafiltrasi. Perbedaan struktur pori antara kedua membran ini disebabkan struktur selulosa asetat yang semakin rapat dengan meningkatnya konsentrasi perendam NaOH, sehingga



Gambar 5. Foto SEM permukaan bawah : (a). Selulosa Mikrobial, (b). Membran CA-1 dan (c). Membran CA-2



Gambar 6. Foto SEM penampang melintang : (a). Selulosa Mikrobial, (b). Membran CA-1 dan (c). Membran CA-2

semakin rapat struktur selulosa asetat membuat molekul-molekul pelarut susah untuk berdifusi dan menghasilkan ukuran pori yang semakin kecil.

Foto SEM permukaan bawah dari selulosa mikrobial (Gambar 5 (a)) tidak jauh berbeda dengan foto SEM permukaan atas yang menggambarkan adanya serat-serat halus. Untuk membran CA-1 (Gambar 5 (b)) maupun CA-2 (Gambar 5 (c)) dengan perbesaran yang lebih kecil (3000 kali), pada permukaan bawah terlihat pori-pori yang lebih besar dibanding pori-pori pada permukaan atas. Hal tersebut disebabkan proses koagulasi dari lapisan atas yang langsung dengan bak koagulan dan lapisan bawah yang menempel pada kaca mengalami perbedaan.

Foto SEM penampang melintang selulosa mikrobial (Gambar 6 (a)) memperlihatkan bahwa bagian atas dan bawah dari selulosa mikrobial tidak memiliki perbedaan atau bisa dikatakan homogen dan morfologi selulosa mikrobial berbentuk lembaran. Membran tersebut dikategorikan sebagai membran simetrik, hal tersebut disebabkan teknik pembuatan selulosa

mikrobial dengan cara penekanan gel nata de coco diantara dua plat baja.

Foto SEM penampang melintang membran CA-1 maupun CA-2 menunjukkan bahwa membran tersebut diidentifikasi memiliki struktur membran asimetrik. Dimana membran asimetrik merupakan membran yang tersusun oleh beberapa lapisan. Struktur membran asimetrik terdiri atas lapisan yang sangat padat dan lapisan berpori sebagai penyangga (*spinger*). Pada membran asimetrik permeasi terjadi pada lapisan padat yang memiliki tahanan perpindahan massa yang besar. Lapisan pendukung dibuat berpori sehingga tidak mempunyai tahanan perpindahan massa yang besar. Hal tersebut disebabkan proses pembuatan membran cara inversi fasa dengan teknik presipitasi imersi.

Jika struktur selulosa mikrobial (Gambar 6 (a)) dibandingkan dengan struktur membran CA-1 maupun CA-2, maka terlihat perbedaan morfologi antara membran selulosa mikrobial dengan selulosa asetat. Telah dijelaskan diatas bahwa morfologi membran selulosa

mikrobial berbentuk lembaran, sedangkan selulosa asetat tidak.

KESIMPULAN

Selulosa asetat yang dipreparasi dari bahan baku nata de coco didominasi oleh triasetat dengan kadar asetil 45,20% dan 44,21% masing-masing untuk sampel CA-1 (hasil perendaman dengan NaOH dan asam asetil 2%) dan CA-2 (hasil perendaman dengan NaOH dan asam asetil 2%). Hasil analisis *FT-IR* menunjukkan perubahan struktur kimia diperjelas dengan adanya puncak baru pada spektrum *FT-IR* pada bilangan gelombang $1752,25\text{ cm}^{-1}$ hingga $1755,22\text{ cm}^{-1}$. Membran selulosa asetat yang dapat dihasilkan merupakan membran Ultrafiltrasi dan membran CA-2 memiliki pori-pori yang lebih rapat jika dibandingkan CA-1 yaitu berkisar antar $0,009\text{ }\mu\text{m}$ hingga $0,06\text{ }\mu\text{m}$ untuk CA-1 dan membran CA-2 antara $0,008\text{ }\mu\text{m}$ hingga $0,04\text{ }\mu\text{m}$ dengan ketebalan $0,015\text{ }\mu\text{m}$.

DAFTAR ACUAN

- [1]. P. WANICHAPICHART, S. KAEWNOPPARAT, K. BUAKING and W. PUTHAI, *Journal of Membrane Science and Technology*, **24** (2002) 855-862
- [2]. GALUH YULIANI, Pembuatan Membran Selulosa Asetat dari Nata de Coco, *Tesis Magister, Program Pasca Sarjana, Institut Teknologi Bandung*, (2005)
- [3]. BAMBANG PILUHARTO, *Jurnal Ilmu Dasar*, **4** (1) (2003) 52-57
- [4]. IMADEADI SAPUTRA, Pengaruh Nisbah Selulosa dengan Asetat Anhidrida dan Lama Asetilasi Terhadap Produksi Selulosa Asetat dari Selulosa Mikrobial, *Skripsi, TIP-IPB*, (2003)
- [5]. N. SUMISE, *Japanese Patent*, JP061225780, (2004)
- [6]. ROSITAYANTI HADISOEBROTO, *Jurnal Teknologi Lingkungan, Edisi Khusus Januari* (2007) 54-62
- [7]. Y. NISHI, M. URYU, M., S. YAMANAKA, K. WATANABE, N. KITAMURA and M. IGUCHI, *Journal Of Material Science*, **35** (1990) 261-269
- [8]. M. MULDER, *Basic Principles of Membrane Technology*, 2nd Edition, Kluwer Academic Publishers, (1996)
- [9]. METCALF and EDDY, *Wastewater Engineering, Treatment and Reuse*, Fourth Edition, McGraw-Hill International Edition, Civil Engineering Series, New Jersey, (2004) 1104-1109
- [10]. R.E. KIRK and D.F. OTHMER, *Encyclopedia of Polymer Science and Technology*, Interscience Publisher, New York, (1993)