



Karakteristik Membran Selulosa Asetat dari Lidah Mertua Menggunakan Polietilen Glikol (PEG) Sebagai Pemlastis *Characteristics of Cellulose Acetate Membrane from Mother-in-law's Tongue Using Polyethylene Glycol (PEG) As a Plasticizer*

I'zaaz Ayundha Gudmanto, Ayu Pramita*

^{1,2}Program Studi Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Politeknik Negeri Cilacap

Jl. Dr. Soetomo No.1, Sidakaya, Cilacap Selatan Kabupaten Cilacap

e-mail: ayu164606@gmail.com, ayupramita2013@gmail.com

*Corresponding Author : ayu164606@gmail.com

Received: 01 Juli 2023; Revised: 21 Juli 2023; Accepted: 17 Agustus 2023

Abstract: Cellulose in particular has great potential as an alternative material for membrane materials or its derivatives such as cellulose acetate. Mother-in-law's tongue (*Sansevieria trifasciata*) contains 50-60% cellulose. This research aims to be able to maximize cellulose fiber through the synthesis process. Cellulose acetate which is the main material for making membranes will be optimized into cellulose acetate membranes with variations in the addition of PEG composition. After that, tests were carried out using the Fourier Transform Infra-Red (FTIR) instrumentation to determine the functional groups formed in cellulose acetate from cellulose fibers of mother-in-law's tongue. Preparation of SA membrane using phase inversion technique with precipitation technique with solvent evaporation. The results of the SA membrane thickness test showed the highest value on the 6 mL SA/PEG membrane with a value of 2.225 mm. Analysis of the results of membrane morphology using Scanning Electron Microscope (SEM) instrumentation shows that on the surface of the 2 mL SA/PEG membrane with 1000x magnification no pores are visible, the 4 mL SA/PEG membrane begins to show pores, while the SA/PEG membrane 6 mL, it can be seen that the more number of pores that are formed.

Keywords: characteristics; mother-in-law's tongue; PEG; cellulose acetate

Abstrak: Selulosa pada khususnya berpotensi besar sebagai bahan alternatif material membran ataupun bentuk turunannya seperti selulosa asetat. Tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) memiliki kandungan selulosa sebanyak 50-60%. Penelitian ini bertujuan untuk dapat memaksimalkan serat selulosa melalui proses sintesis. Selulosa asetat yang merupakan bahan utama pembuatan membran akan dioptimalkan menjadi membran selulosa asetat dengan variasi penambahan komposisi PEG. Setelah itu dilakukan pengujian menggunakan instrumentasi Fourier Transform Infra-Red (FTIR) untuk mengetahui gugus fungsi yang terbentuk pada selulosa asetat dari serat selulosa lidah mertua. Pembuatan membran SA dengan menggunakan teknik inversi fasa dengan teknik pengendapan dengan penguapan pelarut. Hasil pengujian ketebalan membran SA menunjukkan nilai tertinggi pada membran SA/PEG 6 mL dengan nilai 2,225 mm. Analisa hasil morfologi membran dengan menggunakan instrumentasi Scanning Electron Microscope (SEM) terlihat bahwa pada permukaan membran SA/PEG 2 mL dengan perbesaran 1000x tidak terlihat adanya pori-pori, membran SA/PEG 4 mL mulai terlihat adanya lubang pori, sedangkan membran SA/PEG 6 mL terlihat semakin banyak jumlah pori yang terbentuk.

Kata kunci: karakteristik; lidah mertua; PEG; selulosa asetat

PENDAHULUAN

Proses pemisahan konvensional dijadikan sebagai teknologi pemisahan dengan menggunakan membran yang terbuat dari bahan terbarukan berasal dari polimer alam (Husni, 2018). Teknologi

membrane ini sedang berkembang pesat dikarenakan memiliki banyak keunggulannya diantaranya energi yang diperlukan relative kecil, dapat digunakan secara terus menerus, proses pemisahannya dapat dipadukan dengan proses pemisahan yang lainnya, penggunaan zat aditif yang relatif hemar, sesuai dengan senyawa suhu tinggi dan minim limbah (Probowismu, 2016). Salah satu membran yang dikembangkan saat ini adalah membran selulosa asetat (SA). Selulosa merupakan struktur utama dinding sel dari tanaman hijau. Kelebihan dari selulosa sebagai bahan dasar pembuatan membran karena memiliki struktur asimetrik dengan lapisan aktif yang sangat tipis, dapat menahan bahan terlarut pada lapisan pendukung yang kasar, dan tahan terhadap terjadinya pengendapan. Tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) memiliki kandungan selulosa sebanyak 50-60%, tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) mengandung bahan aktif pregnane glikosid yang memiliki fungsi sebagai pereduksi polutan menjadi tidak berbahaya lagi bagi manusia yaitu asam organik, gula dan asam amino. Membran selulosa asetat dari tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) memiliki sifat mekanik yang kurang optimal sehingga usia guna membran menjadi singkat. Maka dari itu, dibutuhkan zat aditif untuk memperbaiki sifatnya, seperti 2 pemlastis atau senyawa yang memungkinkan plastik yang dihasilkan agar kaku dan tidak mudah rapuh (Tungkup, 2021). Polietilen glikol (PEG) merupakan salah satu pemlastis yang sering digunakan karena memiliki karakteristik tidak beracun, biokompatibel, hidrofilik, memiliki fleksibilitas yang tinggi, antifoaming agent, dan antifouling. Dengan dilakukan penambahan polietilen glikol (PEG) pada pembuatan membran maka akan menghasilkan membran dengan pori yang lebih kecil dan teratur (Muliawati, 2012).

Pada Penelitian (Husni, 2018) yang berjudul Pembuatan Membran Selulosa Asetat dari Selulosa Pelepah Pohon Pisang, menghasilkan kesimpulan bahwa konsentrasi zat pemlastis terhadap selulosa asetat dari selulosa pelepah pohon pisang yang menghasilkan karakteristik membran terbaik adalah zat pemlastis 8% dengan kuat tarik 20,29 Mpa dan Elongasi sebesar 3%. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Tungkup, 2021) dengan judul Pembuatan Dan Karakterisasi Membran Selulosa Asetat dari Bahan Pelepah Kelapa (*Cocos nucifera*) dengan Variasi Penambahan Polietilen Glikol (PEG) menjelaskan bahwa peningkatan konsentrasi polietilen glikol (PEG) akan menghasilkan peningkatan pada ketebalan membran. Dan terhadap sifat mekanik (kuat tarik dan elongasi) menunjukkan peningkatan konsentrasi polietilen glikol (PEG) akan mengalami penurunan kuat tarik dan persentasi elongasi membran. Membran dapat berfungsi sebagai penghalang tipis yang sangat selektif di antara dua fase dan hanya dapat melewatkan komponen tertentu dan melewatkan komponen lain dari suatu aliran fluida yang dilewatkan melalui membran. Berdasarkan proses pemisahannya, membran dapat diklasifikasikan menjadi empat proses, yaitu:

1. Mikrofiltrasi (MF)

Membran mikrofiltrasi dapat memisahkan partikel dengan ukuran 0,025-10 μm dengan tekanan hingga 2 bar. Mikrofiltrasi sering digunakan pada industri pangan untuk pemisahan bakteri dari produk pangan, pengolahan air limbah perkotaan, proses akhir pengolahan limbah logam berat, pemisahan emulsi minyak air, dan untuk pemisahan pengotor pada cairan pelumas (Sampurna, 2015).

2. Ultrafiltrasi (UF)

Proses ultrafiltrasi berada di antara proses nanofiltrasi dan mikrofiltrasi. Ukuran pori membran berkisar antara 0,05 μm sampai 1 nm. Ultrafiltrasi digunakan untuk memisahkan makromolekul dan koloid dari larutannya. Membran ultrafiltrasi dan mikrofiltrasi merupakan membran porous, dimana rejeksi zat terlarut sangat dipengaruhi oleh ukuran dan berat zat terlarut relatif terhadap

ukuran pori membran. Ukuran yang dapat ditahan oleh membran ultrafiltrasi berkisar antara 103 -108 Dalton.

3. Nanofiltrasi (NF)

Membran nanofiltrasi dapat memisahkan partikel dengan ukuran 0,2-1 kDa dengan tekanan 2 hingga 25 bar. Membran ini sering digunakan pada pemisahan mikropolutan dalam air, pemisahan zat-zat karsinogenik dalam air, pemisahan kerak dalam air sadah, dan desalinasi air payau.

4. Reverse Osmosis (RF)

Proses ini umumnya digunakan untuk memisahkan bahan yang mempunyai berat molekul rendah atau bahan-bahan organik dari larutan, contohnya 10 proses desalinasi air laut. Pori membran yang digunakan sangat kecil mendekati dense, maka mekanisme pemisahan yang terjadi tidak berdasarkan ukuran molekul tetapi lebih berdasarkan pada solution-diffusion. Hal inilah yang membedakan dengan proses makrofiltrasi dan ultrafiltrasi. Umumnya besar tekanan yang diterapkan minimal 3 kali lipat dengan tekanan osmosis larutan (Novitasari, 2017).

Dari uraian diatas, penelitian ini bertujuan untuk dapat memaksimalkan kandungan selulosa asetat yang dimiliki tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) melalui proses sintesis. Selulosa asetat yang merupakan bahan utama pembuatan membran akan dioptimalkan menjadi membran selulosa asetat dengan variasi penambahan polietilen glikol (PEG). Dengan acuan yang ada, peneliti ingin melihat karakterisasinya, seperti sifat fisik (ketebalan) dan morfologi dari membran selulosa asetat.

METODE

Pelaksanaan penelitian dikelompokkan beberapa bagian kegiatan antara lain pada tempat melakukan proses sintesis selulosa asetat dan pembuatan membran selulosa asetat dilaksanakan di Laboratorium Kimia Terpadu Program Studi D4 Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan Politeknik Negeri Cilacap. Tempat pengujian *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dilaksanakan di Laboratorium Mikroanalisis Universitas Muhammadiyah Purwokerto dan untuk pengujian *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dilaksanakan di Laboratorium Paleontologi-Sedimentologi & Geodinamik Teknik Geologi Universitas Jendral Soedirman.

1. Prosedur Percobaan

1.1 Sintesis Selulosa Asetat

1.1.1 *Swelling-up* (Penggembungan)

Sebanyak 15 gram selulosa dan 150 mL asam asetat glasial dimasukkan kedalam labu leher tiga yang diletakkan diatas *hot plate* menyala. Menutup kedua lubang samping labu leher tiga menggunakan karet sumbat dan salah satu karet sumbat diberi termometer cairan. Setelah itu melakukan pengadukan sampel campuran selulosa dan asam asetat menggunakan magnetic stirrer pada suhu 45°C selama 45 menit.

1.1.2 Asetilasi

Setelah sampel melalui proses *swelling-up* selanjutnya membuka satu lubang yang ditutup karet sumbat tanpa termometer cairan lalu menambahkan 1 mL tetes H₂SO₄ melalui satu lubang yang dibuka dengan tetap diaduk selama 1 jam pada suhu 45°C dan kecepatan pengadukan yang sama. Setelah ditambahkan asam asetat dan H₂SO₄ lubang ditutup menggunakan karet sumbat kembali. Melakukan pendinginan sampel hingga suhu 20°C, kemudian menambahkan sedikit demi sedikit asam asetat anhidrida sebanyak 100 mL melalui satu lubang samping labu leher tiga yang sama seperti penambahan sebelumnya dan diaduk kembali dengan suhu 45°C selama 45 menit. Setelah itu, ditambahkan aquadest sebanyak 10 mL dan asam asetat glasial 20 mL, dipanaskan dan

diaduk menggunakan hot plate magnetic stirrer dengan suhu 50°C selama 30 menit. Setelah proses selesai, reaksi dihentikan dengan menurunkan suhu pada hot plate. Menunggu hingga sampel bersuhu ruang, kemudian menyaringnya hingga volume larutan berkurang.

1.1.3. Hidrolisis

Selulosa hasil dari penyaringan proses asetilasi kemudian ditambahkan aquades dan ditunggu hingga mengendap terbentuk padatan putih sampai bau asam hilang dari pH 2 menjadi pH netral (6,5-7,5). Selanjutnya, menyaring dan mengeringkan sampel dalam oven pada suhu 45°C hingga dihasilkan selulosa asetat dalam bentuk serbuk kering. Selulosa hasil dari sintesis dengan proses asetilasi disebut selulosa asetat. Selanjutnya diuji menggunakan FTIR agar diketahui gugus fungsi yang terbentuk pada selulosa asetat lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*).

1.1.4. Pembuatan Membran Selulosa

Pembuatan membran dilakukan melalui inversi fasa dengan cara pengendapan dengan penguapan pelarut. Tahap pertama menyiapkan botol vial untuk diisi selulosa asetat sebanyak 4 gram dilarutkan dalam 10 mL aseton dan diaduk menggunakan magnetic stirrer hingga tercampur rata. Menambahkan PEG (polietilen glikol) ke dalam larutan dengan variasi 2; 4 dan 6 mL. Menyiapkan plat kaca berukuran 10 cm × 10 cm yang sudah diberi selotip pada semua sisinya lalu dilapisi plastik bening. Setelah itu, larutan polimer dituangkan keatas plat kaca lalu diratakan dengan cara digoyang secara perlahan hingga membentuk lapisan dan meratakan penggiratan lapisan tersebut menggunakan spatula stainless. Membiarkan larutan polimer diatas plat kaca sehingga didapatkan membran selulosa asetat yang sudah kering.

2. Metode Analisis

Data Pengumpulan data yang akan dilakukan dalam penelitian ini meliputi hasil uji FTIR untuk mengetahui kandungan selulosa asetat dilihat dari puncak-puncak yang muncul pada panjang gelombang tertentu. Selain itu, terdapat pengambilan data mengenai karakterisasi membran SA yang meliputi sifat fisik ketebalan menggunakan micrometer dan hasil pengujian SEM untuk mengetahui morfologi membran SA akibat pengaruh variasi penambahan polietilen glikol (PEG) dengan perbesaran tertentu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pembuatan Membran Selulosa Asetat dari Serat Tanaman Lidah Mertua

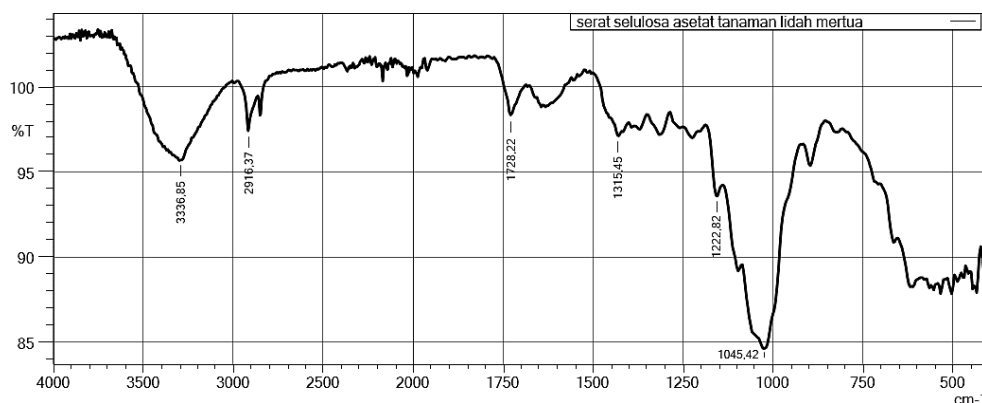
1.1 Sintesis Selulosa Asetat

Proses sintesis selulosa asetat dilakukan dengan mengasetilasi hasil dari proses isolasi berupa serbuk selulosa yang telah ada di proses sebelumnya. Serbuk selulosa tersebut diperoleh dari proses delignifikasi, bleaching dan pemurnian sebelumnya sesuai dengan prosedur yang ada. Kemudian dilanjutkan pada proses sintesis selulosa disini. Langkah awal dengan menimbang sebanyak 15 gram selulosa diasetilasi menggunakan asam asetat anhidrida dan asam asetat glasial pekat sebagai agen asetilasi dengan bantuan asam sulfat (H_2SO_4) sebagai katalis yang menghasilkan selulosa asetat yang akan digunakan sebagai bahan pembuatan membran selulosa asetat pada penelitian ini. Berikut **Gambar 1** merupakan hasil selulosa asetat yang diperoleh pada penelitian ini.



Gambar 1. Selulosa Asetat Lidah Mertua

Analisis FTIR dilakukan pada selulosa asetat lidah mertua yang diperoleh dan menghasilkan spektrum seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2**. Dari gambar tersebut menunjukkan bahwa senyawa selulosa asetat telah terbentuk ditandai dengan terjadinya penurunan intensitas gugus OH. Depth serapan dari selulosa asetat dapat dilihat pada **Tabel 1**. Berdasarkan data pada **Tabel 1** dapat dinyatakan bahwa proses sintesis selulosa asetat lidah mertua pada penelitian ini telah berhasil dilakukan. Berikut ini **Gambar 2** mengenai hasil analisis FTIR terhadap produk selulosa asetat lidah mertua:



Gambar 2. Spektrum FTIR Selulosa Asetat Lidah Mertua

Dari hasil spektrum FTIR selulosa asetat lidah mertua diatas dapat diilustrasikan pada **Tabel 1** mengenai puncak serapan khas dari selulosa asetat serat lidah mertua maupun selulosa asetat komersial berikut ini:

Tabel 1. Hasil Analisa FTIR Selulosa Asetat Lidah Mertua

Gugus Fungsi	Selulosa Asetat	
	Komersial*	Lidah Mertua
O-H Stretch	3486,97	3336,85
C-H Stretch	2960,38	2916,37
C=O Stretch	1754,63	1728,22
C-H Bend	1383,89	1315,45
C-O Asetil	1238,12	1222,87
C-O Stretch	1049,69	1018,41

Sumber* : Nurhayati,2014

1.2 Pembuatan Membran Selulosa Asetat (SA)

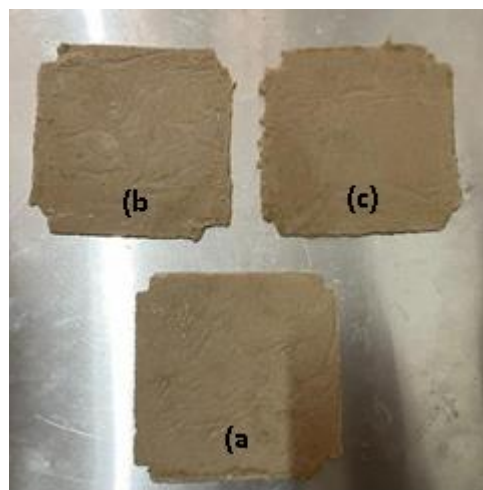
Membran selulosa asetat dibuat dengan menggunakan selulosa asetat yang telah diperoleh sebelumnya. Sebanyak 4 gram selulosa asetat dimasukkan ke dalam botol vial lalu dilarutkan dengan 10 mL larutan aseton 98% dicampurkan PEG 600 menggunakan hot plate magnetic stirrer dengan variasi seperti pada **Tabel 2** di bawah ini :

Tabel 2. Variasi Komposisi Pembuatan Membran Selulosa Asetat

Massa Selulosa Asetat Lidah Mertua	Volume	
	Aseton	PEG 600
4 gram	10 ml	2 ml
		4 ml
		6 ml

Sumber : Hasil Penelitian 2023

Kemudian keempat variasi tersebut dicampur menggunakan hot plate magnetic stirrer selama 8 jam dengan suhu 20°C dan botol vial tersebut ditutup dengan rapat agar pelarut aseton tidak menguap. Pembuatan membran selulosa asetat pada penelitian ini menggunakan teknik inversi fasa. Pada tahap ini terjadi proses pembentukan pori pada membran SA akibat kosongnya ruang yang ditinggalkan oleh pelarut. Larutan membran SA yang telah dicampurkan dan diaduk menggunakan magnetic stirrer hingga homogen, larutan dituangkan keatas pelat akrilik yang telah beri lakban di setiap sisinya dan diberi lapisan plastik, kemudian didiamkan di udara terbuka hingga kering. Membran hasil pencetakan dapat dilihat pada **Gambar 3** berikut ini:



Gambar 3. (a) Membran SA PEG 2 mL, (b) Membran PEG 4 mL, (c) Membran SA PEG 6 mL

2. Hasil Karakterisasi Membran Selulosa Asetat

2.1 Pengujian Sifat Fisik Membran Selulosa Asetat

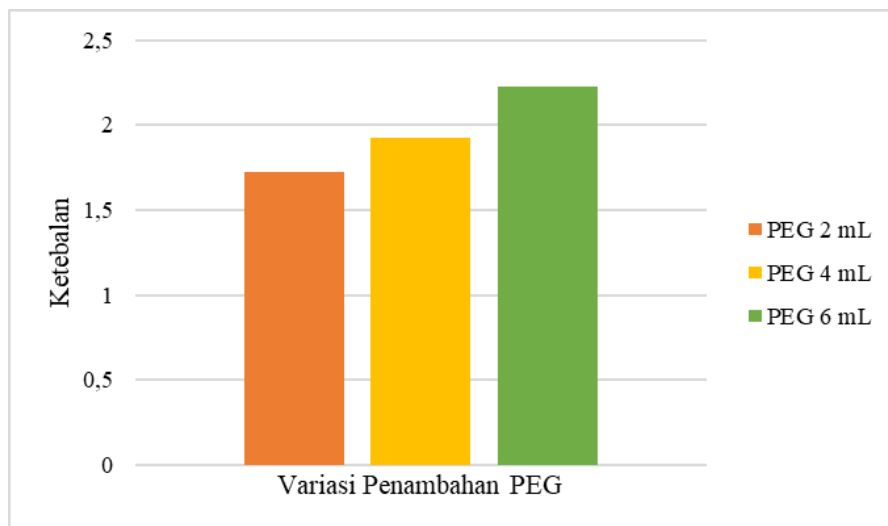
Karakterisasi sifat fisik pada penelitian ini dilakukan dengan menguji ketebalan membran. Membran yang telah dicetak dan sudah kering diukur ketebalannya menggunakan micrometer, dimana masing-masing membran dengan ukuran 10 cm × 10 cm diukur ketebalannya pada 4 titik dan dihitung rata-ratanya seperti pada tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Ketebalan Membran Selulosa Asetat Lidah Mertua

Ketebalan	Sampel Membran Selulosa Asetat		
	PEG 2 (mm)	PEG 4 (mm)	PEG 6 (mm)
d1	1,7	2	2,3
d2	1,7	1,8	2,1
d3	1,7	2	2,2
d4	1,8	1,9	2,3
rata-rata	1,725	1,925	2,225

Sumber : Hasil Penelitian 2023

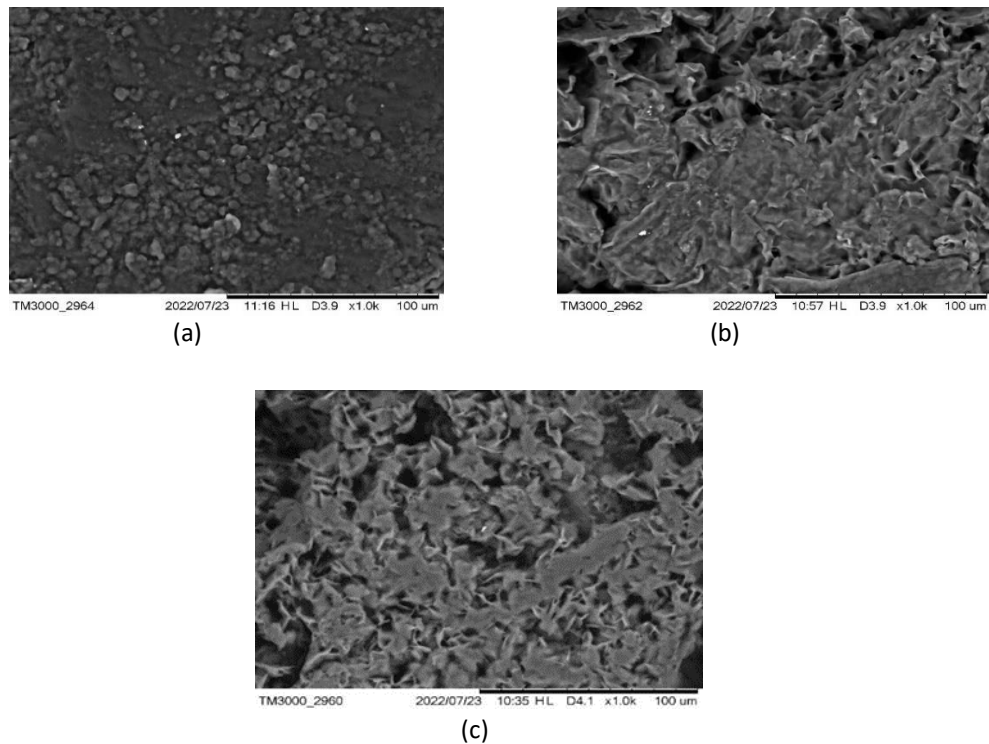
Hasil pengukuran rata-rata ketebalan membran selulosa asetat lidah mertua dengan variasi penambahan PEG menunjukkan hasil yang beragam. Seperti yang dapat dilihat pada grafik yang ditunjukkan pada **Gambar 4** berikut ini:

**Gambar 4.** Grafik Hubungan Variasi Penambahan PEG Terhadap Ketebalan Membran Selulosa Asetat

Hasil uji ketebalan membran yang terendah adalah dengan ketebalan 1,725 mm pada penambahan PEG 2 mL dan yang tertinggi adalah dengan ketebalan 2,225 mm pada penambahan PEG 4 mL. Membran yang dihasilkan pada penelitian ini lebih tebal jika dibandingkan dengan membran yang dihasilkan dengan bahan baku selulosa yang digunakan adalah pelepah kelapa yaitu 0,0340 mm (Asparingga, 2018). Seperti yang terlihat pada **Gambar 4**, meningkatnya konsentrasi PEG yang digunakan berbanding lurus dengan peningkatan ketebalan pada membran yang dihasilkan.

2.2 Analisa *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Analisa morfologi membran pada penelitian ini menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dengan jenis Hitachi TM 3000 yang terdapat di Laboratorium Paleontologi-Sedimentologi & Geodinamik Teknik Geologi Universitas Jendral Soedirman. Hasil SEM yang digunakan merupakan hasil dengan perbesaran sebesar 1.000 kali. Hasil SEM dapat dilihat pada **Gambar 5** berikut ini :



Gambar 5. Morfologi Membran (a) Membran SA/PEG 2 mL, (b) Membran SA/PEG 4 mL, (c) Membran SA/PEG 6 mL

Dari hasil yang dapat dilihat pada **Gambar 5**, meningkatnya konsentrasi PEG membuat membran semakin berpori. Penambahan aditif PEG ke dalam larutan SA/aseton akan membuat rongga atau pori pada permukaan membrane (Rosnelly, 2020). Pada **Gambar 5** (a) terlihat bahwa permukaan membrannya terlihat lebih halus dibandingkan dengan permukaan membran yang lain, dimana membran pada **Gambar 5** (a) merupakan membran dengan penambahan PEG terendah yaitu sebesar 2 mL. Pada **Gambar 5** (b) terlihat permukaan membran mulai sedikit berpori dengan penambahan PEG 4 mL. Sedangkan pada **Gambar 5** (c) terlihat struktur pori semakin banyak, dimana membran tersebut merupakan membran dengan penambahan PEG tertinggi yaitu 6 mL. Hasil pengujian membran SA dengan menggunakan instrumen *Scanning Electron Microscope* (SEM) mendapatkan data pada membran SA dengan penambahan PEG 4 dan 6 mL terbentuk ukuran pori-pori sebesar 10 μm yang menunjukkan membran SA masuk ke dalam kategori membran mikrofiltrasi (0,05-10 μm) seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 4 Klasifikasi Membran Berdasarkan Prosesnya

Proses	Ukuran Pori	Penggerak
Mikrofiltrasi	0,05-10 μm	Tekanan, 1-2 bar
Ultrafiltrasi	0,001-0,05 μm	Tekanan, 2-5 bar
Nanofiltrasi	<2,0 μm	Tekanan, 5-15 bar
<i>Reverse Osmosis</i>	<1,0 μm	Tekanan, 15-100 bar

Sumber: Novianti, 2013

KESIMPULAN

Dalam penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Membran SA dengan penambahan PEG 2; 4 dan 6 mL masing-masing mendapatkan hasil ketebalan 1,725; 1,925 dan 2,225 mm. Peningkatan variasi penambahan polietilen glikol (PEG)

yang digunakan berbanding lurus dengan peningkatan ketebalan pada membran selulosa asetat yang dihasilkan.

- 2) Pengaruh penambahan polietilen glikol (PEG) sebagai aditif terhadap morfologi membran SA menunjukkan semakin meningkatnya penambahan PEG maka semakin berpori membran selulosa asetat, pada permukaan membran SA/PEG 2 ; 4 dan 6 mL dengan perbesaran 1000x, pada membran SA/PEG 2 mL tidak terlihat adanya pori-pori, membran SA/PEG 4 mL mulai terlihat adanya lubang pori, membran SA/PEG 6 mL terlihat semakin banyak jumlah pori yang terbentuk dan memiliki ukuran pori 10 μm menunjukkan membran SA masuk ke dalam kategori membran mikrofiltrasi (0,05-10 μm). Morfologi membran SA pada penelitian ini memiliki kesamaan dengan membran SA/PEG yaitu terjadinya pelebaran pori seiring dengan meningkatnya konsentrasi PEG yang digunakan dan jenis pori yang dihasilkan merupakan asimetrik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terselesaikan sesuai rencanadan berjalan lancar, tentunya adanya bantuan dari seluruh pihak khususnya untuk pihak Laboratorium Mikroanalisis dan Laboratorium Terpadu Universitas Muhammadiyah Purwokerto yang telah membantu dalam pengujian hasil sampel dalam penelitian ini. Selain itu tak lupa juga untuk pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu dimana yang telah meluangkan waktu untuk dapat membantu kami selama proses penelitian di laboratorium Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriani, R. (2017). *Sintesis Dan Karakterisasi Membran Selulosa Asetat Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit*. Jurnal Riset Industri Hasil Hutan;
- Asparingga, H. D. (2018). *Pengaruh Volume Anhidrida Asetat Pada Sintesis Selulosa Asetat Dari Sabut Kelapa*. Jurnal Kimia Khatulistiwa;
- Husni, D. A. (2018). *Pembuatan Membran Selulosa Asetat Dari Selulosa Pelepah Pohon Pisang*. Jurnal Riset Kimia, 41-52;
- Muliawati, E. (2012). *Pembuatan Dan Karakterisasi Membran Nanofiltrasi Untuk Pengolahan Air*. Semarang: Undip;
- Novitasari. (2017). *Rancangan Media Permainan Board Game Untuk Menyampaikan Informasi Bahaya Asap Rokok Pada Anak Usia 9-12 Tahun*;
- Probowismu, S. (2016). *Membran Cellulose Nitrate Untuk Produksi Etanol Fuel Grade Dengan Metode Pervaporasi*. Jurnal Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya;
- Rosnelly, C. (2020). *Pengaruh Konsentrasi Naoh Terhadap Kadar Selulosa Pada Proses Delignifikasi Dari Serat Kapuk Sebagai Bahan Baku Biodegradable Plastik Berbasis Selulosa Asetat*. Prosiding Applicable Innovation Of Engineering And Science Research;
- Tungkup. (2021). *Pembuatan Dan Karakterisasi Membran Selulosa Asetat Dari Bahan Pelepah Kelapa Dengan Variasi Penambahan Konsentrasi Polietilen Glikol (PEG)*.