

PEMBUATAN SELULOSA ASETAT DARI LIMBAH RAMI DAN PROSPEKNYA SEBAGAI BAHAN MEMBRAN

Yuniarti PK*, Krisna Adhitya W, Teddy K, Yusup Setiawan
* Peneliti pada Balai Besar Penelitian Pulp dan Kertas, Bandung

CELLULOSE ACETATE PREPARATION FROM RAMIE WASTE AND ITS PROSPECT AS MEMBRANE MATERIAL

ABSTRACT

Ramie waste from result of fiber decomposition process of textile industry contains potential high enough cellulose to be utilized for pulp dissolving making. Diversification usage of pulp dissolving for instance in making of acetate cellulose used for ultra-filtration membrane having excellence character such as hydrophilic and easy to be biodegradable. Process of membrane making was initiated with pulp dissolving making altered to become acetate cellulose product. It was then dissolved in acetone and formal amide in varying concentration. Solution of acetate cellulose was mould and the product was washed. Making and testing of acetate cellulose membrane made from commercial pulp dissolving and testing of commercial membrane of acetate cellulose were also carried out for comparison.

Result indicates that acetyl content of 38.54% of acetate cellulose from pulp dissolving could be obtained. This value approach acetyl content of acetate cellulose made from commercial pulp dissolving (39.19%) and acetyl content made from commercial membrane of acetate cellulose (39.58%). Acetate cellulose membrane that produced from pulp dissolving ramie waste have low water flux (22.92 L/jam.m²) with the rejection value of 74.2% if it is compared with commercial acetate cellulose membrane. Scanning Electron Microscope (SEM) analysis indicates that membrane structure that obtained has pore diameter in the range of 0.08 μm – 0.1 μm that is categorized membrane asymmetric of ultra-filtration membrane type.

Keywords: biodegradable, flux, hydrophilic, ramie waste, cellulose acetate membrane, rejection, ultra-filtration

INTISARI

Limbah rami dari hasil proses penguraian serat industri tekstil mengandung selulosa cukup tinggi yang potensial dimanfaatkan untuk pembuatan pulp dissolving. Diversifikasi penggunaan pulp dissolving diantaranya untuk pembuatan selulosa asetat sebagai bahan membran ultrafiltrasi yang mempunyai keunggulan bersifat hidrofilik dan mudah dibiodegradasi. Proses pembuatan membran diawali dengan pembuatan pulp dissolving yang dirubah menjadi produk selulosa asetat. Selulosa asetat yang dihasilkan dilarutkan dalam aseton dan formal amid pada berbagai variasi komposisi. Larutan selulosa asetat selanjutnya dicetak dan produknya dicuci. Pembuatan dan pengujian membran selulosa asetat dari pulp dissolving komersial, dan pengujian membran selulosa asetat komersial dilakukan juga sebagai pembandingan.

Hasil menunjukkan bahwa kadar asetil 38,54% selulosa asetat dari pulp dissolving limbah rami dapat diperoleh. Nilai ini mendekati kadar asetil yang diperoleh dari pulp dissolving komersial sebesar 39,19% dan juga kadar asetil dari selulosa asetat komersial sebesar 39,58%. Membran selulosa asetat yang dihasilkan dari pulp dissolving limbah rami mempunyai fluks air yang lebih rendah yaitu 22,92 L/jam.m² dengan hasil rejeksi mencapai 74,2% bila dibandingkan dengan membran selulosa asetat komersial. Hasil analisa Scanning Electrone Microscope (SEM) menunjukkan bahwa struktur membran selulosa asetat yang dihasilkan memiliki diameter pori antara 0,08 μm – 0,1 μm yang termasuk kategori membran asimetrik jenis membran ultrafiltrasi.

Kata kunci: biodegradasi, fluks, hidrofilik, limbah rami, membran selulosa asetat, rejeksi, ultrafiltrasi

PENDAHULUAN

Selulosa merupakan bahan alam yang dapat diperbarui yang kegunaannya sangat luas, antara lain sebagai bahan baku pada industri kertas dan tekstil. Sedangkan dari derivat selulosa seperti selulosa asetat dapat dihasilkan produk dengan sifat-sifat yang beragam sehingga lebih luas lagi penggunaannya mulai dari bidang industri film transparan, film fotografi, plastik *biodegradable* sampai untuk bahan membran yang banyak digunakan diberbagai bidang industri. Salah satu sumber selulosa adalah limbah rami yang berasal dari potongan serat rami dari proses penguraian serat pada industri tekstil yang biasanya dibuang sebagai limbah. Limbah rami ini masih memiliki potensi untuk dimanfaatkan karena kandungan selulosanya yang cukup tinggi dan jumlahnya cukup besar. Hasil perhitungan dari data Balitas 2006 menunjukkan kuantitas limbah rami terdapat di wilayah Jawa Barat sebesar 71.250 ton/tahun. Selain itu tersebar pula didaerah Jawa Timur, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, Padang dan Pematang Siantar, sehingga diperkirakan potensi limbah rami secara nasional sebesar 167.438 ton/tahun.

Salah satu aspek ekonomi selulosa asetat adalah dapat dibuat dari limbah rami. Mengingat kegunaan selulosa asetat sangat luas, yang diantaranya untuk bahan membran ultrafiltrasi, maka perlu dikaji prospek teknis dan kelayakannya. Membran dari bahan dasar polimer alam selulosa asetat mempunyai keuntungan baik ditinjau dari aspek ekonomi ataupun aspek lingkungan karena harganya murah bersifat hidrofilik dan mudah dibiodegradasi oleh mikroorganisme.

Penelitian dan pengembangan teknologi membran untuk menuju nanoteknologi terus berkembang, sejalan dengan tuntutan kebutuhan teknologi saat ini untuk menghasilkan produk yang ramah lingkungan. Pemakaian membran sangat luas diantaranya pada bidang kesehatan, pangan, pengolahan air dan air limbah, dan industri kimia, serta bidang bioteknologi lainnya.

Bahan baku polimer alam yang biasanya digunakan untuk pembuatan selulosa asetat sebagai bahan membran adalah kapas. Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, selulosa

asetat dapat dibuat melalui proses asetilasi dengan menggunakan pulp *disolving* kayu. Dalam makalah ini diuraikan sejauh mana potensi limbah rami dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pulp *disolving* yang digunakan sebagai bahan untuk pembuatan selulosa asetat, dan prospeknya untuk membran selulosa asetat. Potensi membran yang dihasilkan dievaluasi dan dibandingkan dengan membran komersial.

TINJAUAN PUSTAKA

Pulp *Disolving*

Proses pembuatan pulp *disolving* dilakukan melalui tahap-tahap pre-hidrolisa, pencucian, pemasakan, pencucian, dan pemutihan. Pre-hidrolisa dalam proses pembuatan pulp bertujuan untuk menghilangkan kandungan hemi-selulosa pulp, yang dilakukan didalam digester pada temperatur tertentu dan tekanan tinggi, menggunakan H_2SO_4 atau HCl encer. Pre hidrolisa dapat menyempurnakan penghilangan lignin pada pemasakan dengan tetap mempertahankan sifat-sifat dan kualitas pulpnya. Pada proses pencucian pulp menggunakan air lunak bertujuan untuk menyingkahkan kandungan hemiselulosa, sehingga air sisa pencucian pulp banyak mengandung hemiselulosa terlarut.

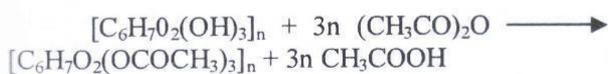
Proses pemasakan pulp dari bahan *non* kayu biasanya dilakukan dengan proses soda menggunakan NaOH 16%. Proses pemasakan pulp tersebut bertujuan untuk menyingkahkan lignin dan menurunkan bilangan kappa.

Proses pemutihan bertingkat akan menghasilkan pulp *disolving* dengan derajat putih, kadar alfa selulosa, viskositas yang tinggi, tetapi kadar ekstraktifnya rendah. Kualitas pulp seperti demikian merupakan spesifikasi pulp *disolving* yang dapat digunakan untuk pembuatan selulosa asetat. Pulp *disolving* selama ini masih impor dan di Indonesia digunakan sebagai bahan baku pembuatan serat rayon untuk kebutuhan industri tekstil.

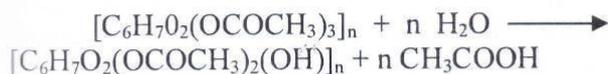
Selulosa Asetat

Selulosa asetat merupakan salah satu jenis ester-ester asam organik dari selulosa. Dalam struktur rantai selulosa setiap unit β - D-*glukopiranososa* mempunyai tiga gugus hidroksil

reaktif, dua sekunder (OH-2 dan OH-3) dan satu primer (OH-6). Apabila terjadi reaksi esterifikasi maka posisi gugus hidroksil (OH-6) memiliki reaktifitas yang paling tinggi dibandingkan dengan dua gugus hidroksil sekunder. Substitusi gugus hidroksil oleh gugus asetil pada selulosa akan menghasilkan produk selulosa mono asetat (substitusi satu gugus asetil), selulosa diasetat (substitusi dua gugus asetil) dan selulosa triasetat (substitusi tiga gugus asetil). Tahap asetilasi merupakan tahap pembentukan selulosa triasetat (selulosa asetat primer).



Tahap hidrolisa adalah selulosa triasetat diubah menjadi selulosa diasetat dengan menambahkan air kedalam selulosa asetat primer. Persamaan reaksi pembentukan selulosa diasetat adalah sebagai berikut:



Pada saat ini selulosa asetat masih impor dan biasanya digunakan untuk kebutuhan industri film transparan, perekat, plastik, dan farmasi atau obat-obatan.

Membran Selulosa Asetat

Membran didefinisikan sebagai suatu lapisan atau film tipis yang bagian dalamnya berpori, sehingga dapat meloloskan komponen tertentu tetapi bersifat penghalang terhadap materi atau komponen lainnya.. Pengertian yang lebih umum dari membran adalah suatu penghalang selektif diantara dua fasa.

Membran dapat dibagi kedalam beberapa golongan, antara lain berdasarkan keberadaan membran, cara pembuatan, morfologi membran, kerapatan membran dan fungsi membran. Jenis membran berdasarkan fungsi dapat dikelompokkan dalam beberapa golongan: membran mikrofiltrasi, membran ultrafiltrasi, membran osmosa balik, membran elektrodialisis, dan membran pervaporasi.

Pembuatan membran selulosa asetat biasanya dilakukan dengan cara *inverse fasa* melalui proses pencelupan. Pengembangan

secara dramatis dalam teknologi pembuatan membran dengan cara *inverse fasa* dilakukan oleh Loeb dan Saurirajan. Membran yang dihasilkan sering disebut sebagai membran Loeb-Saurirajan. Membran yang dihasilkan berstruktur asimetrik terdiri dari dua lapisan atas yang tipis setebal 0,2-0,5 μ m didukung substruktur pori dengan ketebalan 50-100 μ m (Mulder,1996).

Perkembangan pembuatan membran selulosa asetat dengan teknik *inversi fasa* menghasilkan 2 tipe komposisi larutan cetak, komposisi larutan cetak dengan menggunakan garam anorganik sebagai aditif, sedang yang lainnya menggunakan aditif senyawa organik. Selain faktor komposisi larutan cetak, faktor lain yang mempengaruhi struktur membran adalah faktor pada pembentukan membran asimetrik, pada tahap penguapan pelarut serta tahapan *annealing* (Mulder,1996).

Membran ultrafiltrasi digunakan untuk menghilangkan berbagai zat terlarut ber molekul tinggi, berbagai koloid, mikroba, zat organik (TOC) dalam bentuk trihalomethan, warna, sampai padatan tersuspensi dari cairan. Membran *semipermeable* untuk memisahkan makromolekul dari larutan. Ukuran dan bentuk molekul terlarut merupakan faktor penting. Membran ultrafiltrasi, beroperasi pada air berkoloid yang sulit dipisahkan, tekanan rendah 2-6 bar, konsumsi energi rendah, *recovery* sampai 95%, toleransi pH 1-13, tahan oksidator, tahan suhu sampai 80°C, dan dapat digunakan pada desain higienis.

BAHAN DAN METODA

Bahan

Limbah rami yang diambil dari proses penguraian serat rami bahan baku industri tekstil, NaOH, H₂SO₄ dan bahan kimia pemutih digunakan sebagai bahan baku pembuatan pulp dissolving. Air, asam asetat pekat, asam sulfat pekat Asam asetat anhidrida digunakan pada pembuatan selulosa asetat pada proses asetilasi. Aseton dan formamid digunakan sebagai bahan pembuatan membran.

Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari reaktor labu leher 3, *water bath* dan *stirrer*, digunakan untuk pembuatan selulosa asetat. Reaktor gelas, *Magnetic stirrer* digunakan dalam pelarutan selulosa asetat untuk pembuatan membran. Batang pengaduk *stainless steel* dan pelat kaca digunakan untuk pencetakan membran. Sel ultrafiltrasi, *stop watch* dan kompresor 1,5 HP digunakan untuk pengujian fluks dan rejeksi membran ultrafiltrasi.

Metoda

Penelitian dilakukan dengan tahapan kegiatan meliputi proses pembuatan pulp disolving, selulosa asetat, dan membran,

Proses Pembuatan Pulp Disolving

Pada proses pembuatan pulp disolving dilakukan proses pre hidrolisa dengan H_2SO_4 encer (0,4%) terlebih dahulu. Proses prehidrolisa dilakukan pada kondisi proses : temperatur $135^\circ C$, tekanan 4 bar, waktu *to temp* 2 jam, *at temp* 1.5 jam, rasio 1:4. Selanjutnya dilakukan pencucian pulp menggunakan air lunak. Hasil yang diperoleh dilanjutkan dengan proses pemasakan pulp menggunakan NaOH 16% pada kondisi proses: $T = 160^\circ$, *to temp* 2 jam, *at temp* 1.5 jam, rasio pemasakan 1 : 4, yang kemudian dilanjutkan kembali pencucian dengan air lunak. Tahap selanjutnya adalah proses pemutihan pulp disolving dengan sistem DED_1D_2 . Pulp dissolving selanjutnya dianalisa meliputi kadar air, kadar abu, kadar alfa selulosa, kadar sari, kelarutan NaOH 10%/S.10, kelarutan NaOH 18% / S.18, dan viskositas.

Proses Pembuatan Selulosa Asetat

Pada proses pembuatan selulosa asetat, dilakukan perlakuan awal dengan merendam pulp disolving di dalam air dan asam asetat, dan selanjutnya ditambahkan 180 ml asam asetat pekat, 1 ml asam sulfat pekat ke dalam pulp disolving hasil perendaman. Campuran diaduk selama 1 menit dengan temperatur $25^\circ C$. Ke dalam campuran dimasukkan anhidrida asam asetat dengan variasi 70, 80, 90, 100 ml/30 gram basah pulp hasil perendaman dari 10 gram kering pulp. Campuran diaduk kembali selama

1 jam. Kemudian dilanjutkan dengan proses hidrolisa dengan cara menambahkan 7 ml air, 17 ml asam asetat pekat, dan asam asetat encer sisa perasan pada perlakuan awal, dengan melanjutkan pengadukan selama 30 menit.

Pembentukan kristal selulosa asetat dilakukan didalam air dengan menuangkan sedikit demi sedikit cairan hasil hidrolisa kedalamnya, sambil diaduk cepat pada temperatur kamar. Kristal selulosa asetat yang terbentuk kemudian dicuci dengan air sampai bebas asam, kemudian disaring, dikeringkan pada temperatur $60^\circ C$. Parameter pengamatan yang dilakukan dalam mengevaluasi selulosa asetat terdiri dari kadar air, kadar asetil selulosa asetat, dan mendeteksi gugus fungsi yang terdapat dalam selulosa asetat menggunakan FTIR.

Proses Pembuatan Membran SA Ultrafiltrasi

Pada pembuatan membran SA Ultrafiltrasi dilakukan pelarutan selulosa asetat dengan variasi 12%, 13%, 14% pada campuran komposisi aseton sebanyak 30% dan selebihnya formamid. Larutan diaduk sampai homogen selama 12 jam dalam erlenmeyer tertutup, dan untuk menghilangkan gelembung-gelembung udara akibat pengadukan dibiarkan selama 12 jam. Proses pencetakan dilakukan dengan cara menuangkan larutan pada plat kaca yang kedua sisinya dilapisi dengan selotip sebagai pengatur ketebalan lalu diratakan dengan batang silinder *stainless steel*. Setelah pencetakan, membran yang terbentuk dibiarkan diruang terbuka selama 60 detik, kemudian dicelupkan kedalam air es sehingga terjadi koagulasi selama 1 jam, selanjutnya membran dicuci dengan air sampai pelarutnya hilang. Parameter pengamatan yang dilakukan dalam mengevaluasi potensi pembuatan membran selulosa asetat meliputi fluks air ($L/j.m^2$), rejeksi (%), morfologi tekstur membran menggunakan SEM, dan ketebalan membran (μm).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Pulp Disolving

Pembuatan pulp disolving rami, yang dilakukan dengan pre-hidrolisa, proses pemutihan pulp dengan sistem DED_1D_2 menghasilkan pulp disolving dengan parameter yang ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel I. Parameter Analisa Pulp Disolving

Parameter	Kadar (%)
Kadar air	4,22
Kadar abu	0,21
Kadar alfa selulosa	96,19
Kadar sari	0,29
S10 (kelarutan dalam NaOH 10%)	3,66
S18 (kelarutan dalam NaOH 18%)	1,25
Viskositas	9,78 mPas

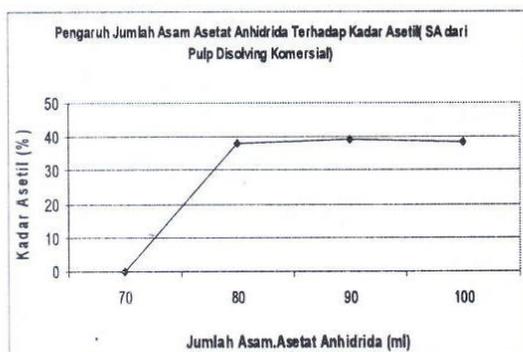
Berdasarkan hasil analisa kimia pulp, diperoleh kadar alfa selulosa yang tinggi yaitu 96,19%, lebih tinggi dari spesifikasi pulp dissolving komersial dari produk Avicel, Tembec, Borregoard, Domsjo dengan kadar alfa selulosa antara 93,5% - 95,6%, yang digunakan sebagai bahan baku pada industri rayon dan derivat selulosa.

Pembuatan Selulosa Asetat

Pada penelitian ini telah dilakukan pula pembuatan selulosa asetat dari pulp dissolving komersial sebagai pembandingan terhadap proses asetilasi dari pulp dissolving yang dibuat dari limbah rami.

Pengaruh Jumlah Anhidrida Asam Asetat terhadap Kadar Asetil (Selulosa Asetat Dari Pulp Dissolving Komersial)

Pengaruh jumlah anhidrida asam asetat terhadap kadar asetil untuk selulosa asetat dari pulp dissolving komersial dapat dilihat pada Grafik 1



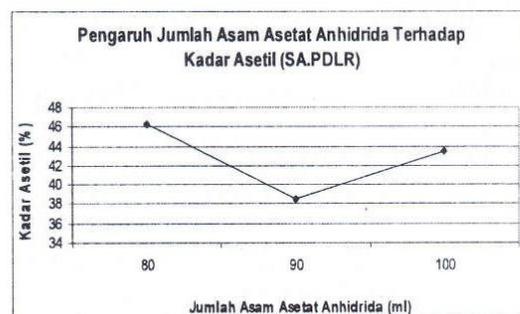
Grafik 1. Pengaruh Jumlah Anhidrida Asam Asetat terhadap Kadar Asetil (SA.PDK)

Tahap asetilasi merupakan tahap pembentukan selulosa triasetat dari hasil reaksi

selulosa dengan asam asetat anhidrida, asam asetat, dan asam sulfat sebagai katalisator. Pembuatannya dilakukan dengan memvariasikan anhidrida asam asetat dari 70, 80, 90, 100 ml, untuk mengetahui pengaruhnya pada proses asetilasi. Dari Grafik 1 dapat dilihat bahwa dengan meningkatnya penggunaan jumlah anhidrida asam asetat dari 80 ml s/d 90 ml, kadar asetil akan meningkat dari 38,23% menjadi 39.19%. Penggunaan anhidrida asam asetat 100 ml akan memberikan kecenderungan kadar asetil menurun dari 39.19% menjadi 38.32%. Ini disebabkan karena penggunaan anhidrida asam asetat yang terlalu tinggi maka selulosa triasetat yang terbentuk meningkat, sehingga pada tahap hidrolisa selulosa diasetat yang terbentuk menjadi sedikit. Penggunaan anhidrida asam asetat yang lebih rendah sebesar 70 ml, kadar asetil yang dihasilkan sangat rendah dan tidak terdeteksi.

Pengaruh Jumlah Anhidrida Asam Asetat terhadap Kadar Asetil (Selulosa Asetat dari Pulp Dissolving Limbah Rami)

Dari Grafik 2 dapat dilihat bahwa dengan meningkatnya penggunaan jumlah asam anhidrida dari 80 ml sampai 90 ml, kadar asetil akan menurun dari 46,24% sampai 38,54%. Kadar asetil akan meningkat lagi menjadi 43,46% pada penggunaan anhidrida asam asetat 100 ml. Hal ini disebabkan pada tahap asetilasi secara visual terlihat terdapat



Grafik 2. Pengaruh Jumlah Anhidrida asam asetat terhadap Kadar Asetil (SA-PDLR)

banyak pulp limbah rami yang tidak larut yang menyebabkan reaksi asetilasi tidak sempurna dimana pembentukan selulosa triasetat menjadi selulosa diasetat terhambat, terlihat pada kadar asetil yang terlalu tinggi sebesar 46,24%. Pada

pemakaian anhidrida asam asetat 90 ml, kadar asetil yang dihasilkan sangat baik yaitu sebesar 38,54%, hal ini menunjukkan bahwa selulosa diasetat banyak terbentuk, karena penggunaan reagen asetilasi dan reagen hidrolisa seimbang sehingga dapat dicapai hasil yang maksimum. Dari perhitungan rasio penggunaan reagen hidrolisa sebanyak 7 ml dan reagen asetilasi sebanyak 90 ml diperoleh rasio mol reaksinya sebesar 0,33 mol/mol. Penggunaan reagen asetilasi sebanyak 100 ml kadar asetil yang dihasilkan meningkat lagi menjadi 43,46%. Hal ini terjadi karena ketidakseimbangan komposisi kedua reagen akan menyebabkan substitusi gugus asetil terhadap gugus hidroksil pada selulosa didominasi oleh gugus hidroksil reaktif dua sekunder (OH-2 dan OH-3).

Hasil Serapan Spektrum Inframerah Pulp Dissolving Limbah Rami dan Selulosa Asetat dari Limbah Rami

Hasil perbandingan pembuatan selulosa asetat dari PDK dan PDLR diperoleh hasil kadar asetil masing-masing 39,19% dan 38,54%, yang terbentuk pada kondisi optimum penggunaan asam asetat anhidrid 90 ml. Jika dilihat dari hasil analisa kadar asetil selulosa asetat dari PDLR, menunjukkan bahwa selulosa asetat PDLR mempunyai potensi yang baik untuk produk selulosa asetat sebagai bahan membran. Hal ini dibuktikan dari hasil serapan spektro inframerah yang dihasilkan. Hasil Serapan spektrum inframerah selulosa asetat limbah rami dan pulp dissolving limbah rami dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2

Spektrum inframerah merupakan sifat-sifat khas senyawa-senyawa yang strukturnya sudah diketahui secara pasti, namun spektrum infra merah selulosa asetat adalah karakterisasi secara kualitatif. Spektrum inframerah selulosa asetat menunjukkan sejumlah pita serapan utama yang diperuntukan secara empiris bagi gugus fungsi didasarkan pada senyawa selulosa asetat. Hasil spektrum inframerah dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Pengamatan terhadap spektrum inframerah menunjukkan perubahan tinggi dan besar puncak serapan inframerah pada bilangan gelombang 3448,72 cm^{-1} untuk selulosa asetat dan 3444,87 cm^{-1} untuk pulp dissolving limbah

rami, bilangan gelombang tersebut mengindikasikan gugus OH dari selulosa CH stretching telah mengalami perubahan. Serapan inframerah yang paling spesifik untuk selulosa asetat ini adalah timbulnya puncak serapan dengan bilangan gelombang 1753,29 cm^{-1} . Hal ini menunjukkan adanya gugus C=O dari gugus asetil, -O (C=O)CH₃. Adanya gugus asetil memberikan kesimpulan penting tentang unsur fungsional dalam struktur selulosa asetat. Perubahan pada gugus fungsi dari selulosa, dimana sebagian gugus OH telah disubstitusi oleh gugus asetil -O (C=O)CH₃ dapat dikatakan bahwa proses asetilasi telah terjadi.

Pembuatan Membran Selulosa Asetat

Selulosa asetat merupakan salah satu pilihan utama sebagai bahan dasar membran asimetrik baik untuk osmosa balik, ultrafiltrasi, dan mikrofiltrasi. Pembuatan membran selulosa asetat dilakukan dengan cara *inverse fasa* melalui proses pencelupan (Loeb dan Saurirajan). Membran yang dihasilkan berstruktur asimetrik terdiri dari 2 lapisan, lapisan atas yang tipis, lapisan bawah didukung oleh substruktur berpori.

Tahapan pembuatan membran dengan cara pencelupan adalah dengan pembuatan larutan polimer yang homogen dengan kekentalan tertentu, kemudian larutan polimer dicetak sebagai lapisan tipis, dilakukan penguapan, pengendapan polimer dengan cara pencelupan pada suhu *annealing* untuk menyusutkan ukuran pori.

Tahapan diatas akan berpengaruh terhadap karakteristik akhir membran yang terlihat dari nilai fluks (l/j.m^2) dan rejeksi (%) selain itu faktor komposisi larutan cetak juga akan mempengaruhi karakteristik dan struktur membran.

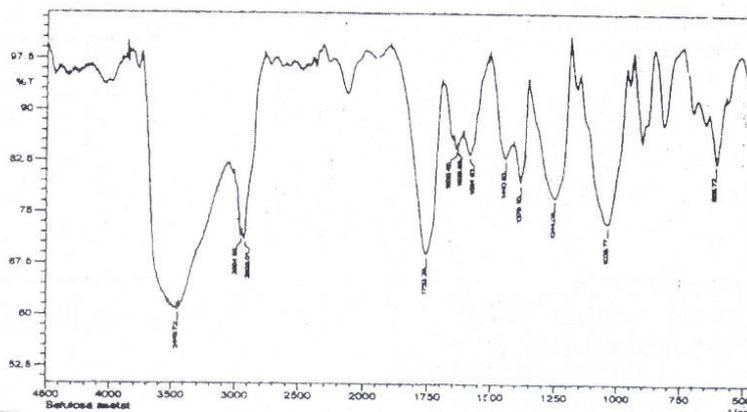
Pengaruh Komposisi Selulosa Asetat terhadap Rejeksi (%) dan Fluks Air (l/j.m^2).

a. Membran Dari Selulosa Asetat Komersial

Pengaruh komposisi selulosa asetat terhadap rejeksi (%) dan fluks air (l/j.m^2) dapat dilihat pada Grafik 3 dan Grafik 4

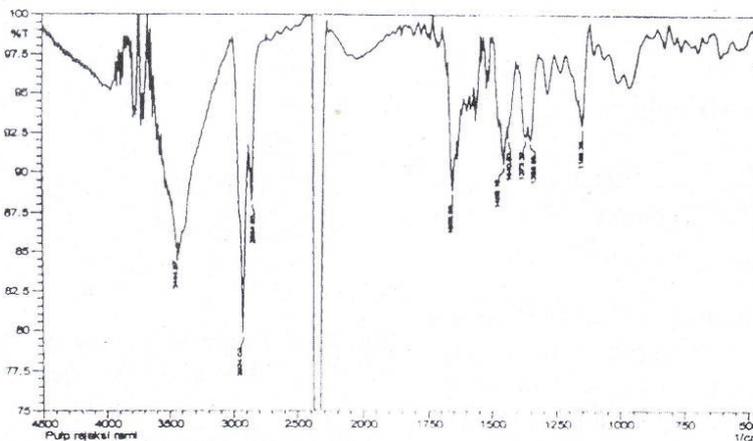
Dari Grafik 3 dapat dilihat bahwa dengan meningkatnya penggunaan selulosa asetat dari 12%, 13%, 14% maka rejeksi akan meningkat pula dari 24,4%; 90,1% sampai 95%. Terjadinya peningkatan

Pembuatan Selulosa Asetat Dari Limbah Rami dan Prospeknya...
 Yuniarti PK, Krisna Adhitya W, Teddy K, Yusup Setiawan



Gambar 1. Hasil Serapan Spektrum Inframerah Selulosa

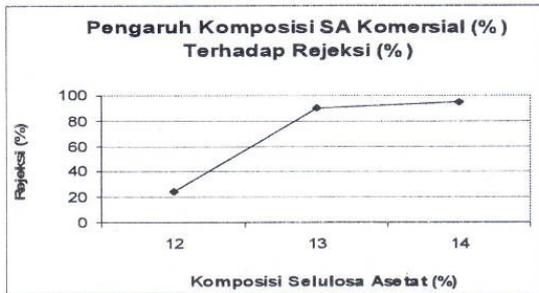
Pulp Reject Rami



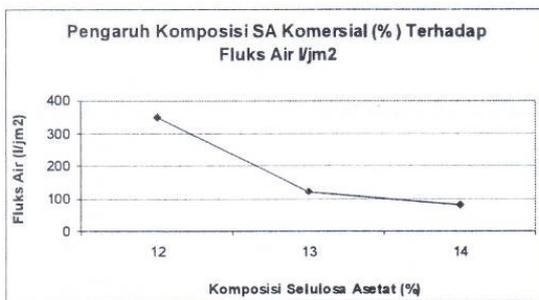
Gambar 2. Hasil Serapan Spektrum Inframerah Pulp Dissolving

Tabel 2. Hasil Spektra Inframerah Pulp Dissolving Limbah Rami dan Selulosa Asetat

Pulp Dissolving Limbah Rami		Selulosa Asetat	
(cm-1)	Gugus Fungsi	(cm-1)	Gugus Fungsi
3444.87	Gugus OH CH stretching gugus	3448.72	Gugus OH CH stretching gugus
2924.09	metil/metilen	2954.95	metil/metilen
1656.85	Vibrasi ulur C=O	1753.29	Vibrasi ulur C=O
1458.18	Vibrasi Kerangka aromatik	1581.63	Vibrasi kerangka aromatik
1355.96	Vibrasi kerangka asimetrik	1379.1	Vibrasi kerangka asimetrik
1155.36	CO Stretching	1244.09	CO Stretching
-	-	1035.77	Vibrasi ulur CO alkohol
-	-	603.72	Vibrasi tekuk CH



Grafik 3. Pengaruh Komposisi Selulosa Asetat Komersial (%) Terhadap Rejeksi (%)



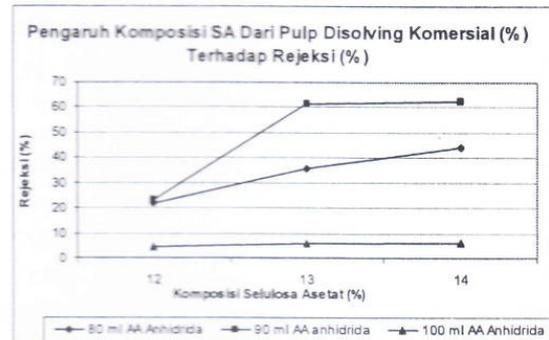
Grafik 4. Pengaruh Komposisi Selulosa Asetat Komersial (%) Terhadap Fluks Air (l/jm²)

rejeksi menunjukkan bahwa membran yang diperoleh mempunyai kemampuan menahan spesi lebih besar. Sedangkan pada Grafik 4 terlihat semakin tinggi penggunaan selulosa asetat maka semakin menurun fluks air dari membran yang diperoleh. Fluks air yang terendah diper-oleh sebesar 82,5 l/j.m² terjadi pada penggunaan selulosa asetat 14%. Penurunan fluks air sebaiknya terjadi seiring dengan peningkatan koefisien rejeksi dari membran.

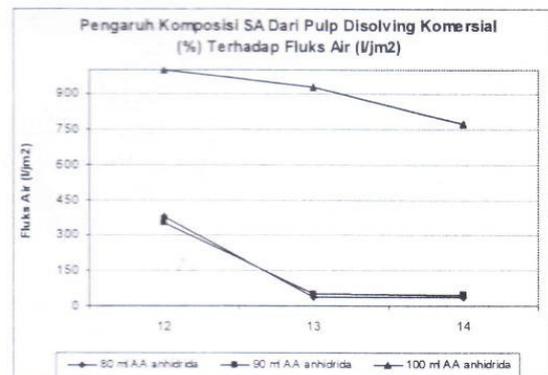
Kondisi terbaik terjadi pada peng-gunaan komposisi selulosa Aseton:asetat: Formamid = 14%:30%:56%.

b. Membran Selulosa Asetat dari Pulp Disolving Komersial

Pengaruh komposisi selulosa asetat dari pulp disolving komersial terhadap rejeksi (%) dan fluks air (l/j.m²) dapat dilihat pada Grafik 5 dan Grafik 6



Grafik 5. Pengaruh Komposisi SA dari Pulp Disolving Komersial (%) Terhadap Rejeksi (%)

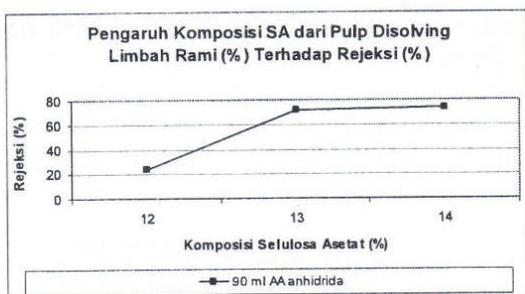


Grafik 6. Pengaruh Komposisi SA dari Pulp Disolving Komersial (%) Terhadap Fluks Air (l/jm²)

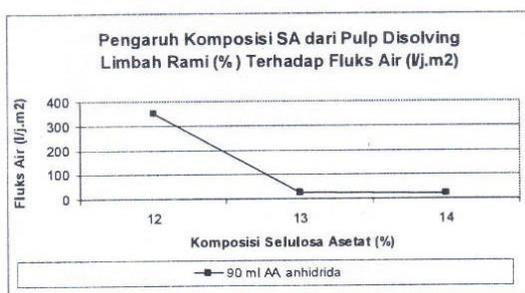
Dari Grafik 5 dan Grafik 6 dapat dilihat bahwa penggunaan komposisi selulosa asetat dari pulp disolving komersial sebanyak 14% menghasilkan rejeksi yang tertinggi. Dari ketiga variasi pemakaian anhidrida asam asetat pada pembuatan selulosa asetat sebagai bahan membran, ternyata pemakaian sebanyak 90 ml anhidrida asam asetat adalah kondisi yang optimum. Rejeksi (%) yang diperoleh sebesar 62,4% dan fluks air sebesar 43,8 l/j.m².

C. Membran Selulosa Asetat Dari Pulp Disolving Limbah Rami

Pengaruh komposisi selulosa asetat dari pulp disolving limbah rami terhadap rejeksi (%) dan fluks air (l/j.m²) dapat dilihat pada Grafik 7 dan 8.



Grafik 7. Pengaruh Komposisi SA dari Pulp Disolving Limbah Rami (%) Terhadap Rejekt (%)



Grafik 8. Pengaruh Komposisi SA Dari Pulp Disolving Limbah Rami (%) Terhadap Fluks Air (l/j.m2)

Dari Grafik 7 dan 8 terlihat kondisi optimum terjadi pada penggunaan komposisi selulosa asetat dari pulp dissolving limbah rami sebesar 14% dengan kondisi pembuatan selulosa asetat pada pemakaian anhidrida asam asetat sebanyak 90 ml. Hasil analisa rejeksi dan fluks air untuk kondisi optimum membran selulosa asetat dari pulp dissolving limbah rami adalah 74,2 % untuk rejeksi, dan 22,92 l/j.m² untuk fluks air.

Jika dilihat pada kondisi optimum dari persen rejeksi membran selulosa asetat PDLR sebesar 74,2% cukup tinggi jika dibandingkan dengan persen rejeksi untuk membran selulosa asetat PDK yaitu sebesar 62,4%. Hal ini menunjukkan bahwa perselektifitas membran tersebut atau ukuran kemampuan suatu membran untuk menahan suatu spesi itu cukup baik. Fluks air membran selulosa asetat PDLR sebesar 22,92 l/j.m² masih rendah jika dibandingkan dengan membran selulosa asetat PDK yaitu sebesar 43,8 l/j.m². Rendahnya permeabilitas atau kecepatan suatu spesi menembus membran

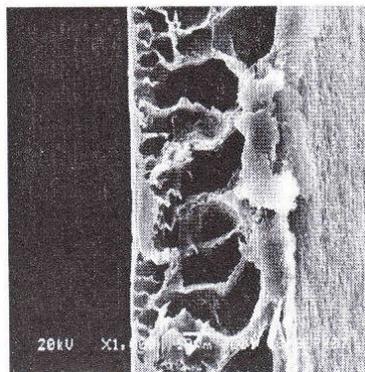
sangat dipengaruhi oleh jumlah pori, ukuran pori, ketebalan membran, dan tekanan yang dioperasikan. Ukuran pori ditentukan oleh komposisi pemakaian material pembentuk membran yang digunakan sebagai pengatur ukuran pori. Selain itu, faktor-faktor lain yang saling mempengaruhi mulai dari material pembentuk selulosa asetat, pulp dissolving sampai pengaruh pemakaian bahan baku. Hal ini dapat ditelusuri dan ditingkatkan optimasi proses pembuatannya, untuk menghasilkan produk membran yang lebih baik. Jika dibandingkan dengan produk membran selulosa asetat dari SA komersial, membran selulosa asetat dari SAPDK yang diperoleh, membran selulosa asetat dari SAPDLR mempunyai potensi yang cukup baik untuk dikembangkan dalam menunjang pengembangan industri selulosa di Indonesia.

Hasil Analisa SEM Membran Selulosa Asetat Jenis Ultrafiltrasi

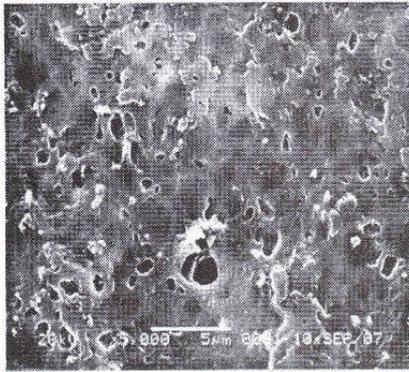
SEM (*Scanning Electron Microscope*) merupakan salah satu teknik karakterisasi yang banyak digunakan dalam bidang membran. Salah satu karakterisasi yang digunakan dalam penelitian ini untuk melihat penampang permukaan, penampang lintang, diameter pori dan struktur pori.

a. Hasil Analisa SEM Membran Selulosa Asetat dari Selulosa Asetat Komersial

Citra penampang lintang (*cross section*) yang diperbesar 1000x dapat dilihat pada Gambar 3, sedangkan citra penampang permukaan yang diperbesar 5000x dapat dilihat pada Gambar 4.



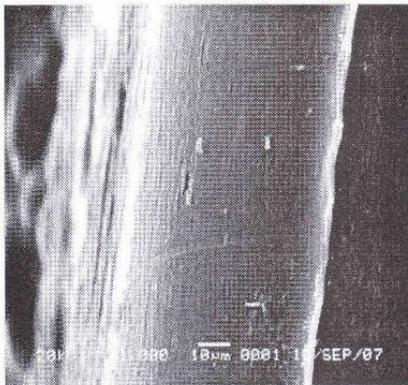
Gambar 3. Citra Penampang lintang diperbesar 1000x.



Gambar 4. Citra Penampang Permukaan diperbesar 5000x

b. Hasil Analisa SEM Membran Selulosa Asetat dari Pulp Disolving Komersial.

Citra Penampang lintang diperbesar 1000x dapat dilihat pada Gambar 5. Citra penampang permukaan diperbesar 5000 x dapat dilihat pada Gambar 6



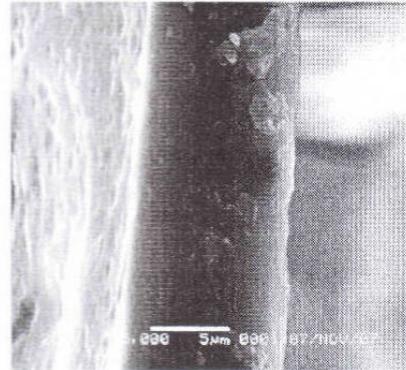
Gambar 5. Citra Penampang Lintang diper-besar 1000x



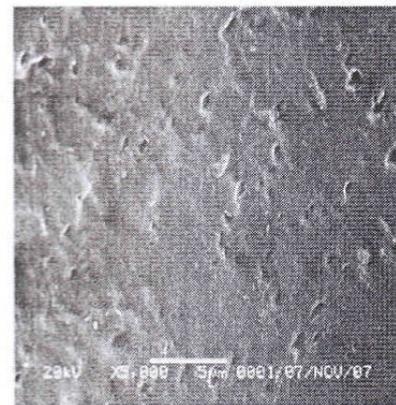
Gambar 6. Citra Penampang Permukaan diper-besar 5000x

C. Hasil Analisa SEM Membran Selulosa Asetat Dari Pulp Disolving Limbah Rami

Citra penampang lintang dan permukaan dengan pembesaran 5000 x dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8.



Gambar 7. Citra Penampang Lintang Diperbesar 5000x



Gambar 8. Citra Penampang Permukaan Diperbesar 5000x

Bentuk pori membran selulosa asetat menyerupai jaring yang terlihat pada gambar penampang lintang. Struktur pori, ukuran diameter pori dapat terukur dari citra penampang permukaan. Dari citra penampang permukaan membran SA diperoleh ukuran diameter pori sebesar rata-rata antara $0,08 \mu\text{m} - 0,1 \mu\text{m}$. Ukuran ketebalan membran yang diperoleh masing-masing untuk membran SAUF dari SAK, membran SAUF dari SAPDK dan membran SAUF dari SAPDLR berkisar antara $0,075-0,09 \mu\text{m}$; $0,1-0,13 \mu\text{m}$ dan $0,12-0,15 \mu\text{m}$.

Ditinjau berdasarkan evaluasi, karakteristik dan fungsinya, membran tersebut sudah memenuhi kriteria jenis membran ultrafiltrasi.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut,

1. Berdasarkan pengamatan terhadap reaksi asetilasi dan serapan spektrum inframerah menunjukkan bahwa limbah rami memberikan potensi cukup tinggi sebagai bahan baku pulp dissolving untuk pembuatan selulosa asetat sebagai bahan membran.
2. Kondisi optimum pembuatan selulosa asetat dari pulp dissolving komersial dan pulp dissolving limbah rami, terjadi pada pemakaian reagen asetilasi (anhidrida asam asetat) sebanyak 90 ml / 30 gram berat basah dari 10 gram berat kering pulp atau rasio reagen hidrolisa/reagen Asetilasi sebesar 0,33 mol/mol. Kadar asetil yang diperoleh masing-masing 39,19% dan 38,54%, sedangkan selulosa asetat komersial untuk bahan membran yang digunakan sebagai pembanding adalah sebesar 39,8%.
3. Kondisi optimum pembuatan membran dari selulosa asetat komersial, membran selulosa asetat dari pulp dissolving komersial dan membran selulosa asetat dari pulp dissolving limbah rami terjadi pada kondisi komposisi selulosa asetat:formamid:aseton = 14% : 30% : 56%, dengan masing-masing hasil rejeksi 95% ; 62,4%; 74,2% dan fluks air 82,5 l/j.m²; 43,8 l/j.m²; 22,92 l/j.m².
4. Hasil analisa SEM membran selulosa asetat yang diperoleh termasuk membran asimetrik karena mempunyai ukuran struktur pori yang tidak homogen, kulit membran tipis dan rapat. berdasarkan karakteristik dan fungsinya membran yang diperoleh sudah sesuai dengan kriteria termasuk membran ultrafiltrasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Syed, Boblak, Paul, Capili, Efrem, Milidovich, Stanislav. 2008. Membrane Separation And Ultrafiltration. CHE-396 Senior Design. <http://vienna.che.uic.edu/teaching/che396/sep/Proj/FinalReport.pdf>
- Anonim.; 2008 *Membrane Processing*. University of Guelph. <http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/membrane.html>
- Anonim. 2008 ; Cellulose Acetate Project. National Library Of Australia. <http://www.nla.gov.au/anica/cellulose.pdf>
- Baker,R.W., 2000. Cellulosic Membranes. in: membrane. Technology and Application, Mc.Graw-Hill Co., Inc, New York,
- Basta,A.H.,El-Saied,H.,2003. Elberry,M. Cellulose membranes for reverse osmosis.part II. Improving RO membranes prepared from non-woody cellulose, Desalination
- Billmeyer, F.W., 1994. ; *Text book of Polimer Science* 3rd edition, John Wiley & Sons, : New York
- Brady, J.A., 1996. *General Chemistry Principles&Structure*, 5th edition, John Wiley & Sons, : New York
- Falconer, J,L; Noble, R.D,. Sperry, D.P. 1995. Membrane Separation Technology, Principal and Application, Elsevier Science B.V, Amsterdam
- Febrina, W., Radiman C.L.,2006. Determination of optimum composition of cellulose acetat membrane for microfiltration process, in Proceedings of the internationalconference on mathematics and natural sciences. Bandung, 29 – 30 November
- Fengel, D., Wegener. G, 1998. *Wood Chemistry, Ultrastructure, Reactions*, Walter de gruyter & Co, : Berlin,
- Kamide,K., Terakawa, T., Miyazaki, Y. 1979. Thea viscometric and light-scattering determination of dilute solution properties of cellulose diacetate, Polym.J. 11,.

- Kim J.H., Kim C.K., 2005 . Ultrafiltration membranes prepared from blends of polyethersulfone and poly (1-vinylpyrrolidone- CO-styrene) copolymers, *J.membr. Sci.* 262
- King, J.C; Separation Processes Based on Reversible Complexion, Separation Technology. Rousseau (ed),CRC, 1999
- Mulder, M. 1996. *Basic Principles of Membran Technology*, Kluwer academic Publisher,;New York
- Radiman C.L., Wafiroh, S.,2005. Preparation of cellulose acetate membrane from Abaca pulp (*Musa textilis*) in : Proceedings of the sixth ITB – UKM Joint Seminar on Chemistry, Bali, 17 – 18 May 2005
- Ray.L. Whistler, ; *Method in Carbohydrate Chemistry, Vol III*, academic Press Publishing,: New York and London, 1993.
- Rautenbach, R.,Albrecht, R., ; *Membrane Processes*, John Willey & Sons, : New York, 1998.
- Sivakumar, M. , Mohan D.R., Rangarajan, R.,2006. Studies on cellulose acetate-polysulfone ultra-filtration membrane .II. Effect of additive concentration . *J. Membrane. Sei* 268
- Victor, H. et all; *Acetic Acid and its Derivatives*, Marcel Dekker, inc,:New York, Basel, Hongkong, 1989, p.241-2
- Wikipedia. Cellulose Acetate. 2008
http://en.wikipedia.org/wiki/Cellulose_acetate#Acetate_fiber_and_triacetate_fiber
- Yuniarti. PK. Selulosa Asetat Ramah Lingkungan, Prosiding Seminar Nasional II Plastik Dan Lingkungan, Yogyakarta, 1998
- Yuniarti. PK., 2002. Penentuan kondisi optimum pembuatan selulosa asetat untuk bahan membran, Prosiding Seminar Teknolgi Pulp dan Kertas, Bandung,
- Zaidi S.K., Kumar, A., 2004. Effects of ethanol concentration on flux and gel formation in dead end ultrafiltration of PEG and dextran, *J.Membrane*, 237
-