

PEMBUATAN MEMBRAN SELULOSA ASETAT BERBASIS MIKROFILTER DARI BAHAN BAKU AMPAS TEBU DENGAN PENAMBAHAN SILICA FIBER DAN ZINC OXIDE

MAKING MICROFILTER-BASED CELLULOSE ACETATE MEMBRANES FROM BAGASSE WITH ADDITON OF SILICA FIBER AND ZINC OXIDE

Anggi Wahyuningsi¹⁾Indah Agus Setiorini²⁾, Sulton Amna³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Pengolahan Migas Politeknik Akamigas Palembang, 30257, Indonesia

Corresponding Author E-mail: anggi_w@pap.ac.id

Abstract: Membrane separation has been widely developed as an alternative of conventional separation process. Membrane is a thin layer that functions as selective separator which can separate two phases of different mixtures. In this research, production of microfilter-based cellulose acetate membranes was carried out on from bagasse as the raw material, with addition of silica fiber and zinc oxide using the phase inversion method. This study aims to find out the process of making cellulose acetate membranes and the characteristics of the membranes by conducting Scanning Electron Microscope (SEM), Fourier Transform Infrared (FTIR) and Porosity tests. The result of the Scanning Electron Microscope (SEM) test showed that this membrane was a type of depth filter because it had a fibrous surface which was not combined and stacked randomly in the matrix. Fourier test results Transform Infrared (FTIR) test result indicated that the membrane averagely had C-H functional group as an alkane compound with a wave intensity of 2874.71 as much as 83%. The result of porosity test showed that the highest value of porosity was at PEG 0.19 grams as much as 37%.

Keywords: Cellulose acetate membrane, bagasse, silica fiber, zinc oxide.

Abstrak: Pemisahan membran telah banyak dikembangkan sebagai alternatif dari proses pemisahan konvensional. Membran adalah lapisan tipis yang berfungsi sebagai pemisah selektif dan dapat memisahkan dua fasa campuran yang berbeda. Pada penelitian dilakukan pembuatan membran selulosa asetat berbasis mikrofilter dari bahan baku ampas tebu dengan penambahan silica fiber dan zinc oxide menggunakan metode inversi fasa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses pembuatan membran selulosa asetat dan karakteristik membran berupa Scanning Electron Microscope (SEM), Fourier Transform Infrared (FTIR) dan Porositas. Hasil uji Scanning Electron Microscope (SEM) menunjukkan bahwa membran tersebut jenis depth filter karena memiliki permukaan yang berserat yang tidak menyatu dan bertumpuk secara acak dalam matriks. Hasil uji Fourier Transform Infrared (FTIR) menunjukkan bahwa membran tersebut rata-rata memiliki gugus fungsi C-H senyawa alkana dengan intensitas gelombang 2874,71 sebesar 83%. Hasil uji porositas menunjukkan bahwa nilai tertinggi pada porositas yaitu pada PEG 0,19 gram sebesar 37%.

Kata kunci: Membran selulosa asetat, ampas tebu, silica fiber, zinc oxide.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemisahan membran telah banyak dikembangkan sebagai alternatif dari proses pemisahan konvensional. Teknologi ini memiliki beberapa keuntungan dibandingkan teknik konvensional antara lain yaitu kebutuhan energi yang rendah, kemampuan operasi berkelanjutan, dan kemampuan menggabungkan proses dengan proses pemisahan lainnya.

Membran adalah lapisan tipis yang berfungsi sebagai pemisah selektif dan dapat memisahkan dua fasa campuran yang berbeda

(Faputri & Setiorini, 2023). Selulosa asetat adalah salah satu jenis polimer bahan baku membran. Selulosa asetat didapatkan dari hasil asetilasi selulosa bermacam sumber, termasuk dari serat alami, salah satunya ampas tebu.

Menurut Sianipar, dkk. Pada penelitian ini, membran selulosa asetat disintesis dari serat ampas tebu menggunakan metode inversi fasa. Aditif berupa MSG 6% ditambahkan untuk meningkatkan kinerjanya. Membran ini digunakan untuk mengolah limbah tahu dengan parameter BOD dan COD. Nilai fluks membran yang didapatkan sebesar 33,56 L/(m².hr) untuk air dan 26,85 L/(m².hr) untuk

limbah cair tahu. Uji SEM menunjukkan bahwa luas permukaan dan pori-pori membran dengan aditif MSG 6% lebih luas dan padat dibandingkan tanpa aditif. Membran ini dapat menurunkan BOD sebesar 62,5% dan COD sebesar 75,3% pada limbah cair tahu.

Menurut Buana, dkk. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan surfaktan anionik natrium dodesil sulfat terhadap: sifat fisik membran selulosa asetat (densitas, derajat pembengkakan), sifat kimia membran selulosa asetat (IR, sudut kontak), sifat selulosa. Membran asetat (koefisien permeabilitas dan koefisien penghilangan dekstran). Selulosa asetat (CA) dimodifikasi dengan menambahkan SDS (*Sodium Dodecyl Sulfate*) yang berfungsi sebagai zat pembentuk pori dan meningkatkan sifat hidrofilik membran. Pembuatan membran selulosa asetat dilakukan dengan metode inversi fasa. Modifikasi membran selulosa asetat dilakukan dalam dua tahap, antara lain: Pembuatan membran selulosa asetat dengan menambahkan SDS ke dalam larutan polimer membran dan menentukan sifat membran selulosa asetat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa membran yang dimodifikasi dengan komposisi SDS 2%, 16° mempunyai pori-pori yang lebih rapat. Hasil pengukuran densitas, pengembangan, FTIR, sudut kontak aliran dan reduksi adalah sebagai berikut: 0,3916 g/cm³, 4,96%, Hasil pengukuran IR menunjukkan terdapat interaksi ikatan Van der Waals antara CH₃-CH₃ dan ikatan hidrogen antara OH -SO₄, 62° (sedikit hidrofilik), 7,6191 (L/m².hr) dan 65,02%.

Menurut Hartini, dkk. Penelitian ini bertujuan untuk menguji sifat-sifat selulosa asetat hasil sintesis berdasarkan spektrum FTIR. Selulosa asetat (SA) disintesis dari nata de coco dengan metode asetilasi. Larutan membran komposit polimer dibuat dengan mencampurkan polisulfon (PSf), N-metilpirolidon (NMP), polietilen glikol 400 (PEG 400), dan SA. Campuran membran selulosa asetat dibuat dengan menggunakan teknik inversi fasa. Membran yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan uji serapan air dan porositas. Sifat serapan selulosa asetat

ditandai dengan adanya puncak C-O-C yang khas dengan bilangan gelombang 1.224 cm⁻¹ dan 1.740 cm⁻¹. Semakin tinggi suhu tangki koagulasi yang digunakan dalam produksi membran pencampur, maka semakin besar pori-pori yang dihasilkan dan semakin tinggi nilai penyerapan air.

Berdasarkan kekurangan yang didapat pada penelitian membran selulosa sebelumnya maka penelitian membran selulosa asetat berbasis makrofilter dari ampas tebu dengan penambahan *Silica Fiber* dan *Zinc Oxide* dengan melakukan uji karakteristik membran berupa *Scanning Electron Microscope* (SEM), *Fourier Transform Infrared* (FTIR), dan Porositas.

1.2 Batasan Masalah

Dalam penelitian membran selulosa dari bahan baku ampas tebu ini, agar lebih terarah dan tidak meluas, maka penulis membatasi pokok permasalahan penelitian sebagai berikut : bahan aditif yang digunakan adalah ZnO dengan menambahkan bahan peningkat kestabilan termal berupa *Silica Fiber* dan variasi PEG 0,19 gram, 0,29 gram, dan 0,30 gram.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Untuk mengetahui proses pembuatan membran selulosa dari bahan baku ampas tebu.
2. Untuk mengetahui karakteristik membran selulos dari bahan baku ampas tebu dengan uji karakteristik membran berupa *Scanning Electron Microscope* (SEM), *Fourier Transform Infrared* (FTIR), dan Porositas.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian membran selulosa dari bahan baku ampas tebu ini adalah:

1. Dapat mengetahui proses pembuatan membran selulosa dari bahan baku ampas tebu.
2. Dapat mengetahui karakteristik membran selulos dari bahan baku ampas tebu dengan uji karakteristik membran berupa *Scanning Electron Microscope* (SEM), *Fourier Transform Infrared* (FTIR), dan Porositas.

2. TEORI DASAR

2.1 Ampas Tebu

Ampas tebu merupakan produk limbah padat dari pengolahan industri tebu. Sebelumnya, ampas tebu hanya ditimbun di dekat pabrik gula atau di tempat penjualan minuman tebu (es sari tebu) atau dibuang begitu saja sebab dianggap tidak memiliki nilai ekonomis kalau tidak dikelola dengan baik. Ampas tebu memiliki kandungan selulosa 40-50 %, hemiselulosa 23-35 %, dan lignin 18-24 % (Wulandari & Dewi, 2018; Mandal & Chakrabarty, 2011). Oleh karena itu, ampas tebu bisa dijadikan sumber selulosa untuk memproduksi selulosa asetat untuk bahan baku membran.

2.2 Polietilen Glikol (PEG)

Polietilen Glikol (PEG) adalah polimer sintesis yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk dalam pembuatan membran. *Polietilen Glikol* (PEG) memiliki sifat larut dalam air, tidak beracun, stabil secara kimia.

2.3 Selulosa

Selulosa adalah komponen utama dari ligniselulosa biomassa dan konsentrasinya antara 40-50% dari berat kering. Selulosa berfungsi sebagai bahan struktur pada jaringan tumbuhan dalam bentuk campuran polimer homogenya, biasanya disertai polisakarida lain dan lignin dalam jumlah yang bervariasi. Molekul selulosa berbentuk memanjang dan kaku bahkan dalam larutan. Selulosa merupakan salah satu sumber daya alam yang cukup melimpah di Indonesia. Selulosa adalah komponen utama yang dapat ditemukan dalam sebagian besar sel tumbuhan. Selulosa dapat digunakan pada industri kertas, packaging, tekstil, dan produk turunannya (glukosa, selulosa asetat, alkohol, dan lain lain).

Selulosa asetat adalah salah satu turunan selulosa dari asam organik yaitu asam asetat. Selulosa asetat berbentuk padatan, berwarna putih, tidak berbau, tidak berasa dan tidak beracun serta memiliki kandungan asetil antara 37-40,5% (Wahyusi, dkk., 2017). Selulosa asetat didapatkan dari hasil asetilasi selulosa berbagai sumber, termasuk dari serat alami seperti ampas tebu.

2.4 Membran

Membran adalah lapisan tipis antara dua fase yaitu fase umpan dan fase permeat, yang berfungsi sebagai penghalang bagi spesi tertentu, memisahkan zat dengan ukuran berbeda, dan memisahkan *spesi* berbeda berdasarkan sifat fisik dan kimianya. Membran bersifat semipermeabel. Artinya, membran tersebut menahan *spesi* tertentu yang lebih besar dari ukuran pori membran dan memungkinkan *spesi* lain yang lebih kecil untuk melewatinya. Sifat selektif membran ini bisa digunakan dalam proses pemisahan.

2.5 Proses Pemisahan pada Membran

Proses membran adalah proses yang menggunakan tekanan atau energi potensial untuk menyaring atau memisahkan zat. Proses pemisahan menggunakan membran pada dasarnya yaitu proses yang memisahkan pelarut dari zat terlarut. Pelarut dipisahkan dari zat terlarut yang terhalang pada membran yaitu konsentrat, pelarut melewati membran yaitu *permeat*.

2.6 Modifikasi Membran

Saat ini telah banyak dikembangkan proses pembuatan membran yang meliputi penggunaan material baru, pembuatan dan modifikasi membran, penambahan bahan, dan perbaikan-perbaikan dalam proses desain termasuk operasinya. Salah satu usaha yang bisa dilakukan untuk mengatasi masalah masalah tersebut ialah dengan menambahkan zat alami ataupun kimia guna meningkatkan karakterisasi dan selektivitas pada membran. beberapa contoh zat yang dapat ditambahkan adalah *Silica Fiber* dan *Zinc Oxide*.

a. *Silica Fiber*

Penambahan *Silica Fiber* dalam pembuatan membran selulosa dapat meningkatkan kekuatan mekanik, porositas, permeabilitas, ketahanan fouling. Salah satu fungsi *silica fiber* juga untuk meningkatkan kestabilan termal, karena bahan ini salah satu yang paling efisien dalam penerapan suhu tinggi. *Silica fiber* dapat menahan suhu hingga 900 °C dapat secara terus menerus tanpa mengalami perubahan dimensi, bahkan dalam keadaan guncangan dan memiliki konduktivitas termal yang sangat rendah.

Silica fiber juga memiliki ketahanan terhadap zat kimia terutama asam.(Abdullah, 2024)

2. Zinc Oxide

Zinc Oxide (ZnO) adalah bubuk putih yang tidak larut dalam air dan secara alami terdapat sebagai mineral *zincite*. ZnO merupakan aditif yang menjanjikan untuk meningkatkan kinerja dan fleksibilitas membran.

a. Sifat Fisik dan Kimia ZnO

ZnO adalah bahan semikonduktor, stabil secara termal, serta memiliki titik lebur yang tinggi. Selain itu, ZnO memiliki kekuatan mekanik yang baik, kekerasan yang tinggi, dan ketahanan terhadap korosi.

b. Sifat Anti Bakteri

ZnO memiliki aktivitas mikroba yang kuat terhadap berbagai jenis bakteri. Ketika digunakan dalam pembuatan membran, ZnO dapat mencegah pertumbuhan bakteri dan mengurangi risiko kontaminasi.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Dasar Bersama dan Laboratorium Operasi Teknik Kimia Politeknik Akamigas Palembang.

3.2 Alat dan Bahan

Berikut merupakan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian membran selulosa asetat ini yaitu :

a. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: *glassware*, *hot plate* (penangas), pengaduk kaca, spatula, aluminium box, *magnetic stirrer*, neraca analitis, oven, selotip, saringan 100 mesh, *crusher*, alat pencetak membran (pelat kaca).

b. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: selulosa asetat dari Ampas Tebu, *Silica Fiber*, Natrium Hidroksida 4%, Natrium Hipoklit 1,7 %, Aquades, Asam Asetat Glasial, Asam Sulfat, Aseton, *Polietilen Glikol*, *Zinc Oxide* (ZnO).

3.3. Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan pada penelitian ini, yaitu :

1. Preparasi bahan baku ampas tebu. Ampas tebu yang sudah dibersihkan kemudian dipotong kecil-kecil lalu dijemur sampai kering. Ampas tebu yang sudah kering kemudian dihaluskan menggunakan *crusher* sampai 100 mesh.
2. Ekstraksi selulosa ampas tebu.
3. Sintesis selulosa asetat ampas tebu dengan mengaktivasi selulosa yang sudah di ekstraksi kemudian di aktivasi.
4. Pembuatan membran selulosa asetat.
5. Pencetakan membran selulosa asetat.
6. Pengujian karakteristik membran berupa *Scanning Electron Microscope* (SEM), *Fourier Transform Infrared* (FTIR), dan Porositas.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Pembuatan membran selulosa asetat dilakukan dengan mengekstraksi ampas tebu untuk mendapatkan kandungan selulosanya serta menambahkan *Zinc Oxide* dan *silica fiber*. Metode yang digunakan dalam pembuatan membran ini adalah inversi fasa dimana terjadi suatu proses perubahan bentuk polimer dari fasa cair menjadi padatan.

Dari penelitian yang dilakukan maka didapatkan hasil uji karakteristik membran selulosa asetat dari bahan baku ampas tebu dengan penambahan silika fiber dan ZnO yaitu *Scanning Electron Microscope* (SEM), *Fourier Transform Infrared* (FTIR), dan porositas.

Tabel 4.1 Data Hasil Porositas

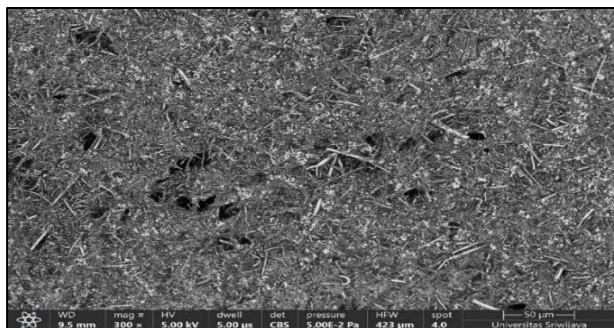
No.	Komposisi PEG (gram)	Porositas (%)
1	0,19	37
2	0,29	36
3	0,39	32

4.2 PEMBAHASAN

4.2.1 *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Hasil uji *Scanning Electron Microscope* (SEM) dengan dapat dilihat dari gambar 4.1. Hasil tersebut menunjukkan bahwa lapisan permukaan membran selulosa asetat dari ampas tebu dengan pembesaran 300 kali

yaitu jenis *depth filter* karena memiliki permukaan yang berserat yang tidak menyatu dan tertumpuk secara acak dalam matriks, terlihat pada lapisan permukaannya kasar, tidak halus, dan tidak rapat diakibatkan adanya penambahan *silica fiber* dan kekurangannya distribusi *Polietilen Glikol* (PEG) sebagai perekat serta pengaruh lama pengadukan. Pori terbentuk dari celah-celah serat, pori pada jenis *depth filter* ini tidak memiliki ukuran atau struktur pori yang tidak konsisten, sedangkan pada filter berbasis membran memiliki struktur pori yang lebih rapi dan teratur dengan rentan porositas yang konsisten.

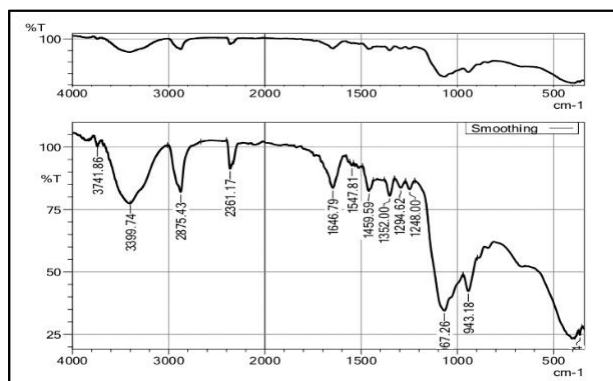


Gambar 4.1 *Scanning Electron Microscope* (SEM)

4.2.2 *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

a. *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dengan PEG 0,19 gram

Hasil uji karakteristik *Fourier Transform Infrared* (FTIR) membran selulosa asetat dengan PEG 0,19 gram dapat dilihat pada gambar 4.2. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pada gelombang $3.741,86 \text{ cm}^{-1}$ terdapat ikatan N-H senyawa amida 100% dengan intensitas berubah-ubah.

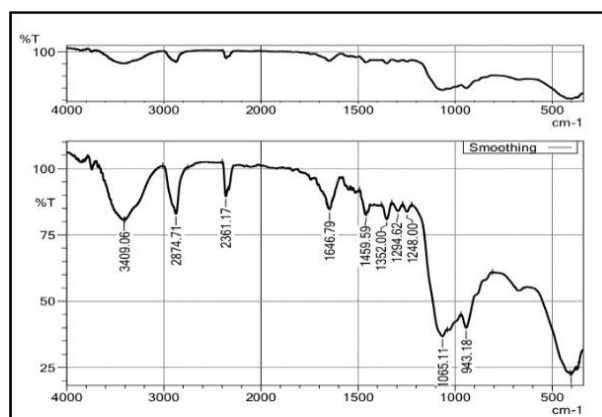


Gambar 4.2 *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

Pada gelombang 3.399,74 terdapat ikatan N-H senyawa amida 78% dengan intensitas sedang. Pada gelombang 2875,43 terdapat ikatan C-H senyawa alkana 83% dengan intensitas kuat. Pada gelombang 1.646,79 terdapat ikatan C=C senyawa alkana 84% dengan intensitas kuat. Pada pembacaan gelombang dibawah 1.500 terdapat ikatan gugus fungsi cenderung ke C-H senyawa alkana dan C-O senyawa alkohol.

b. *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dengan PEG 0,29 gram

Hasil uji karakteristik *Fourier Transform Infrared* (FTIR) membran selulosa asetat dengan PEG 0,29 gram dapat dilihat pada gambar 4.3. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pada gelombang 3.409,06 terdapat ikatan O-H senyawa alkohol ikatan hidrogen 80% dengan intensitas sedang. Pada gelombang 2.874,71 terdapat ikatan C-H senyawa alkana 83% dengan intensitas kuat. Pada gelombang 1.646,79 terdapat ikatan C=C senyawa alkana 84% dengan intensitas kuat. Pada pembacaan gelombang dibawah 1500 terdapat ikatan gugus fungsi cenderung ke C-H senyawa alkana dan C-O senyawa alkohol.

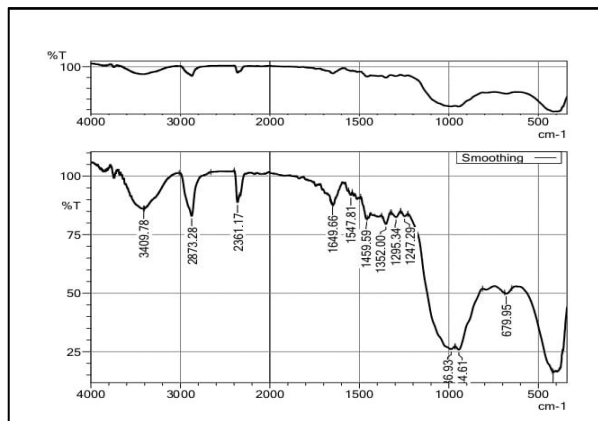


Gambar 4.3 *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

c. *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dengan PEG 0,39 gram

Hasil uji karakteristik *Fourier Transform Infrared* (FTIR) membran selulosa asetat dengan PEG 0,39 gram dapat dilihat dari gambar 4.4. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pada gelombang $3.409,78 \text{ cm}^{-1}$ terdapat ikatan N-H senyawa amida 83% dengan

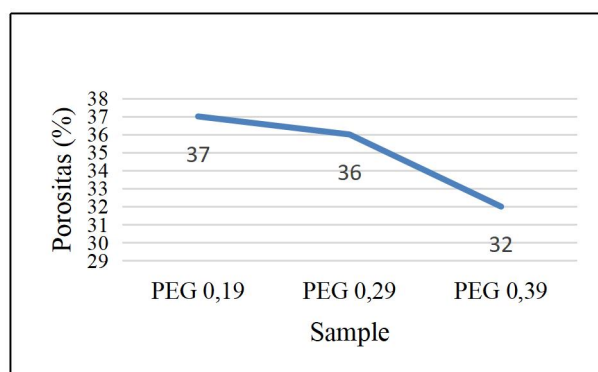
intensitas sedang. Pada gelombang 2.873,28 terdapat ikatan C-H senyawa alkana 81% dengan intensitas kuat. Pada gelombang 1.649,66 terdapat ikatan C=C senyawa alkana 85 % dengan intensitas sedang. Pada pembacaan gelombang di bawah 1.500 cenderung terdapat ikatan C-H senyawa alkana dan C-O senyawa alkohol.



Gambar 4.4 *Fourier Transform Infrared (FTIR)*

4.2.3 Porositas

Hasil uji karakteristik porositas dapat dilihat dari gambar 4.5. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai porositas pada PEG 0,19 gram sebesar 37%. Hasil nilai porositas pada PEG 0,29 gram sebesar 35%. Sedangkan, nilai porositas pada PEG 0,39 gram sebesar 32%.



Gambar 4.5 Porositas

5. KESIMPULAN

Dari pembahasan tersebut, maka dapat disimpulkan:

1. Proses pembuatan membran selulosa asetat dari ampas tebu dilakukan dengan 5 cara yaitu preparasi, ekstraksi selulosa, sintesis

selulosa asetat, pembuatan membran serta pencetakan membran selulosa asetat.

Dapat dilihat hasil uji karakteristik membran selulosa asetat yaitu *Scanning Electron Microscope* (SEM), *Fourier Transform Infrared* (FTIR), dan Porositas. Hasil uji *Scanning Electron Microscope* (SEM) menunjukkan bahwa membran tersebut jenis *depth filter* karena memiliki permukaan yang berserat yang tidak menyatu dan tertumpuk secara acak dalam matriks. Hasil uji *Fourier Transform Infrared* (FTIR) menunjukkan bahwa membran tersebut rata-rata memiliki gugus fungsi C-H senyawa alkana dengan intensitas gelombang 2874,71 sebesar 83%. Hasil uji porositas menunjukkan bahwa nilai tertinggi pada porositas yaitu pada PEG 0,19 gram sebesar 37%.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, R., Astira, D., Zulfiani, U., Widyanto, A. R., Hidayat, A. R. P., Sulistiono, D. O., Rahmawati, Z., Gunawan, T., Kusumawati, Y., Othman, M. H. D., & Fansuri, H. (2024). *Fabrication of composite membrane with microcrystalline cellulose from lignocellulosic biomass as filler on cellulose acetate based membrane for water containing methylene blue treatment*

Amalia, J. 2022. *Karakterisasi Membran Selulosa Asetat Dari Selulosa Limbah Kulit Buah Pinang (Areca Catechu) Berdasarkan Penambahan Variasi Peg.* Banda Aceh. Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri ArRaniry.

Buana, E. S., dkk. 2014. Pengaruh Penambahan Surfaktan Anionik Sodium Dodesil Sulfat terhadap Karakteristik Membran Selulosa Asetat. *Berkala Sainstek.*

Choudhury, R. R., Gohil, J. M., Mohanty, S., and Nayak, S. K. 2018. *Antifouling, fouling release and antimicrobial materials for surface modification of reverse osmosis and nanofiltration membranes.* In *Journal*

of Materials Chemistry A (Vol. 6, Issue 2). India. , Central Institute of Plastics Engineering & Technology.

Degremont, 1991. Water Treatment Handbook, Lavoiser Publishing, Inc., USA.

Faputri, A. F., & Setiorini, I. A. 2023. Pembuatan Membran Keramik Berbahan Dasar Tanah Liat, Serbuk Daun Kelor, dan Arang Aktif untuk Menurunkan Kekeruhan dan Meningkatkan Nilai pH Sampel Air Sungai Musi. *Journal of Innovation Research and Knowledge*.

Fransiska, Deswi, Selestia Yulianti., dan Robert Junaidi. 2023. *Membran Selulosa Asetat Berbasis Nata De Coco Ditinjau Dari Pengaruh Penambahan Zat Adiktif Polyethylene Glycol Terhadap Permeabilitas (Fluks)*. Palembang. Politeknik Negeri Sriwijaya.

Gaol, M. R. L. L., dkk. 2013. Pembuatan selulosa asetat dari α -selulosa tandan kosong kelapa sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*.

Hartini, A. S., dkk. 2018. Uji Water Uptake dan Porositas Terhadap Blend Membran Berbasis Polisulfon dan Selulosa Asetat dari Nata De Coco. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*.

Husni, D. A. P., S dkk. 2018. Pembuatan Membran Selulosa Asetat Dari Selulosa Pelepah Pohon Pisang. Kovalen: Jurnal Riset Kimia.

Mandal, A., & Chakrabarty, D. 2011. Isolation Of Nanocellulose From Waste Sugarcane Bagasse (SCB) and Its Characterization. *Carbohydrate Polymers*.

Scott, K. dan R. Hughes. 1996. Industrial Membrane Separation Technology. Chapman and Hall. London.

Sianipar, A. J., & Widyaningsih, S. 2023. Sintesis dan Uji Kinerja Membran Selulosa

Termodifikasi Polistirena dari Ampas Tebu dengan Aditif Monosodium Glutamate untuk Menurunkan Nilai BOD dan COD Limbah Cair Tahu. Kovalen : Jurnal Riset Kimia.

Wahyusi, K.N., dkk. 2017. Kajian Proses Asetilasi Terhadap Kadar Asetil Selulosa Asetat Dari Ampas Tebu. *Jurnal Teknik Kimia*.

Wulandari, W.T., dan Dewi, R. 2018. Selulosa Dari Ampas Tebu Sebagai Adsorben Pada Minyak Bekas Penggorengan. Kovalen: Jurnal Riset Kimia.

Yannasandy, D. Hasyim, U.H. Fitriyano, G. 2017. *Pengaruh Waktu Delignifikasi Terhadap Pembentukan Alfa Selulosa dan Identifikasi Selulosa Asetat Hasil Asetilasi Dari Limbah Kulit Pisang Kepok*. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Muhammadiyah Jakarta