

# PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI MEMBRAN SELULOSA ASETAT DARI SERAT DAUN NANAS UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH *PULP AND PAPER*

<sup>1</sup>Eka Putri Sriandriani, <sup>2</sup>Jhon Armedi Pinem, <sup>2</sup>Edy Saputra

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, <sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Kimia  
Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293

Ekaputri.sriandriani@student.unri.ac.id

## ABSTRACT

*The membrane is a selective and semipermeable thin layer between two phases, namely the feed phase and permeate phase. One of the ingredients for making membranes is cellulose acetate from pineapple leaf waste. The purpose of this research is to make cellulose acetate membrane using cellulose from pineapple leaf waste as the main raw material with composition variation and pressure variations. In this research uses variations in polymer cellulose acetate are 15% (w/w), 20% (w/w) and 25% (w/w) and pressure variations are 1 bar, 2 bar and 3 bar. The stages of making membranes are taking pineapple leaf fibers, making cellulose acetate, making cellulose acetate membrane and testing the mechanical properties of the membrane. At optimum condition, flux value was obtained 22.26 L/m<sup>2</sup>.h at 3 bar with cellulose acetate composition 25% w/w. While the highest rejection value was obtained at a membrane composition of 25% w/w with COD 81.12%, BOD 76.03% and TSS 77.91% at 3 bar pressure. If more cellulose acetate composition were used, the flux value will be decrease and the rejection will be increase. If pressure increase, rejection and flux value will get higher.*

**Keywords :** cellulose acetate, flux, membrane, rejection.

## 1. Pendahuluan

Nenas (*Ananas Commosus*) merupakan salah satu jenis buah dari daerah tropika yang banyak diminati oleh masyarakat dunia. Kabupaten Kampar merupakan salah satu sentra penanaman nenas di Provinsi Riau dengan produksi 74.389 ton (BPS Kampar, 2017). Umumnya tanaman nenas hanya dimanfaatkan buahnya saja, sedangkan bagian lainnya belum banyak digunakan. Padahal setiap kali panen, limbah terbesar dihasilkan oleh daunnya yaitu sebesar 90%, dimana daun nenas mengandung selulosa yang tinggi dengan lignin yang sangat kecil, yaitu 69,5-71,5% selulosa dan 4,4-4,7% lignin (Murdiyanto, 2017). Hal ini menjadikan daun nenas cukup potensial untuk dijadikan bahan baku pembuatan membran selulosa asetat.

Industri *pulp and paper* dalam menjalankan aktivitasnya menggunakan air dalam jumlah yang signifikan, bahkan menjadi komponen utama dan penentu kualitas produk. Konsumsi air yang besar menyebabkan industri menciptakan sejumlah besar air limbah. Proses *pulping* dan produksi kertas menghasilkan sejumlah besar polutan ketika limbah yang tidak diolah atau diolah dengan buruk dibuang ke badan air. Polutan yang terkandung dalam limbah

Kebanyakan industri *pulp and paper* mengolah limbah cair menggunakan proses biologi yaitu lumpur aktif. Namun keluaran dari proses ini tidak cukup bersih untuk digunakan kembali dalam memproduksi kertas dengan kualitas bagus bahkan untuk dibuang ke lingkungan, sehingga diperlukan proses tambahan. Teknologi membran merupakan pilihan

yang tepat dengan kemampuannya sebagai proses pemisahan yang sangat selektif untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi (Wenten, 2014). Membran dapat dibuat dari bahan polimer (organik dan anorganik). Salah satu polimer organik yang dapat dijadikan sebagai bahan baku dalam pembuatan membran adalah selulosa asetat (Anwar, 2006).

Istirokhatun (2015) telah melakukan penelitian mengenai isolasi selulosa dari enceng gondok yang selanjutnya diproses menjadi selulosa asetat untuk pembuatan membran. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan waktu penguapan pelarut yaitu 0, 5, 10, 15 detik dan variasi konsentrasi polimer SA yaitu 13%, 14%, 15%. Disimpulkan bahwa membran dengan kerja optimum diperoleh pada komposisi selulosa asetat 15%, PEG 5%, dan aseton 80% dengan waktu penguapan pelarut selama 10 detik. Karakterisasi membran diperoleh kinerja optimum meliputi fluks  $460,54 \text{ L.m}^{-2}.\text{jam}^{-1}$ , nilai rejeksi untuk kekeruhan dan asam humat sebesar 66,62% dan 64,28%. Konsentrasi polimer dan waktu penguapan memberi pengaruh terhadap nilai fluks dan rejeksi membran.

## 2 Metode Penelitian

### 2.1 Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi limbah *pulp and paper*, asam asetat glasial, asetat anhidrida, asam sulfat pekat, aquades, daun nanas, aseton, hidrogen peroksida, kalsium hidroksida, polietilen glikol (PEG), natrium azida, dan tawas.

### 2.2 Alat yang dipakai

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi mesin dekortikator, *hot plate* dan *magnetic stirrer*, gelas kimia (ukuran 50 ml, 250 ml, 1000 ml, dan 2000 ml), erlenmeyer 250 ml, statif dan klem, motor pengaduk, *impeller*, termometer, oven, cawan petri, batang pengaduk, neraca analitik, labu ukur 1000 ml, gelas ukur (dengan ukuran 10 ml dan 100 ml),

plat kaca, botol sampel, pisau *casting*, corong kaca, batang magnet, isolasi hitam, tabung gas  $\text{N}_2$ , selang masukan umpan, selang keluaran permeat, pH meter, jerigen ukuran 20 liter, sel filtrasi, bak koagulasi, pipet tetes, spatula, dan *stopwatch*.

### 2.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu variabel tetap dan variabel bebas. Variabel tetap pada penelitian ini yaitu komposisi PEG, komposisi aseton, waktu pengadukan larutan *casting* 24 jam, waktu pendiaman larutan *casting* 13 jam, waktu perendaman membran selulosa asetat 24 jam, waktu pengaliran air pada membran selulosa asetat 2,5 jam, waktu penguapan 30 detik, serta semua perlakuan saat sintesis selulosa asetat. Sedangkan variabel bebas berupa variasi komposisi polimer selulosa asetat 15%, 20%, 25%.

### 2.4 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah :

1. Pengambilan Selulosa dari Daun Nanas

Daun nanas dibersihkan dan dicuci menggunakan air. Kemudian dilakukan proses penyisiran atau dikenal dengan dekortikasi menggunakan mesin dekortikator yang dilengkapi dengan *blades* untuk mengikis *pulp* sehingga serat terpisah. Untuk memudahkan pemisahan zat-zat yang ada disekitar serat dan menghindari kerusakan pada serat, proses dekortikasi dilakukan pada kondisi daun dalam keadaan segar dan basah. Serat yang didapat kemudian dicuci dan dikeringkan dibawah sinar matahari selama 1 hari (Murdiyanto, 2017).

2. Pemutihan (*Bleaching*) Selulosa dari Daun Nanas

Proses *bleaching* dilakukan untuk meningkatkan kemurnian selulosa yang telah didapatkan, serta menghilangkan zat-zat warna yang tidak diinginkan. Pemilihan  $\text{H}_2\text{O}_2$  sebagai *bleaching agent* didasari karena limbah dari sisa proses

*bleaching* yang dilakukan berupa air (H<sub>2</sub>O) yang tidak mencemari lingkungan. *Bleaching* dilakukan 1 kali, dimana digunakan larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 2% sebanyak 600 ml, dengan waktu reaksi selama 90 menit pada suhu 60°C (Jayanudin, 2009).

### 3. Proses Asetilasi Selulosa dari Daun Nanas

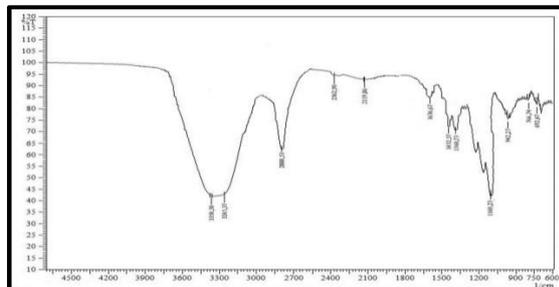
Sebanyak 10 gram *pulp* serat daun nanas ditambahkan asam asetat glasial 24 mL sambil diaduk pada suhu 40°C selama 1 jam. Setelah 1 jam ditambahkan campuran asam sulfat pekat 0,1 mL dan asam asetat glasial 60 ml, dan diaduk lagi selama 45 menit pada suhu yang sama. Kemudian campuran didinginkan sampai mencapai suhu 18°C dan ditambahkan asetat anhidrida sebanyak 27 mL yang sudah didinginkan sampai suhu 15°C. Selanjutnya ke dalam campuran ditambahkan asam sulfat pekat 1 mL dan asam asetat glasial 60 mL diaduk dengan waktu asetilasi 3 jam pada suhu 40°C.

Setelah selesai, ditambahkan asam asetat sebanyak 30 mL dan diaduk lagi dengan melakukan waktu hidrolisis 15 jam pada suhu yang sama. Setelah melakukan asetilasi dan hidrolisis, selulosa diasetat didapatkan dengan menambahkan akuades setetes demi setetes dan diaduk sehingga diperoleh endapan yang berbentuk serbuk. Endapan disaring dan dicuci sampai netral. Endapan dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C. Setelah kering endapan disimpan dalam desikator (Muliawati, 2012).

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Pembuatan Selulosa

Berikut merupakan hasil dari analisa FTIR selulosa:

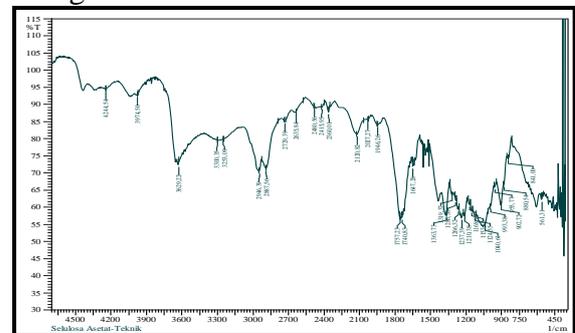


**Gambar 3.1** Hasil Uji FTIR Selulosa

Berdasarkan gambar 3.1, selulosa memberikan puncak serapan di daerah bilangan gelombang pada 3424 cm<sup>-1</sup> yang merupakan O-H *stretch*. Karakterisasi ikatan selulosa pada spektrum papan serapan pada 3200-3500 cm<sup>-1</sup> menunjukkan gugus OH. Ikatan serapan pada 2850-2990 cm<sup>-1</sup> yaitu 2888,53 cm<sup>-1</sup> dicirikan dengan adanya gugus -CH *stretching*. Karakterisasi ikatan pada 1160,23 cm<sup>-1</sup> untuk C-O-C (sambungan eter) dari unit glikosida (Kamal *et al.*, 2014).

### 3.2 Pembuatan Selulosa Asetat

Hasil FTIR selulosa asetat adalah sebagai berikut:



**Gambar 3.2** Hasil FTIR Selulosa Asetat

Terbentuknya selulosa asetat ditunjukkan dengan hasil identifikasi FTIR berupa adanya serapan gugus karbonil C=O pada bilangan gelombang 1740,83 cm<sup>-1</sup> dan ester C-O dari gugus asetil pada gelombang 1286,58 cm<sup>-1</sup>. Perbandingan dengan hasil pengujian FTIR Selulosa asetat komersial dapat dilihat pada tabel 4.1 untuk membuktikan terjadinya proses pembentukan selulosa asetat. Gugus O-H didapat pada gelombang 3300,35 cm<sup>-1</sup> pada hasil uji FTIR selulosa asetat mengalami penurunan jika dibandingkan dengan hasil uji selulosa yaitu sebesar 3424 cm<sup>-1</sup>. Hal ini dikarenakan adanya adsorpsi air (Husni, 2018).

### 3.3 Parameter Limbah Cair Industri *Pulp and Paper*

Hasil analisis parameter tersebut dapat dilihat pada tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Hasil Analisis Limbah Cair *Pulp and Paper*

Keterangan	Parameter (mg/L)		
	COD	BOD <sub>5</sub>	TSS
Baku Mutu*	350	100	100
Penelitian Ini, 2019	2123	520	673
Purwati, 2007	544,9	215,2	128

\*Kepmen LH No. 51/MENLH/10/1995

Pada penelitian Purwati (2007), kadar COD, BOD, dan TSS meskipun belum memenuhi baku mutu, namun nilainya lebih rendah dari sampel limbah penelitian. Hal ini dikarenakan limbah yang dipakai telah melalui proses anaerobik konvensional dengan waktu tinggal 20–30 hari yang hasil olahannya terencerkan dengan air limbah dari proses pembuatan kertas. Sedangkan sampel yang dipakai pada penelitian belum mengalami proses pengolahan baik proses anaerobic konvensional maupun proses sedimentasi.

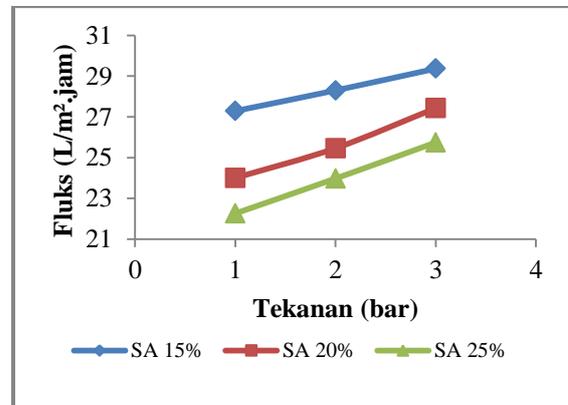
### 3.4 Proses Koagulasi dan Flokulasi

Pada penelitian sebelumnya, fajri, dkk (2017) menggunakan konsentrasi koagulan sebesar 18.000 ppm dan didapatkan COD 65,34%, BOD<sub>5</sub> 62,21% dan TSS 20,53%. Sedangkan pada penelitian ini didapat COD 33,5%, BOD<sub>5</sub> 46,5% dan TSS 25,6%. Efisiensi penyisihan tertinggi untuk parameter COD dan BOD<sub>5</sub> didapatkan pada penelitian yang dilakukan oleh Fajri dkk. (2010).

Pada penelitian Fajri, dkk (2017) Proses koagulasi dilakukan selama 1 menit dengan kecepatan 200 rpm dan flokulasi dilakukan selama 15 menit dengan kecepatan 15 rpm. Lama pengadukan dan kecepatan pengadukan mempengaruhi hasil pengolahan pada proses koagulasi dikarenakan semakin lama waktu pengadukan maka akan semakin lama waktu kontak koagulan dengan partikel-partikel yang ada di dalam limbah.

### 3.5 Nilai Fluks dan Rejeksi Membran

Pada penelitian ini didapatkan fluks antara 22,26–29,37 L/m<sup>2</sup>.jam dan pengoperasian dilakukan pada tekanan 1–3 bar.



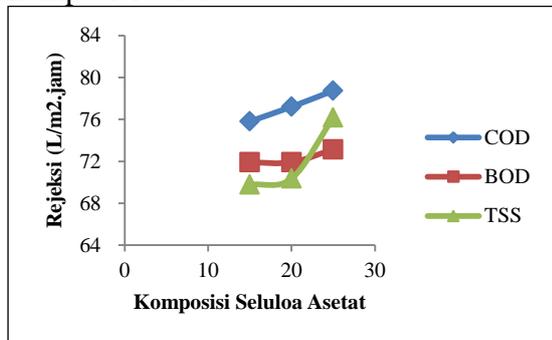
**Gambar 3.3** Grafik Tekanan vs Fluks

Pada gambar 3.3 dapat dilihat bahwa tekanan berbanding lurus dengan fluks yang didapat. Nilai fluks paling tinggi adalah 29,37 L/m<sup>2</sup>.jam pada tekanan 3 bar. Menurut Mulder (1996) menyatakan semakin besar tekanan maka akan semakin besar fluks yang dihasilkan. Nilai fluks yang semakin meningkat diakibatkan karena adanya gaya dorong (*driving force*) berupa tekanan pada saat proses penyaringan. Menurut Mulder (1996) perubahan mekanik pada struktur membran polimer karena tekanan ini menyebabkan struktur selulosa asetat menjadi lebih kompak, dan pori-pori membran merapat sehingga berdampak pada penurunan nilai fluks.

Nilai fluks yang paling rendah didapat pada komposisi selulosa asetat 25% yaitu 22,26 L/m<sup>2</sup>.jam. Natalia (2003) menyatakan bahwa pori-pori membran dibentuk oleh adanya matrik polimer penyusun membran, sehingga makin banyak polimer (selulosa asetat) maka matrik polimer makin rapat sehingga menghasilkan pori-pori yang lebih kecil.

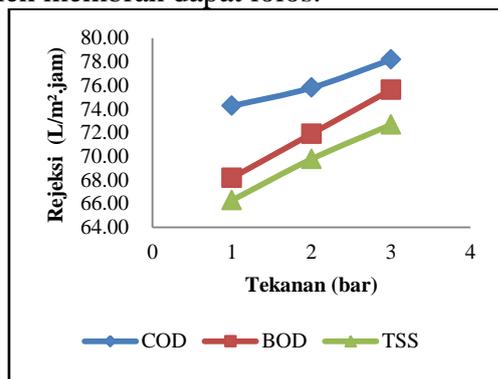
Selulosa asetat sebesar 15% memiliki nilai rejeksi membran paling rendah yaitu COD sebesar 74,27%, BOD sebesar 68,18% dan TSS 66,28%. Sedangkan membran 25% memiliki nilai rejeksi paling tinggi yaitu COD 81,12%,

BOD 76,03% dan TSS 77,91%. Hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi komposisi selulosa asetat yang dipakai, maka akan semakin tinggi nilai rejeksi yang didapat. Natalia (2003) dalam penelitiannya juga menyatakan bahwa nilai rejeksi berbanding lurus terhadap komposisi selulosa asetat.



**Gambar 3.4** Komposisi Selulosa Asetat vs Rejeksi

Selain itu, pada gambar 3.5 dapat dilihat bahwa tekanan operasi juga dapat berpengaruh pada selektivitas membran. Notodarmojo dan Anne (2004) menyatakan bahwa hasil perhitungan koefisien rejeksi menunjukkan bahwa selektivitas membran selulosa asetat berkurang seiring dengan bertambahnya tekanan. Tekanan menyebabkan terjadinya pelebaran pori membran sehingga partikel yang seharusnya tertahan oleh membran dapat lolos.



**Gambar 3.5** Tekanan vs Rejeksi

#### 4.1 Kesimpulan

Semakin tinggi komposisi selulosa yang dipakai maka nilai fluks akan semakin meningkat dan rejeksi akan semakin menurun. Semakin tinggi tekanan yang dipakai pada karakterisasi membran maka pori akan semakin melebar dan akan

mempengaruhi nilai fluks dan rejeksi membran.

#### Daftar Pustaka

- Anwar, K. 2006. Variasi Komposisi *Casting* dalam Metode Inversi Fase Proses Membran Selulosa Triasetat.
- BPS Kampar. 2017. Produksi Tanaman dan Buah-buahan menurut jebis dan Kabupaten/kota. <https://riau.bps.go.id/statictable/2017/01/24/307/-produksi-tanaman-buah-buahan-menurut-jenis-dan-kabupaten-kota-2015-ton-.html>.
- Husni, D. A. P., Rahim, E. A., & Ruslan, R. 2018. *Pembuatan Membran Selulosa Asetat Dari Selulosa Pelepah Pohon Pisang*. Jurusan Kimia Fakultas MIPA, Universitas Tadulako.
- Istirokhatun, T., Rokhati, N., Rachmawaty, R., Meriyani, M., Priyanto, S. & Susanto, H. 2015. *Cellulose isolation from tropical water hyacinth for membrane preparation. Procedia Environmental Sciences*, 23, pp. 274-281.
- Jayanudin, J. 2009. Pemutihan Daun Nanas Menggunakan Hidrogen Peroksida. *Jurnal Rekayasa Proses*, 3(1), pp. 10-14.
- Kamal, A H., F. M. Abd-Elrahim B., Lotfy S. 2014. *Characterization and Some Properties Of Cellulose Acetate-Co-Polyethylene Oxide Blends prepared by the use of gamma irradiation. Journal of Radiation Research and Applied Sciences*. 7: 146-153
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51/MENLH/10/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri.
- Mulder, M. 1996. *Basic Principles of Membrane Technology* (2nd ed.) Kluwer Academic Publisher.
- Muliawati, E. C. 2012. *Pembuatan dan Karakterisasi Membran Nanofiltrasi untuk Pengolahan Air*. Tesis. Teknik Kimia. Universitas Diponegoro..

- Murdiyanto, D., 2017. *Potensi Serat Alam Tanaman Indonesia Sebagai Bahan Fiber Reinforced Composite Kedokteran Gigi*. *Jurnal Material Kedokteran Gigi*, 6(1), pp. 14-22.
- Natalia, S. Totok, A., Atie, S., (2003), Sintesis dan Optimasi Membran Selulosa Asetat pada Proses Mikrofiltrasi Bakteri, Unitas.
- Notodarmojo, S. dan A. Devina. 2004. Penurunan Zat Organik dan Keeruhan Menggunakan Teknologi Membran Ultrafiltrasi dengan Sistem Aliran *Dead-End*. *Prosiding ITB Sains dan Teknologi* 36A(1). *Institut Teknologi Bandung* : 63-82
- Pinem, J. A., Bahri, S., Saputra, E., & Anita, S. 2016. *Pengolahan Air Sungai Menggunakan Teknologi Membran: Pengaruh Membran Selulosa Asetat Terhadap Kualitas Air Olahan Sungai Siak*. Universitas Riau.
- Purwati, Sri. 2007. Potensi Dan Pengaruh Tanaman Pada Pengolahan Air Limbah Pulp Dan Kertas Dengan Sistem Lahan Basah. Peneliti Bidang Lingkungan Pada Balai Besar Pulp Dan Kertas.
- Wenten, I.G., Aryanti, P.T.P., & Khoiruddin. 2014. *Teknologi Membran dalam Pengolahan Limbah*. Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung..