



PEMBUATAN MEMBRAN POLIMER BERBASIS MAKROFILTER MENGGUNAKAN ALPA SELULOSA DENGAN PENAMBAHAN ZnO DAN SILIKA FIBER

Oleh

Anggi Wahyuningsi¹, Indah Agus Setiorini², Rama Gusti³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Pengolahan Migas Politeknik Akamigas Palembang, 30257, E-mail: 1anggi_w@pap.ac.id

Abstract

Membrane is defined as a selective and semipermeable thin layer lying between two phases; the feed phase and the permeate phase. The selective properties of this membrane can be used in separation process. In this research, the membrane was made using alpa cellulose, silica fiber with addition of ZnO which was printed using the phase inversion method. This research carried out characteristic testing to find out SEM, FTIR and bulk density test results. The SEM test results we obtained from the test results were depth filters because they had fibers that were not woven and stacked randomly in the matrix, visible on the surface that was rough, not smooth, and not dense due to the addition of silica fiber. From FTIR test results, the membrane we made contained more alkanes (C-H), alkalyne (C≡C), and alcohol (C-O) compounds with an average of 91% with strong intensity. This membrane had the highest bulk density value of 0.1566 gr/cm³ out of the membranes obtained using 0.14 gr alpa cellulose composition, and the lowest bulk density result obtained with 0.1 gr alpa cellulose composition was 0.1 gr/m³. High density had dense structures and smaller pores and therefore increasing selectivity.

Keywords : Cellulose Membrane, Alpa Cellulose, Characteristics, Bulk Density

PENDAHULUAN

Membran adalah lapisan tipis yang bersifat selektif dan semipermeabel, yang terletak di antara dua fase, yaitu fase umpan dan fase permeat. Sifat selektif membran ini membuatnya berguna dalam proses pemisahan. Membran memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan dengan teknologi pemisahan konvensional, seperti destilasi, ekstraksi, dan lain-lain. Salah satu keunggulan utama teknologi membran adalah kemudahan aplikasinya serta dampaknya yang ramah lingkungan. Penggunaan membran dalam industri mencakup pengolahan air bersih, pengolahan limbah, energi, pemisahan bahan organik, kesehatan, dan medis.

Selulosa telah menjadi bahan dasar utama dalam pengembangan membran ultrafiltrasi, yang semakin banyak diminati saat ini. Material ini memiliki sejumlah keunggulan signifikan dibandingkan dengan

senyawa lainnya untuk diaplikasikan dalam pembuatan membran terletak pada penyebarannya yang luas di alam, biaya yang rendah, ketersediaan yang melimpah, serta kemudahan dalam memperoleh bahan ini. Salah satu faktor yang mempengaruhi karakteristik membran adalah penggunaan zat aditif. Zat aditif memiliki salah satu fungsi untuk mempengaruhi morfologi dari membran, sehingga berdampak pada kondisi fisik dan kinerja dari membran yang dihasilkan.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Indarti dkk. (2012), nilai densitas tertinggi untuk membran ditemukan pada komposisi aseton/asam 6/9 mol, dengan hasil sebesar 0,40 g/cm³. Sebaliknya, densitas terendah diperoleh pada komposisi 9/6 mol, yang menghasilkan nilai sebesar 0,23 g/cm³. Variasi nilai densitas yang diperoleh dalam setiap percobaan



menunjukkan perbedaan yang signifikan. Perbedaan ini kemungkinan besar disebabkan oleh proses solidifikasi yang terjadi ketika membran dimasukkan ke dalam bak koagulasi.

Membran dibuat dengan komposisi 18% selulosa asetat, 50% pelarut diklorometan, dan 10% zat aditif, yang menghasilkan pori-pori yang tersebar di permukaan membran A. Ukuran pori membran A diperoleh sebesar 0,618 μm . Ukuran pori ini menunjukkan bahwa membran A dan B merupakan pilihan yang memenuhi kriteria ukuran pori untuk membran ultrafiltrasi, yang berkisar antara 0,1-1 μm (Deswi, dkk. 2023). Analisis gugus fungsi menggunakan FTIR menunjukkan adanya puncak serapan gugus karbonil C=O (1870-1540 cm^{-1}) dan gugus ester C-O dari gugus asetil (1320-1210 cm^{-1}). Ini mengindikasikan terbentuknya senyawa selulosa asetat yang ditunjukkan oleh puncak tajam pada bilangan gelombang 1636 cm^{-1} , serta penurunan intensitas pada gugus hidroksil akibat substitusi oleh gugus asetil. Pada spektrum FTIR yang ditampilkan, masih terlihat serapan gugus hidroksil O-H pada bilangan gelombang 3335 cm^{-1} (Yannasandy, dkk. 2017). Berdasarkan kekurangan yang terdapat pada penelitian sebelumnya, kami melaksanakan penelitian tentang pembuatan membran untuk menganalisis karakteristik membran selulosa yang dihasilkan dari bahan baku alpa selulosa. Penelitian ini melibatkan analisis menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM), Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), serta pengukuran densitas membran.

LANDASAN TEORI

Membran

Membran adalah sebuah lembaran yang berfungsi sebagai pemisah selektif, dengan tingkat selektivitas yang bervariasi tergantung pada ketebalan membran yang digunakan sebagai alat filtrasi. Prinsip utama dari membran adalah untuk memisahkan air dari

komponen-komponen lainnya, seperti partikel padatan yang terlarut dalam air.

Membran dapat didefinisikan sebagai lapisan tipis yang berperan memisahkan dua ruang atau bilik. Lapisan ini berfungsi sebagai media untuk perpindahan partikel. Ruang pertama dikenal sebagai feed atau larutan umpan, sementara ruang kedua merupakan permeat yang berisi hasil dari proses pemisahan.

Selulosa

Selulosa merupakan biopolimer yang paling melimpah di permukaan bumi, di mana produksinya berlangsung melalui proses fotosintesis dengan tingkat sintesis mencapai kurang lebih 1×10^{12} ton setiap tahunnya (Klemm et al., 2011). Sebagai bahan yang telah dikenal selama lebih dari 150 tahun, selulosa dikategorikan sebagai polimer yang dapat diperbarui, bersifat biodegradabel, dan memiliki karakteristik ramah lingkungan. Hal ini menjadikannya sebagai material yang sangat potensial untuk berbagai aplikasi, termasuk dalam bidang kesehatan, konstruksi, industri pangan, serta sektor lainnya. Dalam konteks pemanfaatannya, diperlukan modifikasi dan perlakuan spesifik terhadap selulosa guna meningkatkan karakteristik unggulnya sehingga sesuai dengan kebutuhan dan ekspektasi di tiap bidang aplikasinya.

Metode hidrolisis asam adalah salah satu teknik modifikasi selulosa yang bertujuan untuk meningkatkan tingkat kristalinitas selulosa sekaligus menghasilkan selulosa dengan sifat bermuatan. Prinsip dasar dari hidrolisis asam pada selulosa adalah penghilangan daerah amorf, sehingga menghasilkan selulosa dengan proporsi daerah kristalin yang lebih besar. Pada saat yang sama, selulosa bermuatan dihasilkan dari masuknya asam ke dalam struktur selulosa selama proses reaksi sulfonasi. Perubahan dalam tingkat kristalinitas dan muatan ini memberikan karakteristik baru yang berbeda dari selulosa awal. Proses modifikasi selulosa melalui hidrolisis asam menghasilkan



pembentukan muatan permukaan. Muatan ini memberikan karakteristik tertentu pada permukaan selulosa, yang berguna dalam berbagai aplikasi seperti adsorpsi, enkapsulasi, serta sejumlah aplikasi biomedis lainnya. Muatan yang dihasilkan selama hidrolisis sangat dipengaruhi oleh jenis asam yang digunakan serta tingkat konsentrasinya.

Metode Pembuatan Membran

Beberapa metode pembuatan membran yang paling penting diantaranya :

a. Sintering

Pada metode ini, bahan baku membran dalam bentuk bubuk dipadatkan kemudian dipanaskan pada suhu tinggi. Panas yang diberikan akan menghilangkan antarmuka antara partikel yang berdekatan dan membentuk pori-pori. Teknik ini digunakan untuk memproduksi membran organik maupun anorganik dengan ukuran pori berkisar 0,1-10 μm . Metode sintering termasuk salah satu teknik yang umum digunakan untuk membran berpori, bersama dengan pelonggaran, track-etching, leaching, dan inversi fasa (Wenten dkk, 2011).

b. Stretching

Metode ini melibatkan peregangan Film yang dihasilkan dari polimer semikristalin menunjukkan orientasi searah dengan arah ekstrusi selama proses pembentukannya. Proses ini menyebabkan struktur kristal pada polimer tersusun secara teratur mengikuti orientasi tersebut. Membran yang dihasilkan melalui metode ini memiliki tingkat porositas yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode sintering. Selain itu, membran tersebut menunjukkan ukuran pori yang berada dalam rentang 0,1 hingga 3 μm .

c. Track-Etching

Dikenal juga sebagai metode litografi, proses ini menggunakan film polimer yang ditembakkan partikel radiasi berenergi tinggi secara tegak lurus terhadap permukaan film. Partikel radiasi membentuk lintasan tetap dalam matriks film. Ketika film tersebut dimasukkan ke dalam larutan asam atau basa,

lintasan polimer akan terkorosi, membentuk pori-pori seragam yang biasanya memiliki ukuran berkisar antara 0,02-10 μm .

d. Template Leaching

Pada metode ini, salah satu komponen penyusun film dilepaskan untuk menghasilkan struktur membran berpori. Contohnya ialah sistem tiga komponen (Na_2O - B_2O_3 - SiO_2) yang setelah didinginkan memisahkan diri menjadi dua fasa. Fasa yang tidak larut mengandung SiO_2 , sementara fasa yang larut dihilangkan melalui penambahan senyawa asam atau basa. Pori-pori yang terbentuk memiliki ukuran yang bervariasi dengan ukuran minimum sekitar 5 nm.

e. Coating

Pada membran polimer dengan sifat rapat, fluks yang dihasilkan biasanya rendah. Guna meningkatkan laju fluks, ketebalan membran perlu dikurangi dengan cara membentuk membran komposit. Membran ini terdiri dari dua lapisan material berbeda; lapisan atas dibuat dari material yang sangat selektif untuk menentukan tingkat selektivitas membran, sementara lapisan bawah dirancang dari material berpori besar untuk memberikan dukungan struktural. Proses pelapisan pada pembentukan membran komposit dapat dilakukan melalui berbagai teknik, seperti dip coating, polimerisasi plasma, polimerisasi antarmuka, atau polimerisasi

f. inversi fasa

Metode inversi fasa menjadi salah satu teknik yang paling banyak digunakan dalam pembuatan membran. Prinsip dari metode ini adalah transformasi polimer dari fasa cair ke fasa padat melalui proses solidifikasi. Proses ini didahului dengan pemisahan satu fasa cair menjadi dua fasa cair yang bercampur. Fenomena ini dikenal sebagai pemisahan cair-cair (*liquid-liquid demixing*), di mana salah satu fasa cair kaya akan polimer.

Modifikasi Membran

1. Pelapisan (Surface Coating)

Metode pelapisan melibatkan pembentukan lapisan tipis dari bahan pelapis



yang melekat secara non-kovalen pada substrat. Proses ini memungkinkan terjadinya pre-adsorpsi bahan pelapis di permukaan maupun dalam pori-pori substrat.

2. Pencampuran (Blending)

Pencampuran adalah proses menggabungkan kelompok fungsional hidrofilik dengan membran PES. Teknik ini dianggap salah satu strategi paling sederhana untuk meningkatkan sifat hidrofilik permukaan membran. Hal ini dilakukan dengan memodifikasi gugus fungsional membran melalui pencampuran bahan baru ke dalam PES.

3. Grafting

Grafting merupakan metode di mana monomer diikat secara kovalen pada membran. Teknik grafting dapat dilakukan melalui beberapa pendekatan, yakni: (i) reaksi kimia, (ii) fotokimia atau radiasi energi tinggi, serta (iii) penggunaan plasma. Metode ini dipilih berdasarkan struktur kimia membran dan karakteristik spesifik yang ingin dicapai setelah modifikasi (Nady dkk., 2011).

4. Metode Kombinasi

Keterbatasan pada membran hasil modifikasi mendorong peneliti untuk terus mengembangkan metode yang lebih maju. Hal ini bertujuan untuk menciptakan membran dengan performa yang memenuhi kebutuhan.

METODE PENELITIAN

Teknik Pengumpulan Data

Dalam proses pengumpulan data untuk Tugas Akhir ini, penulis menggunakan tiga metode utama sebagai berikut:

a. Studi Pustaka

Penulis mengumpulkan data dari berbagai literatur yang relevan dengan topik penelitian. Sumber literatur meliputi buku, laporan Tugas Akhir, serta informasi yang diperoleh dari internet.

b. Observasi

Penelitian dilakukan di laboratorium Politeknik Akamigas Palembang serta di kampus Universitas Sriwijaya. Bahan yang

digunakan berupa Alpa Selulosa dengan tambahan ZnO dan Silika Fiber untuk pembuatan membran selulosa. Selanjutnya, membran yang dihasilkan dianalisis menggunakan metode Scanning Electron Microscope (SEM), Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), dan pengukuran densitas curah untuk mengetahui karakteristiknya.

c. Wawancara

Penulis juga melakukan sesi tanya jawab dengan pembimbing akademik dan dosen-dosen yang memiliki keahlian terkait materi penelitian guna memperoleh informasi dan pandangan yang mendalam.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: *glassbeaker*, *glass ukur*, kaca arloji, *hot plate* (pemanas), pengaduk kaca, spatula, *aluminium box*, *magnetic stirrer*, neraca analitis, selotip, alat pencetak membran (pelat kaca). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: Alpa Selulosa, Silika Fiber, Zinc Oxide (ZnO), Aseton, Polietilen Glikol (PEG).

Prosedur Penelitian

Siapkan alpa selulosa 0,12 gr, silika fiber 0,04 gr, ZnO 0,001 gr dan *polietilen glycol* 0,19 gr kedalam *beaker glass* 50 ml dengan dimasukkan aseton sebanyak 15 ml dan dilakukan pengadukan konstan selama 3 jam hingga homogen.

Analisa Uji Membran

Adapun analisa yang dilakukan pada penelitian ini yaitu :

1. *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Scanning Electron Microscopy (SEM) merupakan perangkat yang dirancang untuk memvisualisasikan material dengan memanfaatkan prinsip dasar mikroskopi. Teknologi ini bekerja menggunakan elektron beam berenergi tinggi sebagai sumber utamanya, yang difokuskan melalui medan elektromagnetik yang berperan sebagai lensa untuk diarahkan ke permukaan sampel. Interaksi antara elektron tersebut dengan



permukaan spesimen padat menghasilkan berbagai jenis sinyal. Sinyal-sinyal ini kemudian memberikan beragam informasi penting mengenai sampel, meliputi struktur morfologi eksternal (seperti tekstur), komposisi kimia, struktur kristal, hingga orientasi material pembentuk sampel. (Yohana, 2017).

2. *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

Metode *Fourier Transform Infrared* (FTIR) didasarkan pada prinsip interferometri. Keunggulan metode ini meliputi persyaratan ukuran sampel yang kecil, kecepatan dalam menghasilkan spektrum, serta kemampuan untuk menyimpan dan memanipulasi spektrum secara efisien. FTIR telah memberikan kontribusi besar dalam penelitian struktur polimer karena spektrumnya dapat di-scan, disimpan, dan ditransformasikan hanya dalam hitungan detik. Hal ini menjadikan teknik ini sangat berguna untuk penelitian terkait reaksi polimer seperti degradasi dan pembentukan ikatan silang (Matius, 2016).

3. Densitas Curah Membran

Menghitung densitas membran selulosa dengan cara curah (densitas curah) melibatkan mengetahui massa dan volume dari membran tersebut. Berikut langkah-langkah perhitungannya :

- Mengukur massa membran selulosa
- a. Gunakan timbangan untuk mengukur massa membran selulosa. Pastikan timbangan di dalam kondisi kalibrasi yang baik dan akurat.
- b. Catat massa dalam satuan gram (g).
- Mengukur Volume Membran Selulosa
- a. Volume mampu di ukur secara langsung apabila membran mempunyai bentuk geometris sederhana (misalnya, persegi panjang atau silinder). Pakailah penggaris ataupun alat ukur lainnya untuk mengukur panjang, lebar, dan tinggi (ataupun diameter dan tinggi untuk

$$\text{Densitas Curah} = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}$$

silinder).

- b. Untuk bentuk persegi panjang: Volume = Panjang \times Lebar \times Tinggi.
- c. Untuk bentuk silinder: Volume = $\pi \times (\text{Diameter}/2)^2 \times$ Tinggi
- d. Jika membran mempunyai bentuk tidak beraturan, metode displacement cairan mampu dipakai. Celupkan membran kedalam cairan didalam gelas ukur, dan catat perubahan volume cairan.
- Menghitung densitas curah :
 - a. Pakai rumus densitas curah
 - b. Pastikan massa di dalam satuan gram (g) dan volume didalam satuan sentimeter kubik (cm³) untuk mendapatkan densitas curah di dalam satuan gram per sentimeter kubik (g/cm³).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pembuatan membran berbasis selulosa dilakukan dengan menggunakan alfa selulosa sebagai bahan utama, di mana proses tersebut diperkuat melalui penambahan ZnO dan Silika Fiber. Teknik yang digunakan adalah metode inversi fasa, yang melibatkan transformasi polimer dari fase cair menjadi bentuk padatan dalam kondisi yang terkontrol. Tahapan solidifikasi dimulai dengan transisi awal dari fase cair ke dua fase cairan (liquid-liquid demixing). Selama tahap tertentu dalam proses demixing, salah satu fase cair, yakni fase dengan konsentrasi polimer yang tinggi, mengalami pemadatan sehingga membentuk matriks padat. Dan dilakukan pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM), *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), dan Densitas curah membran.

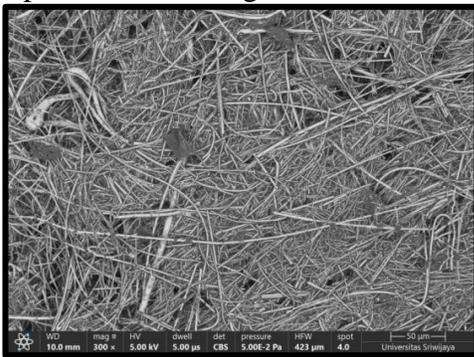
**Tabel 1 Hasil Uji Densitas**

Sampel	Komposisi	Densitas (gr/cm ³)
1	alpa selulosa (29%)	0,1
2	alpa selulosa (34%)	0,1088
3	alpa selulosa (39%)	0,1566

Pembahasan

A. Hasil Scanning Electron Microscope (SEM)

Di bawah ini ialah hasil Scanning Electron Microscope (SEM) dengan variasi alpa selulosa 0,12 gr.



Gambar 1 Hasil Scanning Electron Microscope (SEM) Membran Alpa Selulosa

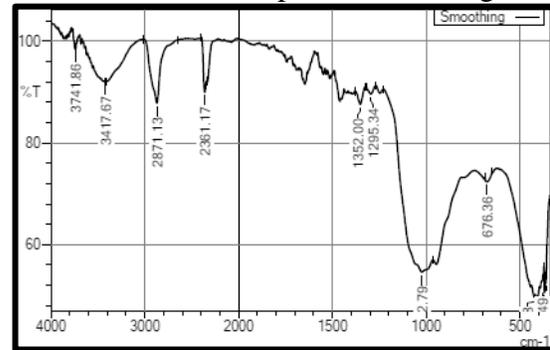
Melalui hasil analisa morfologi membran dengan metode SEM (Gambar 4.1) bisa di lihat bahwa struktur permukaan membran berserat, serat-serat pada permukaan membran hanya tertumpuk secara acak kedalam matriks dan terikat satu sama lain karna adanya PEG, pori terbentuk dari celah celah antar serabut. Serat-serat ini berasal dari silika fiber, tujuan di dalam menggunakan silika fiber yakni untuk meningkatkan ketahanan membran terhadap panas. Di lihat dari struktur permukaan membran yang kami buat spesifikasinya lebih ke arah depth filter dikarenakan permukaan membran berserat akibat penambahan silika fiber, selain itu Filter berbasis membran memiliki struktur pori yang tertata secara rapi

dan terorganisir, serta menawarkan rentang porositas yang konsisten. Kurangnya homogen pada struktur tersebut karena dipengaruhi oleh waktu pengadukan di dalam proses pembuatan membran alpa selulosa sehingga partikel PEG tidak terdistribusi merata sebagai perekat, selainitu silika fiber yang sulit larut ataupun bercampur dengan material lain.

B. Hasil Fourier Transform Infra Red (FTIR)

Adapun Hasil dari analisa Fourier Transform Infra Red (FTIR) yaitu sebagai berikut :

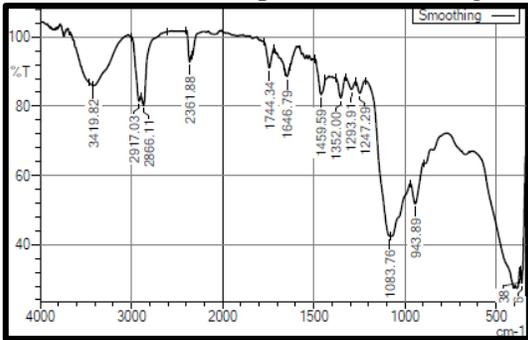
1. Pada Variasi Alpa Selulosa 0,1 gr



Gambar 2 Hasil Uji Fourier Transform Infra Red (Sampel 1)

Hasil uji FTIR membran selulosa mampu di lihat pada gambar 4.3 pada gelombang 3741.86 terdapat ikatan O-H senyawa fenol 98% dengan intensitas sedang. Selanjutnya pada 3417.67 terdapat ikatan O-H senyawa alkohol ikatan hidrogen 90% dengan intensitas sedang. Berikutnya pada 2871.13 terdapat ikatan C-H senyawa alkana 88% dengan intensitas kuat berikutnya di 2361.17 terdapat ikatan C≡C senyawa alkuna 90% dengan intensitas kuat. Selanjutnya di lihat dari intensitas analisa tersebut 1500 terdapat gugus fungsi yang cenderung ke alkana C-H dan alkuna C-O.

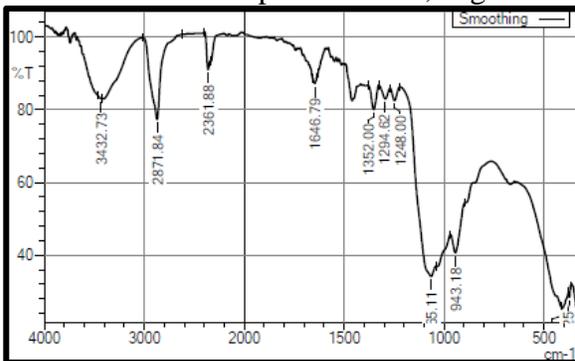
2. Pada Variasi Alpa Selulosa 0,12 gr



Gambar 3 Hasil Uji Fourier Transform Infra Red (Sampel 2)

Hasil uji FTIR membran selulosa mampu di lihat pada gambar 4.4 Pada gelombang 3419,82 terdapat ikatan O–H senyawa fenol 86% dengan intensitas lemah, pada gelombang 2917,03 terdapat ikatan C–H senyawa alkana 82% dengan intensitas kuat, pada gelombang 2361,88 terdapat ikatan C≡C senyawa alkuna 92% dengan intensitas kuat, pada gelombang 1744,34 terdapat ikatan C=O senyawa asam karbosilat 88% dengan intensitas kuat, pada gelombang 1646,79 terdapat ikatan C=C senyawa alkana 85% dengan intensitas kuat, selanjutnya di lihat dari analisa tersebut 1500 terdapat gugus fungsi yang cenderung ke alkana C-H dan alkohol C-O.

3. Pada Variasi Alpa Selulosa 0,14 gr



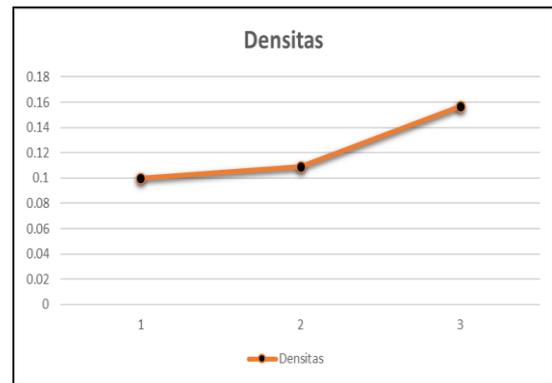
Gambar 4. Hasil Uji Fourier Transform Infra Red (Sampel 3)

Hasil uji analisa FTIR membran selulosa mampu dilihat pada gelombang 3432,73 terdapat ikatan N-H senyawa amina 81% dengan intensitas sedang, selanjutnya pada

2871,84 terdapat ikatan C-H senyawa alkana 78% dengan intensitas kuat. Selanjutnya pada 2361,88 terdapat ikatan C≡N senyawa nitril 90% intensitas kuat, selanjutnya pada 1646,79 terdapat ikatan C=C senyawa alkana 82% dengan intensitas kuat, berikutnya dilihat dari analisa tersebut 1500 terdapat gugus fungsi cenderung ke alkana C-H dan alkohol C-O.

C. Densitas

Di bawah ini ialah grafik hasil uji densitas curah dengan variasi alpa selulosa (0,1 gr, 0,12 gr, 0,14 gr).



Gambar 5 Grafik Densitas

Mampu dilihat dari tabel 4.1 dan gambar 4.5 nilai densitas curah tertinggi dari membran diperoleh dengan komposisi alpa selulosa 0,14 gr sebesar 0,1566 gr/cm³ dan hasil densitas curah terendah di peroleh dengan komposisi alpa selulosa 0,1 gr sebesar 0,1 gr/m³, mampu dilihat bahwa semakin besar komposisi alpa selulosa yang dipakai maka semakin tinggi juga densitas yang diperoleh dimana densitas curah berpengaruh pada porositas membran dan selektivitas membran tersebut. Membran yang mempunyai densitas tinggi maka membran mempunyai struktur padat, pori-pori lebih kecil hingga meningkatkan selektivitas.



PENUTUP

Kesimpulan

Adapun kesimpulan pada penelitian ini yaitu

1. Proses pembuatan membran selulosa dari bahan baku alpa selulosa dilakukan dengan penambahan ZnO, PEG, dan silika fiber, dengan metode inversi fasa, Pada penelitian ini dipakai Aplha Selulosa sebagai bahan baku utama dikarenakan fungsi alpa selulosa ialah sebagai penentu tingkat kemurnian selulosa. Semakin tinggi kadar alpa selulosa maka semakin baik kadar mutunya, dengan demikian kualitas membran bisa meningkat dengan penambahan Zinc Oxide sebagai peningkat selektivitas (porositas) dan Silika Fiber sebagai peningkat ketahanan termal.
2. Membran selulosa dengan bahan baku alpa selulosa mempunyai keunggulan yakni, ZnO meningkatkan selektivitas (porositas) pada membran dan silika fiber meningkatkan ketahanan thermal membran, dan untuk kekurangan membran alpa selulosa mempunyai keterbatasan di dalam hal solubilitas di dalam banyak pelarut, yang mampu membatasi fleksibilitas di dalam proses pembuatan membran, ZnO nano- partikel cenderung guna beragregasi, yang mampu mengurangi keefektifan dan distribusi yang merata didalam matriks membran dan silika fiber sama seleyaknya ZnO, partikel silika didalam bentuk tertentu bias menimbulkan masalah biokompa-tibilitas hingga penggunaan membran ini tergantung pada aplikasi akhir dari membran tersebut.
3. Dari hasil penelitian yang kami lakukan mampu disimpulkan guna hasil pengujian morfologi dengan metode SEM membran yang kami buat spesifikasi nya lebih ke arah depth filter

dikarenakan permukaan membran berserat, sedangkan filter berbasis membran permukaan lebih kompleks dan terstruktur. Pada hasil uji FTIR membran yang kami buat lebih banyak mengandung senyawa alkana (C-H), alkuna (C≡C), alkohol (C-O) dengan rata rata 91% dengan intensitas kuat. Dan guna hasil pengujian densitas di dapat nilai densitas tertinggi yaitu 0,1566 gr/cm³ pada variasi alpa selulosa 0,14 gr, maka semakin besar komposisi alpa selulosa yang dipakai maka semakin tinggi pula densitas yang diperoleh. Membran yang mempunyai densitas tinggi maka membran mempunyai struktur padat, pori pori lebih kecil hingga meningkatkan selektivitas.

Saran

Berdasarkan proses pelaksanaan selama Penelitian penulis menyarankan :

1. Untuk Penelitian membran selanjutnya haruslah memahami karakteristik dan kegunaan bahan baku yang digunakan, dan menambahkan lebih banyak lagi variabel penelitian guna menggali lebih dalam mengenai ilmu teknologi membran.
2. Penelitian membran ini haruslah dikembangkan lebih baik lagi agar menjadi teknologi yang berguna untuk pemurnian air.
3. Pada hasil penelitian membran ini spesifikasi yang didapat bukanlah membran selulosa melainkan depth filtrasi karena kurangnya waktu pengadukan, untuk peneli -tian selanjutnya dilakukan penelitian dengan variasi waktu yang lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdullah, R., Astira, D., Zulfiani, U., Widyanto, A. R., Hidayat, A. R. P., Sulistiono, D. O., Rahmawati, Z., Gunawan, T., Kusumawati, Y., Othman,
- [2] M. H. D., & Fansuri, H. (2024).



- [3] *Fabrication of composite membrane with microcrystalline cellulose from lignocellulosic biomass as filler on cellulose acetate based membrane for water containing methylene blue treatment.*
- [4] 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 Ar-Raniry.
- [5] Batu, Matius Stefanus. 2016. *Pengaruh Penambahan Asam Sulfosuksinat Terhadap Sifat Dan Kinerja Membran Komposit Kitosan-Montmorilonit Termodifikasi Silan Untuk Aplikasi DMFC.* Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] Indarti, Dwi. Nanda Widayanti., dan Neran. 2012. *Pengaruh Variasi Komposisi Pelarut Terhadap Kinerja Dan Sifat Fisikokimia Membran Selulosa Asetat.* Jember. Universitas Jember.
- [9] Klemm, D. Kramer, F. Moritz, S. Lindstorm, T. Ankerfors, M. Grak, D. 2011. *Nanocelluloses: A New Family of Nature-Based Materials.* WILEY. Online Library.
- [10] Nady, N., Franssen, M. C., Zuilhof, H., Eldin, M. S. M., Boom, R., & Schroën, K. 2011. *Modification methods for poly (arylsulfone) membranes: A mini-review focusing on surface modification.* *Desalination*, 275(1-3), 1-9. The Netherlands. Wageningen University.
- [11] Wenten, I Gede., P.T.P Aryanti., Khoiruddin., dan A.N Hakim. 2011, *Proses Pembuatan Membran.* Diklat Kuliah, Institut Teknologi Bandung.
- [12] 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.



HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN