



CHARACTERIZATION OF CELLULOSE ACETATE MEMBRANE FROM NUTMEG SHELLS

Bhayu Gita Bhernama¹⁾*, Nurhayati²⁾, Surya adi saputra¹⁾, Jihan Amalia¹⁾

¹⁾Program studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
Jln Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam, Kota Banda Aceh, 23111, Indonesia

²⁾Program studi Teknik Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
Jln Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam, Kota Banda Aceh, 23111, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received 15 Dec 2022,

Revised 05 Jun 2023,

Accepted 27 Jul 2023,

Available online 10 Aug 2023

Keywords:

- ✓ nutmeg shell
- ✓ cellulose acetate membrane
- ✓ flux
- ✓ rejection

*corresponding author:

deta.chavez1678@gmail.com

Phone: +6285274105116

<https://doi.org/10.31938/jsn.v13i3.465>

ABSTRACT

The membrane is a semipermeable selective thin layer that is used as a barrier between two phases, the feed phase and the permeate phase. Several studies have been carried out on the synthesis of cellulose acetate membranes, but research on cellulose acetate membranes from nutmeg shell waste is still rare. Therefore, the characterization of cellulose acetate membrane from a nutmeg shell was conducted. This study aims to characterize cellulose acetate membranes from nutmeg shells using the phase inversion method with variations in the weight of cellulose acetate 0.1 and 0.2 grams. The plasticizers used are polyvinyl chloride (PVC) and dope solution. Characterization was carried out in thickness, tensile strength, morphology by Scanning Electron Microscope (SEM), functional groups, membrane permeability, rejection value, degree of swelling, and membrane standards. The results obtained for good morphological characterization were found in membranes number 2 and 4, the value of rejection and flux on membrane number 2 ($t = 1$ minute) was 31.1%, and the flux value was 4.6 L/m².h for membrane number 3 ($t = 3$ minutes) 31.6% and the flux value was 0.3 L/m² per hour. The good thickness and strength of the membrane are found in the number 1 membrane, with a thickness of 0.11 mm and tensile strength of 3.06 MPa. Swelling degree and suitable membranes are found in membrane number 1, 59.52%, and 32.2%, respectively. The functional groups contained in the FTIR spectrum include the C – H group, which is located in the wave number range of 2959.79 cm⁻¹, C = O is located at 1722.06 cm⁻¹, C – O acetyl is located at 1271.04 cm⁻¹ and C – O stretching is located at 1072.13 cm⁻¹, and the presence of a PVC group is located at 742.12 cm⁻¹. The conclusion is that membrane number 1 is good for further application.

ABSTRAK

Karakteristik Membran Selulosa Asetat dari Cangkang Biji Pala

Membran merupakan suatu lapisan tipis selektif semipermeabel yang digunakan sebagai pembatas antara dua fasa, fasa umpan dan fasa permeat. Beberapa penelitian tentang sintesis membran selulosa asetat sudah banyak dilakukan, akan tetapi penelitian membran selulosa asetat dari limbah cangkang biji pala masih jarang dilakukan. Oleh karena itu, dilakukan penelitian karakterisasi membran selulosa asetat dari cangkang biji pala. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi membran selulosa asetat dari cangkang biji pala menggunakan metoda inversi fasa dengan variasi berat selulosa asetat 0,1 dan 0,2 gram, pemplastis yang digunakan adalah poli vinil klorida (PVC) dan larutan *Dope*. Karakterisasi yang dilakukan berupa ketebalan, kuat tarik, morfologi, gugus fungsi, permeabilitas membran, nilai rejeksi, derajat *swelling*, dan stabilitas membran. Hasil untuk karakterisasi morfologi yang baik terdapat pada membran nomor 2 dan 4, nilai rejeksi dan fluks terdapat pada membran nomor 2 ($t = 1$ menit) 31,1% dan nilai fluks 4,6 L/m².jam untuk membran nomor 3 ($t = 3$ menit) 31,6% dan nilai fluks 0,3 L/m².jam. Ketebalan dan kekuatan membran yang baik terdapat pada membran nomor 1, ketebalan 0,11 mm dan kuat tarik 3,06 MPa. *Swelling* dan stabilitas membran yang baik terdapat pada membran nomor 1 yaitu 59,52% dan 32,2%. Gugus fungsi yang terdapat pada spektrum FTIR tersebut diantaranya gugus C–H yang terletak pada rentang bilangan gelombang 2959,79 cm⁻¹, C=O terletak pada 1722,06 cm⁻¹, C–O asetil terletak pada 1271,04 cm⁻¹ dan C–O ulur terletak pada 1072,13 cm⁻¹, dan yang menandakan adanya gugus PVC terdapat pada 742,12 cm⁻¹. Kesimpulan diperoleh yaitu, membran nomor 1 merupakan membran yang baik untuk diaplikasikan lebih lanjut.

Kata kunci: cangkang biji pala; membran selulosa asetat; fluks; rejeksi



PENDAHULUAN

Membran merupakan suatu lapisan tipis selektif semipermeabel yang digunakan sebagai pembatas antara dua fasa, fasa umpan dan fasa permeat. Membran memiliki pori-pori dengan ukuran tertentu yang dapat menghambat komponen lain yang lebih besar dari ukuran membran dan melewatkan komponen yang memiliki ukuran yang lebih kecil daripada ukuran membran itu sendiri (Murni, 2010). Pertama kali membran diperkenalkan oleh *Loub* dan *Sourirajan* dengan menggunakan bahan dasar selulosa asetat pada proses penyaringan air. Lambat laun penelitian terhadap teknologi membran menjadi sangat diperhatikan dan berkembang. Perkembangan teknologi membran mengarah kepada bahan-bahan polimer selain selulosa asetat, seperti polisulfon, poli etersulfon, poliuretan, dan lainnya (Fitriyano & Abdullah, 2016). Proses sintesis membran yang perlu diperhatikan adalah pemilihan bahan dasarnya berupa sifat dan struktur. Proses sintesis membran selulosa asetat biasanya dilakukan inversi fasa dengan proses pencelupan. Inversi fasa ini memiliki dua tipe komposisi cetak yaitu komposisi cetak aditif anorganik dan aditif organik (Handayani et al., 2017).

Selulosa adalah polimer dari monosakarida. Selulosa dibentuk dari ikatan $\beta - 1,4$ glikosidik. Struktur kristal dari selulosa tidak mudah larut dan terurai secara fisik dan kimia. Selulosa biasanya terbentuk bersama dengan senyawa lain seperti lignin dan hemiselulosa membentuk dinding sel tanaman (Lismeri et al., 2016). Pemisahan selulosa dilakukan dengan cara ekstraksi, delignifikasi, dan *bleaching* (Fitriyano & Abdullah, 2016). Pemisahan selulosa dengan sokletasi diperoleh rendemen 81,16% (Sapitri, 2021). Sementara itu, ekstraksi selulosa menggunakan refluks diperoleh rendemen selulosa 42,88-42,91% (Dewi et al., (2017).

Hasil sintesis dari selulosa, asam asetat anhidrat, asam asetat glasial, dan asam sulfat berupa selulosa asetat (Lismeri et al., 2016). Selulosa asetat dikelompokkan menjadi monoasetat, diasetat, dan triasetat. Aplikasi dari selulosa asetat di bidang industri film, plastik *biodegradable*, bahan pelapis kertas, logam, dan kaca, sebagai perekat film topografi hingga sebagai bahan baku utama dalam proses sintesis membran (Thaiyibah et al., 2016). Menurut Riani et al., (2019), penggunaan selulosa asetat sebagai membran memiliki kelebihan yaitu biaya pengolahan yang rendah, sangat selektif pada

proses penyerapan (adsorpsi), larut pada berbagai jenis pelarut, bersifat hidrofilik, serta bersumber dari sumber daya alam yang dapat diperbarui.

Kandungan senyawa kimia dari limbah cangkang biji pala terdiri dari 21,34% selulosa, 12,93% lignin, 53,67% *crude fiber*, 6,16% abu, 0,11% fenol, dan 0,38% karbonil (Salindeho et al., 2018). Pemanfaatan dari selulosa dan lignin pada limbah cangkang biji pala cukup besar yaitu sebagai karbon aktif (Sagita et al., 2020), briket, bahan adsorben (Sagita et al., 2020), dan asap cair (Salindeho et al., 2018).

Beberapa penelitian tentang sintesis membran selulosa yang telah dilakukan seperti sintesis membran dari tanda kosong kelapa sawit menggunakan perbandingan selulosa asetat dan pelarut 1:6 dan melakukan variasi konsentrasi polietilen glikol (PEG) 10, 20, dan 30% (b/b) dengan karakteristik morfologi memperlihatkan ukuran yang halus pada penambahan konsentrasi PEG 10% (Apriani et al., 2017). Sintesis membran dari eceng gondok yang dilakukan oleh Rachmawaty et al., (2013) dengan variasi terhadap selulosa asetat 13, 14 dan 15% (b/b) dan waktu penguapan pelarut 0,5, 10, dan 15 detik dengan penambahan PEG 5% didapatkan hasil terbaik pada selulosa asetat dengan konsentrasi 15% dan waktu 15 detik. Karakterisasi membran selulosa dari eceng gondok juga telah dilakukan oleh Thaiyibah et al., (2016) yang menghasilkan konsentrasi selulosa asetat yang baik sebagai membran pada konsentrasi 6% (b/b). Silvia et al., (2016) melakukan variasi selulosa asetat untuk desalinasi air payau pada konsentrasi 16, 17, 18, 19, dan 20% (b/b) dan menyatakan semakin besar konsentrasi selulosa asetat semakin kecil nilai fluks.

Penelitian mengenai selulosa asetat dari cangkang biji pala belum banyak dilakukan. Oleh sebab itu, dilakukan karakterisasi membran selulosa asetat dari limbah cangkang biji pala menggunakan metode sokletasi, dengan variasi berat selulosa asetat, 0,10 dan 0,20 gram, polivinil klorida 0,3 dan 0,4 gram, serta pelarut tetra hidrofuran 10 mL. Dari penelitian ini diharapkan dapat dihasilkan membran selulosa asetat yang bermanfaat dan dapat digunakan untuk aplikasi lebih lanjut, seperti pemurnian limbah cair.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan diantaranya yaitu, 5 Kg limbah cangkang biji pala yang berasal dari

Aceh Selatan, asam asetat glasial p.a (smartLab), asam asetat anhidrida (merck), asam sulfat (H_2SO_4) (p) (smartLab), *Poli Vinil Chlorida* (PVC), Tetrahidrofuran (THF) dan larutan *Dope*.

Alat-alat yang digunakan diantaranya kolom kromatografi, buret, timbangan analitik, tanur, oven, *magnetic stirrer*, *hote plate*, seperangkat alat sokletasi, FTIR, XRD, *micrometer scrub*, Spektrofotometer UV-Vis dan peralatan gelas.

Metode

Sintesis Selulosa Asetat Limbah Cangkang Biji Pala

Sintesis selulosa asetat limbah cangkang biji pala dilakukan dengan variasi komposisi berdasarkan penelitian Apriani et al.(2017) dan Rachmawaty et al.(2013).

Sintesis Membran Selulosa Asetat

Masing-masing 0,3 gram PVC dimasukkan ke dalam dua buah gelas Beaker ukuran 25 mL, dilarutkan dengan 10 mL THF, ditambahkan 15 tetes *Dope* dan diaduk hingga larut. Setelah itu, campuran tersebut dimasukkan selulosa asetat dengan variasi berat 0,1 dan 0,2 gram dan ditutup rapat, serta diaduk selama 4 jam. Setelah 4 jam, sampel dituang ke dalam *petridish* dan didiamkan selama 1 jam untuk menghilangkan udara yang ada pada larutan. Setelah terbentuk membran, sampel dianalisis permeabilitas dan selektivitasnya. Hal yang sama dilakukan untuk 0,4 gram PVC. Membran selulosa asetat cangkang biji pala juga dianalisis ketebalan, kuat tarik, morfologi, gugus fungsi, permeabilitas membran, nilai rejeksi, derajat *swelling*, dan stabilitas membran (Apriani et al., 2017) dan (Rachmawaty et al., 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Membran adalah lapisan tipis semipermeable. Proses pemisahan dilakukan

berdasarkan sifat fisiknya. Membran adalah proses pemindahan materi secara selektif disebabkan oleh gaya yang berhubungan pada parameter tertentu antara dua media. Pemindahan materi disebabkan oleh perbedaan potensial listrik, kimia, dan tekanan (Prasetyo, Adiarto & Soedjono., 2003). Teknik pembuatan membran terjadi karena proses polimerisasi dari bahan dasar membrane, sehingga memiliki berat molekul yang besar dan memiliki rongga antar rantai polimer yang membentuk pori. Membran yang dihasilkan dari teknik pembuatan membran tersebut diharapkan memiliki permeabilitas (fluks) dan selektivitas (rejeksi) yang tinggi (Ernawati, 2014).

Teknik pembuatan membran yang digunakan adalah teknik inversi fasa. Teknik inversi fasa menghasilkan membran yang berpori. Penelitian yang dilakukan ini adalah pembuatan membran selulosa asetat dari limbah cangkang biji pala dengan menggunakan teknik inversi fasa dan PVC sebagai bahan pembentuk membran dan THF sebagai pelarut. Variasi komposisi bahan pembentuk membran selulosa asetat dari limbah cangkang biji pala dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 memberikan gambaran terkait dengan komposisi bahan dari membran selulosa asetat yang dibuat. Variasi dari komposisi membran selulosa asetat tersebut berbeda-beda sehingga mempengaruhi proses kinerja dari membran. Bahan yang digunakan dalam pembuatan membran diantaranya adalah PVC yang berfungsi untuk memperkuat sifat mekanik dari membran selulosa asetat, sehingga membran tersebut tidak mudah robek. PVC bersifat kaku dan keras maka ditambahkan larutan *Dope*, sehingga membran yang dihasilkan memiliki sifat yang lentur, elastis, dan memudahkan partikel dari selulosa asetat masuk kedalam rantai polimer PVC. Selain itu juga, variasi dari selulosa yang ditambahkan juga berpengaruh terhadap kemampuan daya serap dari membran yang dihasilkan (Thaiyibah et al., 2016).

Tabel 1. Komposisi dan Variasi Bahan Pembentuk Membran Selulosa Asetat dari Limbah Cangkang Biji Pala

Kode Sampel	Berat Poli Vinil Klorida (PVC) (gram)	Berat Selulosa Asetat (gram)	Tetrahidrofuran (THF) (mL)	<i>Dope</i> (Tetes)
1	0,3	0,1	10	15
2	0,4	0,1	10	15
3	0,3	0,2	10	15
4	0,4	0,2	10	15

Analisis Morfologi Membran Menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM)

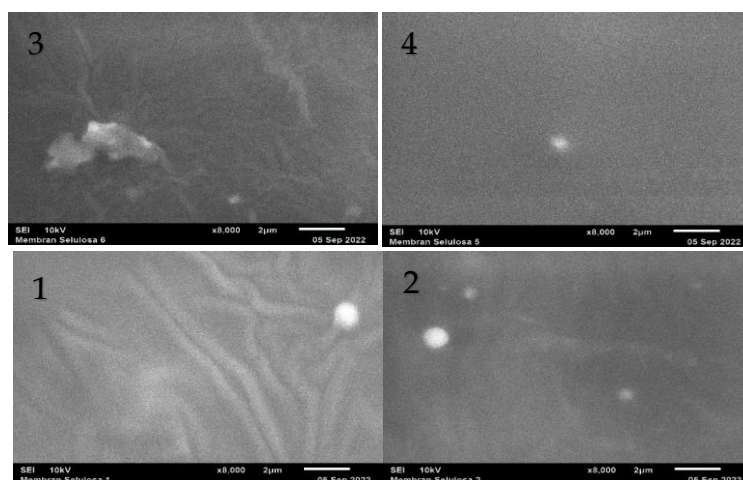
Hasil uji morfologi dari membran selulosa asetat limbah cangkang biji pala menggunakan analisis SEM dapat dilihat pada Gambar 1. Dari Gambar 1 terlihat morfologi permukaan dengan perbesaran 8000 kali dari membran 1, 2, 3, dan 4. Membran 1 memiliki komposisi PVC 0,3 gram dan selulosa asetat 0,1 gram. Hasil uji morfologi permukaan, terlihat struktur permukaan yang masih kasar dan kurang rapat dibandingkan dengan membran 2 yang memiliki komposisi PVC 0,4 gram dan selulosa asetat 0,1 gram. Hal ini karena masih terdapat serat dari selulosa asetat. Selain itu, semakin banyak jumlah PVC yang ditambahkan dalam proses pembuatan membran, maka akan semakin halus dan rata permukaan membran tersebut. Begitu juga halnya untuk membran 3 dan 4. Membran 3 dengan komposisi PVC 0,3 gram dan selulosa asetat 0,2 gram memiliki permukaan yang kasar, tidak rata dan terlihat serat dari selulosa asetat (Gambar 1.3). Berbeda halnya membran 4 dengan komposisi PVC 0,4 gram dan selulosa asetat 0,2 gram yang memiliki permukaan membran yang halus dan rata tanpa serat (Gambar 1.4).

Penentuan Permeabilitas (Fluks) dan Rejeksi Membran

Fluks adalah jumlah volume permeat yang melewati satu satuan luas permukaan membran dengan waktu tertentu yang dipengaruhi oleh adanya tekanan. Nilai fluks dipengaruhi oleh

komposisi membran dan tekanan. Suatu volume dari permeat yang melewati membran selulosa asetat dipengaruhi oleh komposisi atau jumlah selulosa asetat. Semakin besar jumlah komposisi selulosa asetat yang terdapat pada membran semakin kecil nilai fluks yang dihasilkan, dan semakin kecil ukuran pori pada permukaan membran atau semakin sedikit jumlah pori yang terbentuk pada permukaan membran. Sebaliknya, semakin besar komposisi jumlah dari selulosa asetat semakin besar pula nilai rejeksi yang dihasilkan (Silvia, Pinem & Irianty, 2016). Nilai fluks dan rejeksi dari membran selulosa asetat limbah cangkang biji pala dapat dilihat pada Tabel 2.

Nilai fluks memiliki tujuan untuk melihat porositas membran, baik bentuk pori maupun ukuran pori. Semakin besar porositas maka nilai fluks dan laju alir dari membran makin besar. Nilai fluks terbesar terdapat pada membran selulosa asetat limbah cangkang biji pala nomor 2 dan 4 dengan waktu 1 menit. Komposisi yang terdapat pada membran selulosa nomor 2 diantara PVC 0,4 gram dan selulosa asetat 0,1 gram dan membran selulosa nomor 4 diantara PVC 0,4 gram dan selulosa asetat 0,2 gram dengan nilai fluks 4,69 L/m².jam (dapat dilihat pada Tabel 2). Hal ini disebabkan komposisi polimer yang terdapat pada membran yang sedikit, sehingga derajat ikatan yang terjadi juga sedikit dan menghasilkan porositas yang besar. Porositas besar menghasilkan nilai fluks yang besar (Prasetyo, Adiarito & Soedjono., 2003).



Gambar 1. Morfologi Permukaan Membran Selulosa Asetat dari Limbah Cangkang Biji Pala, (1) PVC 0,3 gram dan selulosa asetat 0,1 gram, (2) PVC 0,4 gram dan selulosa asetat 0,1 gram, (3) PVC 0,3 gram dan selulosa asetat 0,2 gram dan (4) PVC 0,4 gram dan selulosa asetat 0,2 gram

Tabel 2. Nilai Fluks dan Rejeksi dari Membran Selulosa Asetat Limbah Cangkang Biji Pala

Kode Sampel	Waktu (menit)	Volume Permeat (mL)	Luas Penampang (cm ²)	Fluks (L/m ² .jam)	Rejeksi (%)
1	1	1	4	1,56	23
	3	6	4	0,3	25,4
	5	9	4	2,71	28,5
2	1	3	4	4,69	31,1
	3	7	4	3,5	25,7
	5	11	4	3,3	25,4
3	1	3,5	4	5,46	27,5
	3	6	4	0,3	31,6
	5	8	4	2,42	41
4	1	3	4	4,69	16,7
	3	8	4	4	21,8
	5	12	4	3,61	29,5

Dari Tabel 2. dapat dilihat, pada penambahan selulosa asetat 0,1 dan 0,2 gram dengan berat PVC 0,4 gram, nilai fluks yang dihasilkan dari penambahan selulosa asetat 0,1 gram meningkat seiring bertambahnya waktu. Akan tetapi, pada penambahan selulosa asetat 0,2 gram pada kondisi waktu yang sama nilai fluks yang dihasilkan mengalami penurunan. Hal ini karena pada saat pengujian penambahan 0,2 gram selulosa asetat kurang baik dalam penentuan laju alir yang menyebabkan nilai fluks bertambah. Selain itu, semakin besar komposisi jumlah PVC, semakin besar nilai fluks yang dihasilkan dan semakin kecil nilai rejeksinya. Hal ini karena peningkatan nilai fluks memperbesar pori membran yang terbentuk. Dari Tabel 1 memperlihatkan membran 1 dan membran 2 merupakan variasi penambahan jumlah PVC 0,3 dan 0,4 gram. Nilai fluks dan rejeksi dari membran 1 dan membran 2 dapat dilihat pada Tabel 2. Pada waktu yang sama sekitar 5 menit membran 1 dan membran 2 mengalami peningkatan terhadap nilai fluks yaitu sebesar 2,71 dan 3,3 L/m².jam dan nilai rejeksi yang mengalami penurunan sebesar 28,5 dan 25,4%.

Dari Tabel 2, juga dapat dilihat bahwa nilai fluks terkecil terdapat pada membran 1 dan 3 pada menit ke-3. Komposisi membran 1 yaitu PVC 0,3 gram dan selulosa asetat 0,1 gram dan untuk membrane 3 memiliki komposisi PVC 0,3 gram

dan selulosa asetat 0,2 gram. Menurut Suseno et al., (2003), pori-pori membran terbentuk karena adanya matrik polimer penyusun membran sehingga semakin banyak selulosa asetat maka polimer semakin rapat dan pori semakin kecil.

Selektivitas membran dinyatakan melalui koefisien rejeksi, dapat diartikan sebagai ukuran terhadap kemampuan membran untuk menahan atau melewati suatu spesi tertentu. Selektivitas membran ini bergantung kepada interaksi membran dengan partikel terlarut, ukuran pori dan ukuran partikel zat yang akan melewati pori membran tersebut (Silvia, Pinem & Irianty, 2016).

Nilai rejeksi yang tinggi memperlihatkan bahwa membran memiliki sifat pemisahan yang baik. Jika nilai rejeksi dikaitkan dengan masa molekul dari permeat yang berbeda, maka dapat diperoleh nilai *Molecular Weight Cutt Off* (MWCO). MWCO ini menyatakan suatu batasan nilai berat molekul yang dapat ditahan oleh membran dengan nilai batas rejeksinya diatas 95% (Apriani et al., 2017). Nilai selektivitas membran juga dipengaruhi oleh tekanan. Nilai selektivitas membran berkurang seiring dengan bertambahnya tekanan. Tekanan menyebabkan pori yang ada pada permukaan membran melebar sehingga partikel-partikel yang seharusnya dapat ditahan oleh membran menjadi tidak dapat ditahan (Effendi et al., 2018).

Tabel 3. Nilai Ketebalan dan Kuat Tarik Membran Selulosa Asetat Limbah Cangkang Biji Pala

Kode Sampel	Ketebalan (mm)	Kuat Tarik (Mpa)	Elastic Modulus (Mpa)	Elongation (%)
1	0,11	3,06	0,88	347,39
2	0,17	1,45	0,48	302,31
3	0,13	0,80	0,44	182,45
4	0,20	1,06	0,54	196,81

Ketebalan dan Kuat Tarik Membran

Ketebalan suatu membran erat kaitannya dengan ketahanan membran. Apabila membran yang dihasilkan semakin tebal, ketahanan membran yang dihasilkan juga besar, kekuatan membran meningkat dan nilai fluks yang dihasilkan menjadi kecil. Akan tetapi untuk nilai rejeksi, ketebalan membran dinilai tidak berpengaruh (Prasetyo, Adiarto & Soedjono., 2003). Ketebalan suatu membran juga erat kaitannya dengan kuat tarik membran, semakin tebal membran yang dihasilkan semakin besar nilai kuat tarik. Kuat tarik suatu membran berkaitan dengan sifat mekaniknya. Semakin sulit membran untuk ditarik, maka semakin baik membran tersebut digunakan dalam pengaplikasiannya. Pengujian kuat tarik ini merupakan parameter yang penting karena kuat tarik akan menjadi pertimbangan dalam pemilihan membran yang akan digunakan pada aplikasinya. Sifat mekanik diantaranya berupa kekuatan, kekerasan, kekakuan dan elastisitas membran (Maryam et al., 2019). Hasil uji ketebalan dan kuat tarik membran selulosa asetat dari limbah cangkang biji pala dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. memperlihatkan nilai ketebalan dan kuat tarik membran selulosa asetat dari cangkang biji pala. Ketebalan membran yang besar terdapat pada membran 4 yaitu 0,20 mm dan membran yang kecil pada membran 1 yaitu 0,11 mm. Hasil kuat tarik dari membran 4 yaitu 1,06 MPa dengan nilai *elongation* 196,81% dan kuat tarik dari membran 1 yaitu 3,06 MPa dengan nilai *elongation* sebesar 347,39%. Hal ini menandakan gaya yang diberikan untuk menarik membran semakin besar (Apipah, Irmansyah & Juansah., 2014). Peningkatan nilai kuat tarik dipengaruhi oleh ukuran serat penyusun selulosa asetat. Semakin kecil ukuran serat selulosa asetat semakin tinggi nilai kuat tarik yang dihasilkan. Hasil uji tarik dari membran selulosa asetat limbah cangkang biji pala belum memenuhi standar minimal kuat tarik (Apriani et al., 2017). Batas minimal kuat tarik untuk membran selulosa asetat adalah 30 MPa, sedangkan untuk PVC adalah 20 MPa (Hartanto et al., 2007).

Swelling dan Ketahanan Membran

Derajat *swelling* merupakan kemampuan suatu membran untuk menyerap air. Derajat *swelling* biasanya digunakan untuk menentukan kualitas dari suatu membran atau dengan kata lain

menunjukkan parameter dari kualitas suatu membran (Gunawan et al., 2017). Proses mendapatkan derajat *swelling* ini dengan cara perendaman selama 24 jam di dalam air dan dikeringkan. Hasil derajat *swelling* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Derajat *Swelling* dan Stabilitas Membran Selulosa Asetat Limbah Cangkang Biji Pala

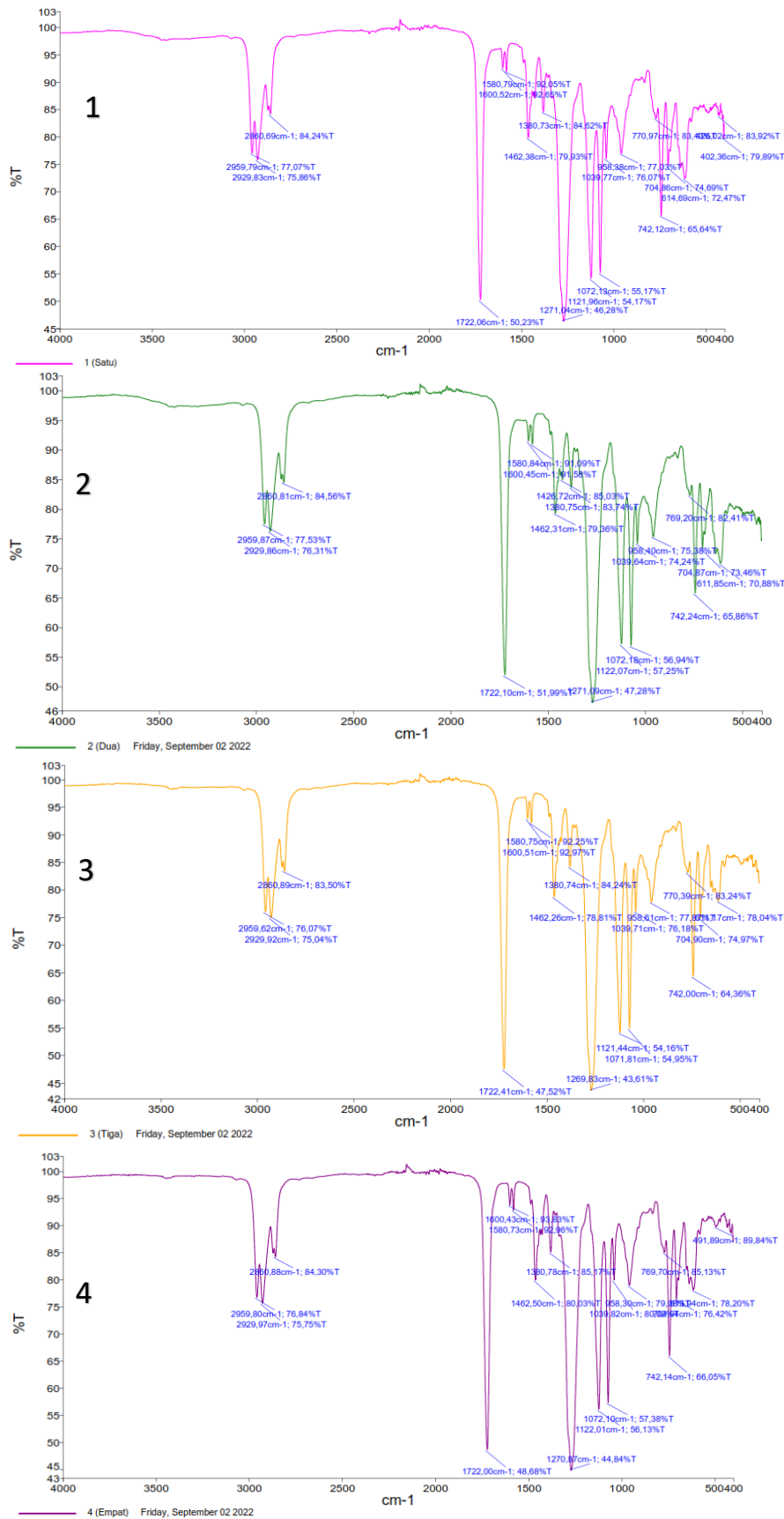
Kode Sampel	Derajat <i>Swelling</i> (%)	Stabilitas Membran (%)
1	59,52	32,2
2	16,44	8,75
3	4,65	9,34
4	24,06	2,72

Tabel 4 memaparkan derajat *swelling* dari membran selulosa asetat. Membran 1 memiliki nilai derajat *swelling* yang besar yaitu 59,52% dan derajat *swelling* terkecil terdapat pada membran 3 yaitu 4,65%. Membran 1 memiliki komposisi PVC 0,3 gram dan selulosa asetat 0,1 gram sedangkan membran 3 memiliki komposisi PVC 0,3 gram dan selulosa asetat 0,2 gram.

Uji stabilitas membran merupakan salah satu bagian dari parameter uji membran yang sangat penting dilakukan, karena uji stabilitas membran ini menjadi penentu dari kualitas membran yang dihasilkan. Uji stabilitas membran biasanya menggunakan pelarut asam, karena dalam aplikasinya membran digunakan terhadap limbah cair yang bersifat asam. Penelitian ini melakukan perendaman membran selulosa asetat limbah cangkang biji pala kedalam larutan asam sulfat 5 N selama 24 jam. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4. Dari data pada Tabel 4., membran 1 memiliki nilai stabilitas membran yang lebih besar dibandingkan membran lainnya.

Karakterisasi Gugus Fungsi Menggunakan FTIR

Karakterisasi membran selulosa asetat limbah cangkang biji pala menggunakan FTIR bertujuan untuk melihat gugus yang terdapat pada membran tersebut. Gambar 2 merupakan spektrum FTIR dari membran selulosa asetat berdasarkan variasi berat selulosa asetat dan variasi PVC yang digunakan. Hasil yang diperoleh yaitu terdapat 4 spektrum dengan intensitas sinar dan puncak serapan yang hampir sama.



Gambar 2. Spektrum FTIR dari Membran Selulosa Cangkang Biji Pala (1) PVC 0,3 gram dan selulosa asetat 0,1gram, (2) PVC 0,4 gram dan selulosa asetat 0,1 gram, (3) PVC 0,3 gram dan selulosa asetat 0,2 gram dan (4) PVC 0,4 gram dan selulosa asetat 0,2 gram

Gugus fungsi yang terdapat pada spektrum FTIR tersebut diantaranya gugus C–H yang terletak pada panjang gelombang $2959,79\text{ cm}^{-1}$, C = O terletak pada $1722,06\text{ cm}^{-1}$, C – O asetil terletak pada $1271,04\text{ cm}^{-1}$ dan C – O ulur terletak di $1072,13\text{ cm}^{-1}$, dan yang menandakan adanya gugus PVC terdapat pada $742,12\text{ cm}^{-1}$. Nilai intensitas pada membran 2, 3 dan 4 mendekati nilai intensitas dari gugus fungsi yang ada pada membran 1.

KESIMPULAN

Membran 2 dengan komposisi PVC 0,4 gram dan selulosa asetat 0,1 gram dan nomor 4 dengan komposisi PVC 0,4 gram dan selulosa asetat 0,2 gram memiliki karakter morfologi yang baik dibandingkan membran lainnya. Nilai rejeksi dan fluks yang terdapat pada membran 2 ($t=1$ menit) masing-masing adalah 31,1% dan $4,6\text{ L/m}^2\text{.jam}$ dan untuk membran nomor 3 ($t=3$ menit) sebesar 31,6% dan $0,3\text{ L/m}^2\text{.jam}$. Ketebalan dan kekuatan membran yang baik terdapat pada membran 1 dengan masing-masing bernilai 0,11 mm dan 3,06 Mpa. *Swelling* dan stabilitas membran yang baik terdapat pada membran 1 yaitu masing-masing sebesar 59,52% dan 32,2%. Gugus fungsi yang terdapat pada spektrum FTIR membran selulosa asetat diantaranya gugus C–H, C=O, C–O asetil, dan C–O, serta gugus penanda PVC.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Lembaga Pusat Penelitian dan Publikasi UIN Ar-Raniry Banda Aceh yang telah memberikan sumber pendanaan penelitian ini melalui DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

DAFTAR PUSTAKA

- Apipah, Irmansyah, J. (2014). Sintesis dan karakteristik membran nilon yang berasal dari limbah benang. *Jurnal Biofisika*, 10(1), 8–18.
- Apriani, R., Rohman, T., & Mustikasari, K. (2017). Sintesis dan karakterisasi membran selulosa asetat dari tandan kosong kelapa sawit. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 9(2), 91–98.
- Dewi, A. M. P., Kusumaningrum, M. Y., Pranoto, Y., & Darmadji, P. (2017). Ekstraksi dan karakterisasi selulosa dari limbah ampas sagu. *Prosiding SNST Ke-8 Tahun 2017*, 1(1), 6–9.
- Effendi, F., Elvia, R., & Amir, H. (2018). Preparasi dan karakterisasi mikrokrystalin selulosa (MCC) berbahan baku tandan kosong kelapa sawit (TKKS). *Alotrop*, 2(1), 52–57.
<https://doi.org/10.33369/atp.v2i1.4672>
- Ernawati. (2014). Pembuatan membran selulosa asetat termodifikasi zeolit alam lampung untuk pemisahan etanol-air secara pervaporasi. *Chimica et Natura Acta*, 2(1), 101–104.
- Fitriyano, G., & Abdullah, S. (2016). Sintesis selulosa asetat dari pemanfaatan limbah kulit pisang diaplikasikan sebagai masker asap rokok. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 1(1), 1–7.
- Gunawan, R., Shofiyani, A., & Zaharah, T. A. (2017). Pengaruh penambahan karbon aktif. ISSN 2303-1077. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 7(1), 1–9.
- Handayani, S., Husnil, Y. A., & Latifa, P. (2017). Pembuatan membran selulosa asetat untuk aplikasi pemekatan jus buah. *Polimer Indonesia*, 20(1), 38–49.
- Hartanto, S., Handayani, S., Marlina, L., (2007). Karakteristik membran *swelling* air dan metanol pada membran. *Indonesian Journal Of Materials Science*, 8(3), 205–208.
- Lia Lismeri, Poppy Meutia Zari, Tika Novarani, Y. Da. (2016). Sintesis selulosa asetat dari limbah batang ubi kayu. *Jurnal Rekayasa Kimia Dan Lingkungan*, 11(2), 82–91.
- Maryam, M., Rahmad, D., & Yunizurwan, Y. (2019). Sintesis mikro selulosa bakteri sebagai penguat (*reinforcement*) pada komposit bioplastik dengan matriks PVA (*polivinil alcohol*). *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 41(2), 110.
<https://doi.org/10.24817/jkk.v41i2.4055>
- Murni, S. W. (2010). Preparasi membran selulosa asetat untuk penyaringan nira tebu. *Eksergi*, 10(2), 36.
- Nafi'ah & Primadevi. (2020). Sintesis membran

- selulosa asetat termodifikasi Na₂EDTA dari bagas tebu untuk adsorpsi logam Pb. *Cendiakia Utama*, 9(3), 272–281.
- Prasetyo., Adiarto., S. (2003). Rekayasa pembuatan membran selulosa asetat untuk pemisahan larutan deterjen. *Jurnal Purifikasi*, 4(3), 127–132.
- Rachmawaty, R., Meriyani, M., & Slamet Priyanto, I. (2013). Sintesis selulosa diasetat dari eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan potensinya untuk pembuatan membran. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 2(3), 8–16. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtkiTelp/Fax>:
- Rachmawaty, Meriyani, P. (2013). Membran selulosa dari eceng gondok. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 2(3), 8–16.
- Riani, P., Putri, A., Padang, P. A. T. I., Email, P., Padang, P. A. T. I., & Email, P. (2019). Pembuatan dan karakterisasi membran selulosa asetat dari limbah kulit kakao (*Theobroma cacao L.*) dengan metode inversi fasa untuk adsorpsi logam timbal. *ACE Conference 6th*, 1018–1027.
- Sagita, N., Aprilia, H., & Arumsari, A. (2020). Penggunaan karbon aktif tempurung pala (*Myristica fragrans Houtt*) sebagai adsorben untuk pemurnian minyak goreng bekas pakai. *Prosiding Farmasi*, 6(1), 74–80.
- Salindeho, N., Mamuaja, C., & Pandey, E. (2018). Potential of liquid smoke product of pyrolysis of nutmeg shell as smoking raw material. *International Journal of ChemTech Research*, 11(06), 239–245. <https://doi.org/10.20902/ijctr.2018.110630>
- Sapitri, R. A. (2021). Ekstraksi dan karakterisasi selulosa dari kulit buah aren (*Arenga pinnata*) untuk penyerapam ion logam Cr(VI). In *Skripsi* (Issue Universitas Jambi).
- Silvia, Pinem, I. (2016). Sintesis membran selulosa asetat untuk desalinasi air payau. *Jom FTEKNIK*, 3(1), 1–9.
- Suseno, N., Adiarto, T., Atie, S., Kimia, J. T., Teknik, F., & Surabaya, U. (2003). Selulosa asetat dan optimasi membran selulosa asetat pada proses mikrofiltrasi bakteri. *Unitas*, 11(2), 29–45.
- Thaiyibah, N., Alimuddin, & Panggabean, A. S. (2016). Pembuatan dan karakterisasi membran selulosa asetat-PVC dari eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) untuk adsorpsi logam tembaga (II). *Jurnal Kimia Mulawarman*, 14(1), 29–35.