

PEMBUATAN MEMBRAN SELULOSA ASETAT DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

Alfian Putra)*, *Irwan*)*

¹Department of Chemical Engineering, Lhokseumawe State Polytechnic, Lhokseumawe City

*Email: alfianputra@pnl.ac.id

ABSTRACT

Membran selulosa asetat dapat dibuat dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), dengan mengkonversi TKKS menjadi pulp, dilanjutkan dengan pembentukan selulosa asetat yang akan dibuat menjadi membran. Proses pembuatan selulosa asetat dari pulp TKKS adalah dengan melakukan reaksi asetilasi selulosa, yaitu menggunakan asetat anhidrat dan asetat glasial. Metode yang digunakan adalah dengan cara inversi fasa. Kondisi optimum pada proses asetilasi didapat pada suhu 100°C dengan kadar selulosa asetat 61,4% dan kadar asetil 36,39%. Temperatur dan waktu pengadukan berpengaruh terhadap kekuatan tarik dan elongasi membran. Kekuatan tarik dan elongasi membran terbaik didapat pada kadar asetil 36,32% dengan kekuatan tarik 4,61 kgf/cm² dan elongasi 5,23%.

Kata Kunci: Pulp, asetil, inversi fasa, membran selulosa asetat.

PENDAHULUAN

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan limbah industri yang dihasilkan dalam jumlah besar oleh pabrik minyak kelapa sawit di Indonesia. Jumlah tandan kosong kira-kira 27 % massa tandan buah segar atau hampir sama dengan jumlah produk minyak sawit. Kandungan lignoselulosa tandan kosong kelapa sawit setara dengan bahan non kayu yang umumnya digunakan sebagai bahan baku pulp. Tingginya kandungan selulosa asetat yang merupakan suatu ester organik penting, dapat dimanfaatkan dalam industri tekstil, fotografi, *tape recorder*, filter rokok dan juga sebagai bahan pembuat membran yang saat ini sedang berkembang di Indonesia.

Teknologi pemisahan dengan menggunakan membran sebagai filter telah banyak digunakan baik di laboratorium maupun di industri. Filtrasi dengan menggunakan membran mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan metoda pemisahan konvensional, antara lain: (1) pemisahan dapat dilakukan pada suhu kamar sehingga relatif hemat energi, (2) tidak memerlukan bahan kimia tambahan sehingga relatif lebih bersih dan ramah lingkungan. Keberhasilan teknik pemisahan dengan menggunakan membran sangat dipengaruhi oleh desain teknis dan aspek teknis kimianya. Membran yang umum digunakan pada proses filtrasi dan absorpsi biasanya dibuat dari: (1)

polimer alami dan modifikasinya seperti selulosa dan turunannya (selulosa asetat, selulosa nitrat,

dan lain lain), dan (2) polimer sintetis seperti poliamida dan polisulfon. Jenis bahan baku dan cara proses pembuatan membran akan berpengaruh terhadap karakteristik membran.

Berdasarkan keunggulan sifat fisik dan kimia yang dihasilkan oleh membran yang berasal dari selulosa asetat maka diperlukan penelitian untuk memanfaatkan sumber tersebut dari tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan baku pembuatan membran.

METODE PENELITIAN

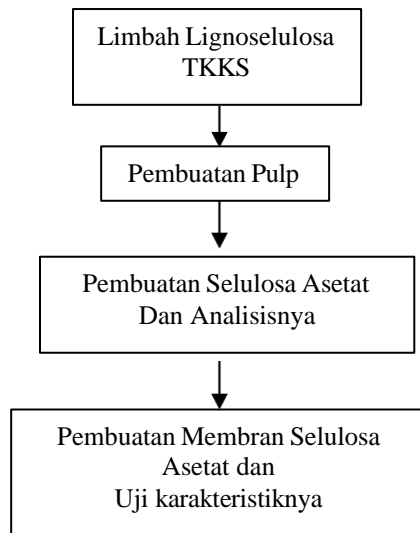
a. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pulp tandan kosong kelapa sawit, asam asetat glasial, asam anhidrida, asam perklorat, etanol, aquades, aseton 90%, asam sulfat, dan formamida.

Peralatan yang digunakan adalah reaktor bertekanan (*autoclave*), sentrifuse, alat penyaring celah, pemanas listrik, alat-alat kaca, pengaduk bermagnet dan batang pengaduk, neraca, alat penghancur, termometer, dan lempeng kaca.

b. Metode

Penelitian ini mencakup tiga kegiatan utama yaitu percobaan pembuatan pulp TKKS skala laboratorium, percobaan pembuatan selulosa asetat skala laboratorium, dan percobaan pembuatan membran selulosa asetat skala laboratorium. Skema tahapan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Pelaksanaan penelitian

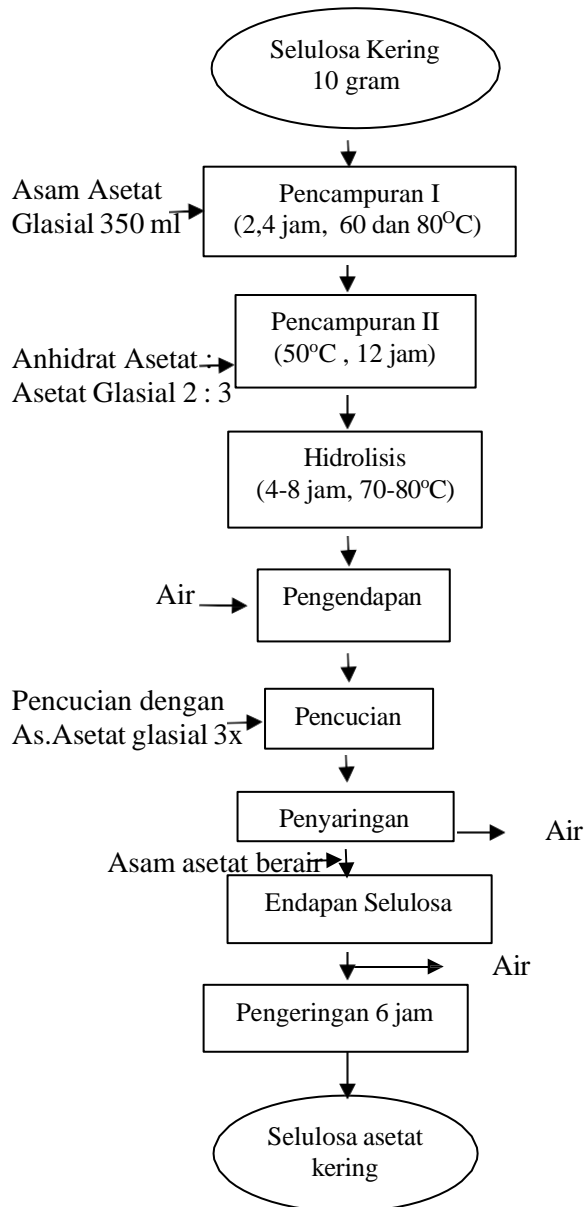
Pembuatan Pulp TKKS

Pembuatan pulp terdiri dari tiga tahap yaitu pemasakan, penyaringan, dan pencucian. Sebelum pemasakan, bahan baku TKKS dianalisa kadar airnya. Penentuan kadar air bertujuan untuk menentukan jumlah contoh serpih TKKS (berdasarkan kering oven) dan kebutuhan larutan pemasak yang digunakan. Pemasakan (proses delignifikasi). Pemasakan dilakukan dengan kondisi berikut:

- Pemasakan dilakukan dalam reaktor bertekanan (*autoclave*) dengan pemanas listrik yang dapat dikendalikan dengan ukuran bahan baku 1-2 cm (Auda, 1999).
- Rasio larutan pemasak dan limbah lignoselulosa (TKKS) adalah 4:1 (4 liter larutan pemasak untuk 1 kg serpih TKKS kering oven) (Wirman, 1995).
- Perbandingan asam asetat dan HCl adalah 6:1 (Wirman 1995).
- Waktu pemasakan 4 jam, yang terdiri dari 2 jam waktu mencapai suhu maksimum (Wirman, 1995).
- Waktu pemanasan untuk mencapai kondisi isothermal yaitu 45 sampai dengan 60 menit (Auda, 1999).

Pembuatan Selulosa Asetat

- Sampel pulp tandan kosong sawit dihaluskan menjadi serbuk halus dan ditimbang 10 gr, kemudian ditambahkan 350 ml asam asetat glasial dan 3 ml HClO₄, diaduk selama 1 jam pada suhu 60°C.



Gambar 2. Proses Pembuatan Selulosa Asetat

- 10 ml anhidrida asetat dalam 15 ml asam asetat glasial dan 1 ml HClO₄ diaduk selama 30 menit, kemudian ditambahkan ke campuran 1, diaduk selama 12 jam pada suhu kurang dari 50°C.
- Campuran kemudian di saring, residu dicuci dengan asam asetat glasial sebanyak 3 kali (filtrat seluruhnya dikumpulkan)
- Residu ditambahkan asetat berair, untuk menghilangkan sisa anhidrida asetat,

disaring dan dicuci dengan air destilat dilanjutkan dengan alkohol.

- Filtrat ditambahkan asetat berair, kemudian dibiarkan bereaksi untuk menghidrolisa sebagian asetilasi selama 4-8 jam pada suhu 70 – 80°C, kemudian air destilat untuk mengendapkan selulosa asetat, disaring dan dicuci dengan alkohol.
- Hal sama dilakukan pada suhu 80°C, 100°C dan waktu perlakuan awal (1, 2, 4) jam.
- Berat hasil setiap perlakuan dihitung.

c. Parameter Uji

Parameter yang diuji pada penelitian ini adalah kadar asetil atau asam asetat, titik leleh, karakteristik membran selulosa asetat (kekuatan tarik dan elongasi).

Pembuatan membran selulosa asetat

Proses pembuatan membran selulosa asetat dilakukan setelah diperoleh selulosa asetat berdasarkan proses pada Gambar 2. Selulosa asetat yang dihasilkan dilakukan penambahan

Tabel 1. Pengaruh temperatur dan waktu pengadukan terhadap berat selulosa asetat

Temperatur Pengadukan (°C)	Waktu Pengadukan (jam)					
	1		2		3	
	Berat (gr)	%	Berat (gr)	%	Berat (gr)	%
60°C	8,2	82	8,06	80,6	7,42	74,2
80°C	6,96	69,6	6,69	66,9	6,66	66,6
100°C	6,15	61,5	6,14	61,4	6,17	61,7

Tabel 2. Pengaruh temperatur dan waktu ekstraksi terhadap kadar asetil dalam selulosa asetat

Temperatur (°C)	Waktu Ekstraksi (jam)	Kadar Asetil (%)
60	1	32,58
	2	32,61
	4	32,64
80	1	34,93
	2	35,76
	4	35,85
100	1	35,69
	2	36,39
	4	36,32

Tabel 3. Pengaruh temperatur dan waktu pengadukan terhadap titik leleh selulosa asetat

Temperatur Pengadukan (°C)	Titik Leleh Waktu Pengadukan		
	1 Jam	2 Jam	4 Jam
	60	355°C	350°C
80	341°C	338°C	336°C
100	340°C	337°C	334°C

aseton 48% dan formamida 27%, diaduk selama 5 jam. Hasilnya dicetak ke dalam cetakan plat kaca. Selanjutnya dipresipitasi pada suhu maksimum 5°C, *debuling* 24 jam dan *annealing* pada suhu 90°C selama 10 menit sehingga dihasilkan membran selulosa asetat.

HASIL PENELITIAN

Hasil pengamatan pembuatan selulosa asetat dari pulp tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dengan waktu dan temperatur yang divariasikan serta pembuatan membran selulosa asetat dapat dilihat pada Tabel 1 – Tabel 5.

Tabel 4. Pengaruh temperatur pengadukan terhadap kekuatan tarik dan elongasi membran selulosa asetat

Temperatur Pengadukan (°C)	Kadar Asetil (%)	Kekuatan Tarik (Kgf/cm ²)	Elongasi (%)
60	32,58	2.17	3.778
	32,61	2.28	3,879
	32,64	2.65	4,87
80	34,93	2.39	3,987
	35,76	3.24	4,432
	35,85	3.97	5,123
100	35,69	2,95	4,986
	36,39	3,97	5,098
	36,32	4.61	5,231

Kondisi Pengujian:

Beban 100 kgf

Kecepatan 10 mm/menit

Sumbu X 0,5 Mv/cm

Sumbu Y 0,5 Mv/cm

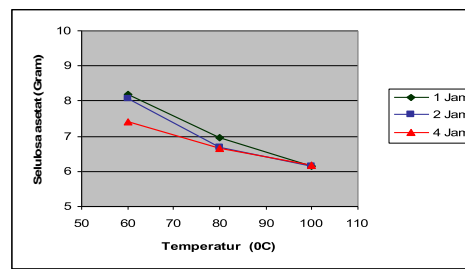
Tabel 5. Hasil analisis kadar air dan penyerapan air berdasarkan variasi temperatur pengadukan

Temperatur Pengadukan (°C)	Kadar Asetil (%)	Kadar Air (%)	Kadar Penyerapan Air (%)
60	32,58	2,1	36,363
	32,61	2,08	36,423
	32,64	2,12	36,657
80	34,93	2,14	37,435
	35,76	2,13	37,425
	35,85	2,14	37,443
100	35,69	2,15	37,451
	36,39	2,14	37,546
	36,32	2,14	37,768

PEMBAHASAN

Pengaruh suhu dan waktu pengadukan terhadap kuantitas selulosa asetat

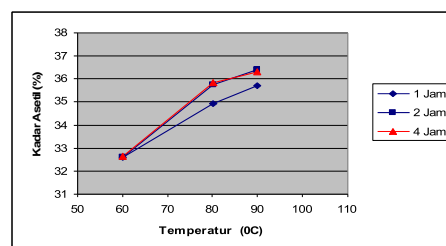
Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa pada temperatur 100°C cenderung didapatkan berat selulosa asetat yang sama dengan semakin meningkatnya waktu. Pada waktu yang sama, semakin tinggi suhu, persentase selulosa asetat yang dihasilkan juga semakin menurun. Hal ini menunjukkan proses ekstraksi semakin baik seiring dengan penambahan suhu, sebab menurut Darnoko (1990) kadar selulosa dalam Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) hanya 45,95%. Jadi temperatur ekstraksi pada 100°C bukanlah waktu yang maksimal untuk mengekstrak lignin dan hemiselulosa. Sedangkan lama pengadukan tidak berpengaruh terhadap rendemen selulosa asetat yang dihasilkan.



Gambar 3. Pengaruh suhu dan waktu terhadap hasil selulosa asetat

Pengaruh Suhu dan Waktu Ekstraksi Terhadap Kadar Asetil yang Dihasilkan

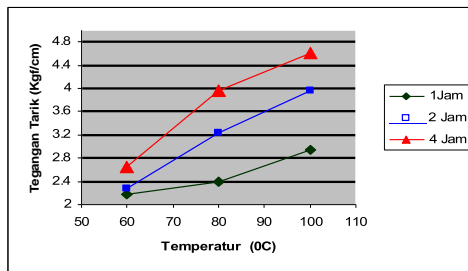
Kadar asetil yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh temperatur ekstraksi dan waktu pengadukan. Karena proses pembuatan selulosa asetat dari TKKS merupakan reaksi asetilasi selulosa dengan menggunakan asetat anhidrat dan asam asetat glasial, untuk pemurniannya lebih cenderung dengan suhu tinggi. Dengan kondisi panas maka akan lebih cenderung menghasilkan selulosa murni sebab pada suhu tinggi proses hidrolisis yang terjadi akan lebih cepat. Hidrolisis itu bertujuan menghilangkan sebagian gugus asetil dari selulosa tersier dan menurunkan kombinasi ester sulfat asam, sehingga meningkatkan stabilitas termal asetat dan selulosa asetat yang dihasilkan lebih murni.



Gambar 4. Pengaruh temperatur dan waktu ekstraksi terhadap kadar asetil yang dihasilkan.

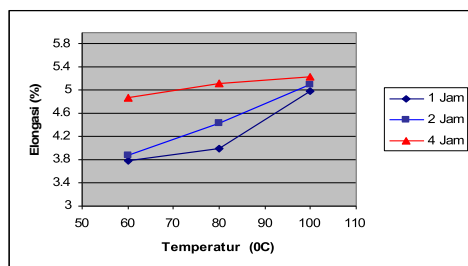
Titik leleh yang dihasilkan paling baik adalah pada waktu ekstraksi 4 jam dan suhu 100 °C yaitu 334 °C, sedangkan titik leleh selulosa asetat yang ada di pasaran adalah 300°C. Hal ini menunjukkan masih terdapatnya senyawa lain, sehingga berpengaruh terhadap titik leleh. Seiring dengan peningkatan suhu ekstraksi maka titik leleh yang dihasilkan mendekati titik leleh selulosa asetat di pasaran.

Pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap kekuatan tarik membran



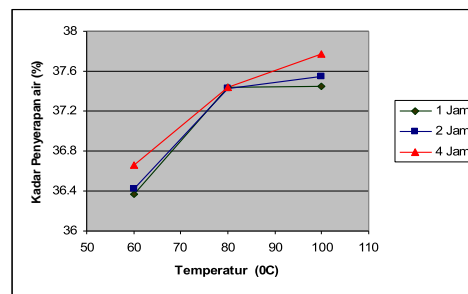
Gambar 5. Pengaruh temperatur dan waktu ekstraksi terhadap kekuatan tarik membran

Kekuatan tarik membran (Gambar 5 dan Tabel 4) terlihat sangat dipengaruhi oleh kadar asetil dan temperatur ekstraksi pembuatan selulosa asetat. Semakin tinggi suhu dan persentase asetil maka semakin tinggi kekuatan tarik dari membran yang dihasilkan, demikian juga dengan persentase elongasi (Gambar 6) dari membran selulosa asetat. Kekuatan tarik dan elongasi semakin besar dengan bertambahnya suhu dan kadar asetil, hal ini disebabkan adanya interaksi molekul air dengan gugus hidroksil pada rantai molekul selulosa yang membentuk ikatan hidrogen dan cenderung terjadi pada suhu tinggi. Gugus hidroksil ini di samping mempengaruhi struktur supramolekuler, juga sangat mempengaruhi sifat fisik dan kimianya.



Gambar 6. Pengaruh temperatur dan waktu terhadap elongasi membran selulosa asetat

Pengaruh Suhu terhadap Kadar Penyerapan Air Membran Selulosa Asetat



Gambar 7. Pengaruh temperatur dan waktu ekstraksi terhadap kadar penyerapan air membran selulosa asetat.

Dari data pada Tabel 5 dan Gambar 8 terlihat bahwa adanya kemampuan penyerapan air membran selulosa asetat dalam keadaan kering. Suhu ekstraksi berpengaruh terhadap laju penyerapan air. Kecenderungannya memperlihatkan semakin tinggi suhu maka semakin tinggi pula persentase penyerapan air. Hal ini disebabkan hidroksil yang terbentuk lebih baik pada suhu tinggi. Gugus hidroksil dapat berikatan dengan molekul air. Ikatan ini dapat terjadi baik dengan molekul tunggal atau sekelompok molekul air.

Sedangkan kadar air dari setiap membran yang dihasilkan cenderung sama, hanya ada sedikit perbedaan, hal ini disebabkan tingkat ketebalan pada proses pembuatan membran dalam plat kaca kurang sempurna.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan:

1. Selulosa asetat dapat dibuat membran selulosa asetat asimetrik dengan cara inversi fasa
2. Kondisi optimum untuk proses asetilasi didapat pada suhu 100°C dengan kadar selulosa asetat 61,4% dan kadar asetil 36,39%.
3. Temperatur dan kadar asetil yang tinggi mempengaruhi kualitas membran selulosa asetat. Semakin tinggi temperatur ekstraksi dan kadar asetil maka karakteristik membran akan lebih baik.
- 4.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya, temperatur ekstraksi pada pembuatan selulosa asetat dapat dilakukan di atas 100°C untuk menghasilkan kualitas membran yang lebih baik dan analisa karakteristik membran dapat dilakukan dengan pengujian tingkat pemisahan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] AOAC, 1995, *Official Methode of Analysis of Asosiationof Official Analytical Chemistry*, Washington DC.
- [2] ASTM, 1988, *Annual Book of American Society for Tersting and Material*, Philadelphia.
- [3] Andrson, J. dan A.Porteus, 1978, *A.Review of Developments in the Acid Hydrolisis of Cellulose Wastes*, Proc.Instn. Mech. Engineers 201:117-123.
- [4] Aspiyanto dkk, 1998, *Pengaruh Suhu Pembentukan Gel Terhadap Kinerja Memberan Osmosis balik selulosa Asetat*, Prosiding Simposium Nasional Polimer, Himpunan Polimer Indonesia.
- [5] Auda N, dan M. Faisal, 1999, *Proses Delignifikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Asam Asetat*, Penelitian Dosen Muda Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Unsyiah, Banda Aceh.
- [6] Brocks, T.D, 1983, *Membrane Filtration: A User's Guide and Reverence Manual*, Science Technology Inc, Madison.
- [7] Casey, 1960, *Pulp and Paper*, Vol I dan II, Interscience Publisher Inc, New York.
- [8] Darnoko, 1990, *Pengaruh Konsentrasi Asam dan Waktu terhadap Hidrolisis Hemiselulosa Tandan Kosong Kelapa sawit*, Menara Perkebunan, 58(4): 115-121.
- [9] Engelhardt, 1995, *Source, Industrial Derivate and Commercial Application of Celluse*, Journal Carbohydrate, Germany.
- [10] Hakim, A.I. 1998, *Kajian Proses Pembuatan Polimer Selulosa Asetat dengan Menggunakan Nata de coco sebagai bahan dasar*. Skripsi. Teknologi Industri Pertanian. Fateta IPB, Bogor.
- [11] Kirk, R.E dan D.F. Othmer, 1993, *Encyclopedia of Chemical Technology*, Vol.3, Interscience Encyclopedia, New York.
- [12] Kennedy, J.F. 1987, *Wood and Cellulosics. Industrial Utilisation, Biotechnology Structure and Properties*, John Willey and Sons, New York.
- [13] Purwandari, Vivi, 2000, *Modifikasi Permukaan Serbuk Pulp Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Anhidrida Acetat*, Program Pasaca Sarjana USU Medan.
- [14] Wirman, 1995, *Pengaruh Suhu dan Konsentrasi HCl dalam Pemasakan terhadap Sifat Pulp Asetosolv Yang Dipucatkan dari Kayu Leda (Eucalyptus deglupta BI.)*. Skripsi. Teknologi Industri Pertanian, Fateta IPB, Bogor.
- [15] Yani, D, 2000, *Produksi dan Karakterisasi Memberan Mikrofiltrasi dari Selulosa Mikrobial*, Thesis Pasca Sarjana, Teknologi Industri Pertanian, Fateta IPB, Bogor.
- [16] Zeman, L.J, dan A.L Zydney, 1996, *Microfiltration and Ultrafiltration. Principles and Application*, Marcel Dekker Inc, New York.