

Pembuatan Membran Selulosa Asetat Dari Serat Buah Kapuk Randu

Wilis Tanu Murti*, Tubagus Rafli Akhdan Kusuma, Nurul Widji Triana

Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

*Koresponden email: wilistm4@gmail.com

Diterima: 13 Juli 2025

Disetujui: 27 Juli 2025

Abstract

The aim of this study is to extract cellulose from kapok fibre and develop an environmentally friendly cellulose acetate-based membrane for use in separation applications. The fabrication process involved delignification, bleaching, acetylation and casting the membrane using the phase inversion method. Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) analysis revealed the presence of carbonyl (C=O) and ester (O–H stretching) groups, indicating the successful synthesis of cellulose acetate. Morphological analysis using SEM showed a homogeneous, asymmetric pore structure, demonstrating the membrane's suitability for separation applications. Contact angle measurements revealed the highest value at cycle 3, with a 65% acetone concentration and an acetyl content of 41.35%. This suggests a correlation between acetyl content and membrane hydrophobicity. These findings highlight the potential of kapok fibre as a valuable alternative source of cellulose. Furthermore, the developed membrane exhibits promising properties for sustainable, eco-friendly, membrane-based separation technologies. Overall, using kapok fibre adds value to agricultural waste and supports green innovation in developing materials for environmental applications.

Keywords: *kapok fiber; cellulose extraction; cellulose acetate; membrane; phase inversion*

Abstrak

Studi ini bertujuan untuk mengekstrak selulosa dari serat kapuk dan mengembangkan membran berbasis selulosa asetat sebagai alternatif ramah lingkungan untuk aplikasi pemisahan. Proses fabrikasi melibatkan delignifikasi, pemutihan (bleaching), asetilasi, dan pencetakan membran menggunakan metode inversi fasa. Analisis FTIR menunjukkan adanya gugus karbonil (C=O) dan ester (O–H stretching), yang mengindikasikan keberhasilan sintesis selulosa asetat. Analisis morfologi menggunakan SEM menunjukkan struktur pori yang homogen dan asimetris, menunjukkan karakteristik yang diinginkan untuk aplikasi pemisahan. Pengukuran sudut kontak menunjukkan nilai tertinggi pada siklus 3 dengan konsentrasi aseton 65% dan kandungan asetil 41,35%, menyiratkan korelasi antara kandungan asetil dan hidrofobisitas membran. Temuan ini menyoroti potensi serat kapuk sebagai sumber selulosa alternatif yang berharga. Selain itu, membran yang dikembangkan menunjukkan karakteristik yang menjanjikan untuk teknologi pemisahan berbasis membran yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Secara keseluruhan, penggunaan serat kapuk tidak hanya menambah nilai pada limbah pertanian tetapi juga mendukung inovasi hijau dalam pengembangan material untuk aplikasi lingkungan.

Keywords: *serat kapuk, ekstraksi selulosa, selulosa asetat, membran, inversi fasa*

1. Pendahuluan

Teknologi pemisahan merupakan salah satu teknologi yang telah lama dipergunakan, terlebih teknologi ini telah banyak dipergunakan di berbagai sektor industri. Banyak teknologi pemisahan konvensional digantikan dengan teknologi pemisahan menggunakan membran. Membran merupakan suatu unit operasi yang dapat menunjang proses dalam dunia industri seperti pengolahan limbah, pengolahan air, dan pemisahan bahan organik [1]. Membran adalah kunci dari proses pemisahan, hal tersebut dapat menyebabkan membran dapat dikembangkan dalam segi bahan yang dipakai, dan efisiensi dalam prosesnya. Dengan adanya teknologi membran yang semakin meningkat ini terdapat banyak jenis polimer yang tersedia, murah dalam produksi dan mudah dalam penanganan mekanis, sehingga dalam penelitian ini diharapkan memiliki keunggulan dapat digunakan dalam proses pemisahan sesuai dengan karakterisasi yang didapatkan. Salah satu tanaman yang mempunyai kandungan selulose tinggi adalah tanaman Randu seperti tampak dalam **Gambar 1** [2].

Tanaman Randu (*Ceiba pentandra Gaertner*) banyak tersebar di Asia, termasuk di India, Indonesia, Thailand, dan Filipina, di mana tanaman ini dibudidayakan. Sementara itu, di Afrika, hanya sebagian tanaman kapuk yang dibudidayakan [3]. Kapuk juga dapat hidup di daerah kering dan suhu di bawah nol

derajat dalam jangka pendek serta sangat sensitif terhadap api serat kapuk umumnya berwarna putih mengkilap. Serat kapuk merupakan sumber selulosa hal ini dikarenakan serat kapuk mempunyai kandungan selulosa berkisar di antara 21%-64% [4]. Komposisi kimia biomassa merupakan parameter penting dalam menentukan potensi aplikatif suatu material lignoselulosa. **Tabel 1** menyajikan kandungan hemiselulosa, selulosa, dan lignin pada bagian serat, kulit, dan biji buah kapuk randu (*Ceiba pentandra*) berdasarkan data dari beberapa literatur terdahulu.



Gambar 1. Serat Kapuk Randu

Tabel 1. Kandungan pada serat, kulit dan biji pada buah kapuk randu

| Keterangan | Hemiselulosa (%) | Selulosa (%) | Lignin (%) | Literatur |
|------------|------------------|--------------|-------------|-----------|
| Serat | 22-45 | 21-64 | 15-22 | [5] |
| Kulit | 27,12 - 33,25 | 23,24 | 10,37 | [6] |
| Biji | 27,12- 33,25 | 23,82-36,3 | 10,54-26,02 | [7] |

Derajat substitusi (DS) merupakan nilai substituent asetil yang diukur berdasarkan jumlah asam asetat yang diesterifikasi pada rantai selulosa. Berdasarkan derajat substitusi selulosa asetat dibagi menjadi tiga yaitu selulosa monoasetat dengan derajat substitusi (DS) 0-2, selulosa diasetat dengan derajat substitusi (DS) 2,0-2,8, selulosa triasetat dengan derajat substitusi (DS) 2,8-3,0. Jumlah gugus hidroksil yang tergantung oleh gugus asetil berpengaruh terhadap aplikasi selulosa asetat [8].

Delignifikasi ialah proses yang dilakukan untuk mengurangi kadar lignin pada bahan yang mengandung lignoselulosa. Proses delignifikasi ini akan membuka struktur ligniselulosa sehingga selulosa yang terdapat dalam bahan lebih mudah diambil. Proses ini dilakukan dengan melarutkan bahan yang mengandung lignin sehingga bisa mempermudah pemisahan antara lignin dengan serat. Beberapa cara dapat dilakukan dalam proses delignifikasi seperti secara panas (thermal), kimia dan biologis. Kandungan kompleks dalam kandungan lignin dan merupakan gabungan beberapa senyawa, seperti karbon, hidrogen, dan oksigen. Proses pemisahan atau penghilangan lignin serat selulosa dengan delignifikasi atau pulping [9].

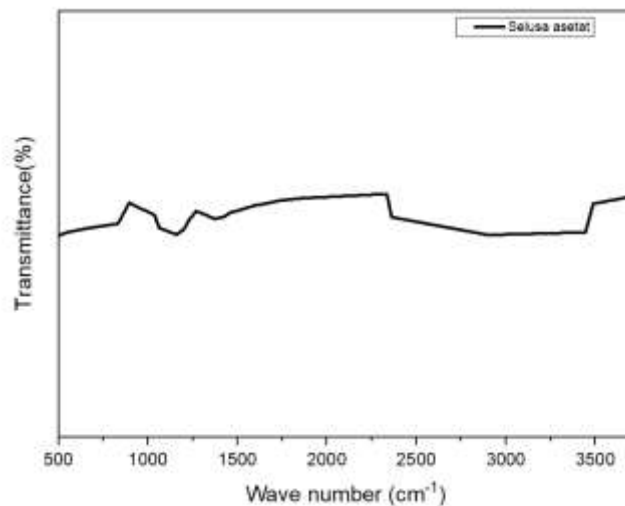
Setelah delignifikasi, dilakukan bleaching untuk menghilangkan sisa lignin dan hemiselulosa. Lalu selanjutnya proses asetilasi, Proses asetilasi adalah langkah mengganti gugus selulosa hidroksil dengan gugus asetil, sebagian atau seluruhnya, sehingga produk asetat salisilat diproduksi. Gugus asetil diperoleh dari agen anhidrida asetat. Asetilasi biasanya menggunakan pelarut asam asetat menggunakan katalis asam sulfat. Perawatan ini tergantung pada jumlah bahan yang dapat sepenuhnya larut dalam campuran asetilas. Asetilasi adalah langkah utama dalam proses sintesis selulosa asetat [10].

Pembuatan membran merupakan tahap lanjutan setelah proses asetilasi. Membran didefinisikan sebagai lapisan tipis dan semipermeabel yang berfungsi untuk memisahkan dua fasa, yaitu fasa umpan dan fasa permeat [11]. Karakterisasi membran menjadi aspek penting dalam menilai performanya, yang umumnya mencakup parameter ketebalan, kuat tarik, dan elastisitas. Ketebalan membran digunakan untuk mengukur derajat penyusutan yang terjadi setelah proses pengeringan. Sementara itu, kuat tarik dan elastisitas digunakan untuk menilai kemampuan membran dalam menahan gaya mekanik serta fleksibilitasnya terhadap deformasi selama proses pemisahan berlangsung [12].

Berdasarkan geometri porinya membran dibedakan menjadi 2 yakni, membran simetrik dan asimetrik membran simetrik Membran ini memiliki pori yang cenderung lebih besar dimana ketebalan yang dimiliki berkisar 20-200 μm . Membran ini memiliki struktur homogen di semua pori, hal ini membuat jenis membran ini kurang efektif karena memungkinkan terjadinya penyumbatan pada masing-masing pori dan akan lebih cepat menurunkan kinerja filtrasi. Membran asimetrik memiliki komposisi yang tidak seragam dimana lapisan yang terdiri dari lapisan-lapisan tipis. Ketebalan bagian atas atau lapisan aktif sebesar 0,1-1 μm , sedangkan pada struktur tebal yang berpori memiliki ketebalan 100-200 μm struktur yang tebal [13].

Pembuatan membran dengan metode inversi fasa merupakan salah satu teknik yang sering digunakan untuk menghasilkan membran organik. Proses tersebut melibatkan perubahan fase dari larutan homogen cair ke fase padat, yang kemudian dicetak pada permukaan datar dengan perendaman menggunakan aquades dalam pembuatan membran dengan metode ini. Selama proses inversi fasa, larutan polimer yang stabil secara termodinamika diubah dari cair menjadi padat secara terkendali. Pemadatan ini didahului oleh demixing cair-cair. Beberapa saat setelah permulaan demixing menjadi fase kaya polimer dan fase tanpa polimer, fase dengan konsentrasi polimer tertinggi akan mulai mengeras melalui proses seperti gelasi, vitrifikasi, atau kristalisasi. Fase yang miskin polimer akan menyebabkan pori-pori pada material yang memadat, sedangkan fase yang kaya akan polimer akan mengarah pada matriks membran padat maka terbentuklah membran[14].

Dalam mengidentifikasi selulosa asetat yang terbentuk terdapat beberapa uji seperti SEM, FTIR pada material selulosa. Dalam analisa selulosa asetat FTIR digunakan untuk mengidentifikasi tingkat asetilasi. Peningkatan intensitas pita C=O menunjukkan keberhasilan pada proses asetilasi. Gambar di bawah ini menunjukkan spektrum FTIR dari selulosa asetat komersil, dengan sumbu X merepresentasikan bilangan gelombang (cm^{-1}) dan sumbu Y merepresentasikan transmitansi (%) [15].



Gambar 2. Spektrum Selulosa Asetat Komersil

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mensintesis selulosa asetat dari kapuk dan mencetaknya menjadi sebuah membran yang akan diidentifikasi sebagai suatu membran pemisahan serta mengkaji karakteristiknya berdasarkan ukuran pori yang dihasilkan. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi untuk pengembangan bahan baku serat selulosa asetat sebagai pembuatan membran yang berpotensi dan berkelanjutan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan bahan utama yaitu serat kapuk dari tanaman pohon randu yang diambil dari Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur. Sedangkan bahan pembantu yang digunakan meliputi Natrium Hidroksida (NaOH) 17,5%, Asam Asetat Glisial (CH_3COOH) 99,8%, Hidrogen Peroksida (H_2O_2) 3%, Asam Fosfat (H_3PO_4) 98%, Aseton ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$), Etil Eter dan Aquadest yang dibeli di toko bahan kimia Wonorejo, Surabaya, Jawa Timur.

Proses dimulai dengan analisa bahan baku, yakni serat kapuk, untuk mengetahui komposisi awal seperti kandungan lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Setelah itu, 20 g serat kapuk direaksikan dengan larutan NaOH 17,5% sebanyak 500 mL dalam tahap delignifikasi, yang dilakukan pada suhu 100°C selama 2 jam. Pada tahap ini, lignin yang terkandung dalam serat kapuk akan terendam ke dalam larutan basa. Proses delignifikasi ini dilakukan secara berulang dalam beberapa siklus (siklus-1 hingga siklus-5) untuk mendapatkan efisiensi penghilangan lignin yang optimal. Hasil dari proses ini berupa padatan serat kapuk dan filtrat. Filtrat berisi lignin yang terlarut dan sisa NaOH, sedangkan padatannya mengandung selulosa yang telah terdelignifikasi. Selanjutnya, campuran disaring untuk memisahkan filtrat dan padatan. Padatan serat kapuk kemudian dicuci menggunakan air (aquadest) hingga pH netral untuk menghilangkan sisa-sisa NaOH dan lignin yang mungkin masih menempel.

Setelah tahap pencucian, serat kapuk dikeringkan hingga kadar airnya rendah agar stabil dan siap digunakan dalam proses selanjutnya atau untuk karakterisasi. Selanjutnya Proses bleaching dimulai dengan menggunakan padatan serat kapuk hasil delignifikasi sebagai bahan baku. Serat kapuk tersebut direaksikan dengan larutan hidrogen peroksida (H_2O_2) 3% sebanyak 781 mL pada suhu 80°C selama 2 jam. Proses ini

bertujuan untuk menghilangkan sisa lignin yang masih tertinggal dan memutihkan serat. Setelah proses bleaching selesai, campuran disaring untuk memisahkan padatan serat dari filtrat, yang mengandung sisa lignin dan H₂O₂. Padatan hasil penyaringan, yaitu serat kapuk dari proses bleaching, kemudian dicuci menggunakan aquadest hingga bersih untuk memastikan tidak ada sisa bahan kimia yang menempel, air sisa proses pencucian ini kemudian dibuang. Selanjutnya, serat kapuk yang telah dicuci dikeringkan menggunakan sinar matahari selama 1 hari penuh, agar kadar air turun dan tidak mempengaruhi berat akhir sampel.

Langkah terakhir penimbangan serat kapuk untuk mengetahui massa keringnya. Proses dimulai dengan 5 gram padatan selulosa hasil bleaching. Bahan ini dimasukkan ke dalam reaktor untuk menjalani proses asetilasi, yaitu reaksi antara gugus hidroksil pada rantai selulosa dengan gugus asetil dari asam asetat. Dalam tahap asetilasi ini, selulosa direaksikan dengan asam asetat glasial 99,8% sebanyak 60 mL dan asam fosfat 85% sebanyak 100 mL sebagai katalisator, pada suhu 30°C selama 15 menit. Setelah tahap asetilasi, dilakukan penambahan Etil Eter sebanyak 10 mL dan diaduk selama ±10 menit. Penambahan etil eter bertujuan untuk menghentikan reaksi dan membantu pengendapan produk. Selanjutnya, campuran disaring untuk memisahkan padatan selulosa asetat dari filtrat yang mengandung sisa reaktan dan pelarut. Padatan hasil penyaringan kemudian dicuci dengan aquadest untuk menghilangkan sisa asam dan pelarut, dan air cucian (air sisa proses) dibuang. Setelah pencucian, padatan dikeringkan untuk menghilangkan kadar air, menghasilkan selulosa asetat kering sebagai produk akhir dari proses asetilasi. Langkah terakhir adalah analisis kadar asetil dan FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) untuk mengidentifikasi gugus fungsi dan mengonfirmasi keberhasilan proses asetilasi berdasarkan spektrum inframerah serta tingkat substitusi gugus asetil.

3. Hasil Dan Pembahasan

Analisa Bahan Baku

Dalam penelitian yang telah dilakukan digunakan kapuk sebagai bahan baku dalam penelitian. Yang dimana kapuk dipisahkan terlebih dahulu dari kulit buah randu kemudian dilakukan pengujian bahan baku yang dilakukan di laboratorium fakultas kesehatan masyarakat Universitas Airlangga.

Tabel 2. Hasil Analisa Bahan Baku

| Parameter | Hasil (%) |
|------------------|-----------|
| Selulosa (%) | 39,62 |
| Hemiselulosa (%) | 29,57 |
| Lignin (%) | 23,25 |

Laboratorium Gizi Universitas Airlangga, 2024

Didasarkan dari analisa diatas bahan baku serat kapuk ditemukan bahwa mengandung 39,62% selulosa, 29,57% hemiselulosa dan 23,25 lignin. Kadar selulosa yang tinggi menunjukkan bahwa material dapat digunakan untuk ekstraksi selulosa asetat.

Analisa Kadar Asetil

Hasil analisis menunjukkan bahwa sampel dari Siklus-1, Siklus-2, dan Siklus-3 memenuhi spesifikasi untuk pembuatan membran selulosa asetat. Suhu dan waktu asetilasi yang tepat memungkinkan tercapainya kadar asetil yang optimal. Kandungan air yang relatif tinggi dalam selulosa dapat menghambat proses asetilasi, karena air dapat bereaksi dengan asam asetat glasial. Kadar asetil yang lebih rendah yang diamati pada sampel Siklus-4 dan Siklus-5 diduga karena masih terdapat tingginya kandungan lignin pada sampel tersebut. Hal ini terjadi karena larutan NaOH yang digunakan secara berulang selama proses delignifikasi pada sampel ke-4 dan ke-5 telah jenuh oleh kotoran dari lignin yang larut pada siklus-siklus sebelumnya.

Tabel 3. Analisa kadar asetil dan Derajat substitusi

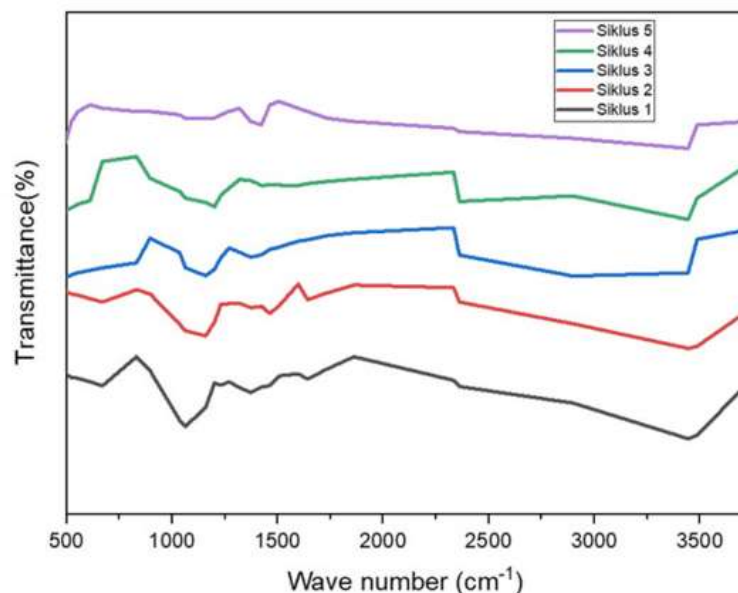
| Sampel | Acetyl Content (%) | Degree of substitution (DS) |
|----------|--------------------|-----------------------------|
| Cycle-1 | 39,87 | 2,4 |
| Cycle -2 | 39,40 | 2,4 |
| Cycle -3 | 41,35 | 2,6 |
| Cycle -4 | 19,42 | 0,9 |
| Cycle -5 | 20,78 | 0,9 |

Laboratorium Gizi Universitas Airlangga,2024

Identifikasi kandungan selulosa asetat dalam sampel dapat dilakukan menggunakan analisis FTIR. Analisis FTIR digunakan untuk mendeteksi gugus fungsi yang menjadi indikator keberadaan selulosa asetat, khususnya gugus asetil ($-\text{COCH}_3$), yang mengonfirmasi keberhasilan proses asetilasi. Spektrum FTIR menunjukkan adanya perubahan karakteristik gugus fungsi setelah proses asetilasi. Menurut [7], selulosa asetat yang cocok untuk pembuatan membran biasanya memiliki kadar asetil antara 36,5% hingga 42,2% dan degree of substitution (DS) antara 2,2 hingga 2,7, dengan pelarut yang digunakan adalah aseton. Berdasarkan Tabel 2, hasil analisis menunjukkan bahwa sampel dari Siklus-1, Siklus-2, dan Siklus-3 memiliki kadar asetil sebesar 39,87%, 39,40%, dan 41,35%, masing-masing dengan degree of substitution sebesar 2,4, 2,4, dan 2,6. Nilai-nilai ini berada dalam rentang kadar asetil dan DS yang sesuai, yang menunjukkan bahwa selulosa asetat tersebut larut dalam aseton dan umum digunakan dalam aplikasi seperti pembuatan membran, film fotografi, dan serat sintetis. Maka produk asetilasi dari ketiga siklus tersebut dapat dikategorikan memenuhi standar.

Analisa FTIR

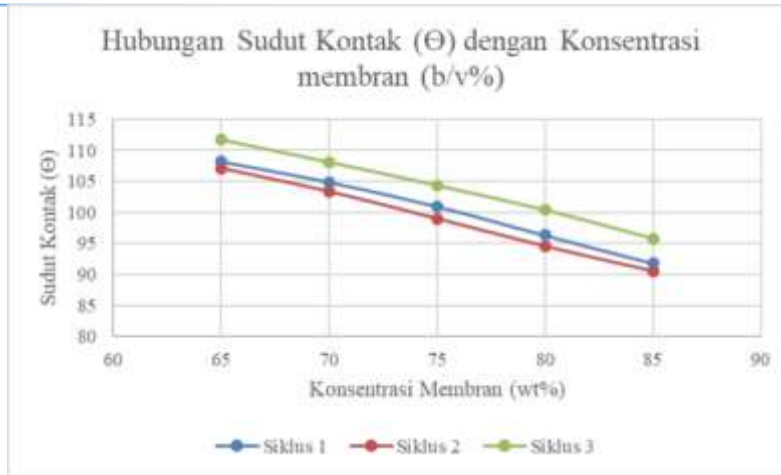
Berdasarkan hasil analisis FTIR, keberhasilan proses asetilasi ditunjukkan oleh munculnya gugus fungsi khas dari selulosa asetat, yaitu puncak serapan (absorbansi) pada bilangan gelombang sekitar 1730 cm^{-1} (gugus karbonil ester), 1230 cm^{-1} (ikatan $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ asetat), dan 1035 cm^{-1} (ikatan glikosidik $\text{C}-\text{O}$). Analisis FTIR terhadap lima siklus sintesis selulosa asetat dari serat kapuk menunjukkan bahwa keberhasilan asetilasi tertinggi terjadi pada Siklus-1, yang ditandai dengan munculnya puncak ester ($\text{C}=\text{O}$) yang kuat pada bilangan gelombang $1734,01\text{ cm}^{-1}$, serta puncak lainnya yang merupakan ciri khas gugus asetil. Pada Siklus-2 dan Siklus-3, proses asetilasi masih berlangsung, namun intensitas puncaknya menurun. Sementara itu, Siklus-4 dan Siklus-5 tidak menunjukkan adanya puncak serapan khas untuk gugus ester, yang menandakan bahwa proses asetilasi selulosa tidak berjalan secara sempurna pada siklus tersebut. Efektivitas asetilasi menurun seiring bertambahnya nomor siklus. Oleh karena itu, Siklus-1, Siklus-2, dan Siklus-3 dapat dianggap sebagai kondisi optimal yang layak digunakan untuk pembuatan membran selulosa asetat.



Gambar 3. Analisa FTIR dari selulosa asetat untuk variasi siklus 1, siklus 2, siklus 3, siklus 4 dan siklus 5

Analisa Sudut Kontak Terhadap Membran Selulosa Asetat

Membran selulosa asetat yang dihasilkan dianalisis menggunakan perangkat lunak ImageJ untuk menentukan sudut kontak, yaitu sudut antara permukaan cairan dan permukaan padat, yang mencerminkan sifat permukaan dari membran. Karakteristik ini penting untuk mengevaluasi kemampuan membran dalam menyerap air, potensi fouling (pengotoran), serta kesesuaian untuk aplikasi tertentu. Berdasarkan **Gambar 4**, diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi selulosa asetat, maka sudut kontak yang terbentuk semakin besar, sedangkan peningkatan konsentrasi pelarut (aseton) justru menyebabkan penurunan sudut kontak. Hasil terbaik diperoleh pada Siklus-3 dengan kadar asetil sebesar 41,35% dan konsentrasi membran 65% (berat), menghasilkan sudut kontak sebesar $111,7^\circ$. Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh [11] yang menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi polimer menyebabkan peningkatan sudut kontak, sedangkan peningkatan konsentrasi pelarut menurunkan sudut kontak.



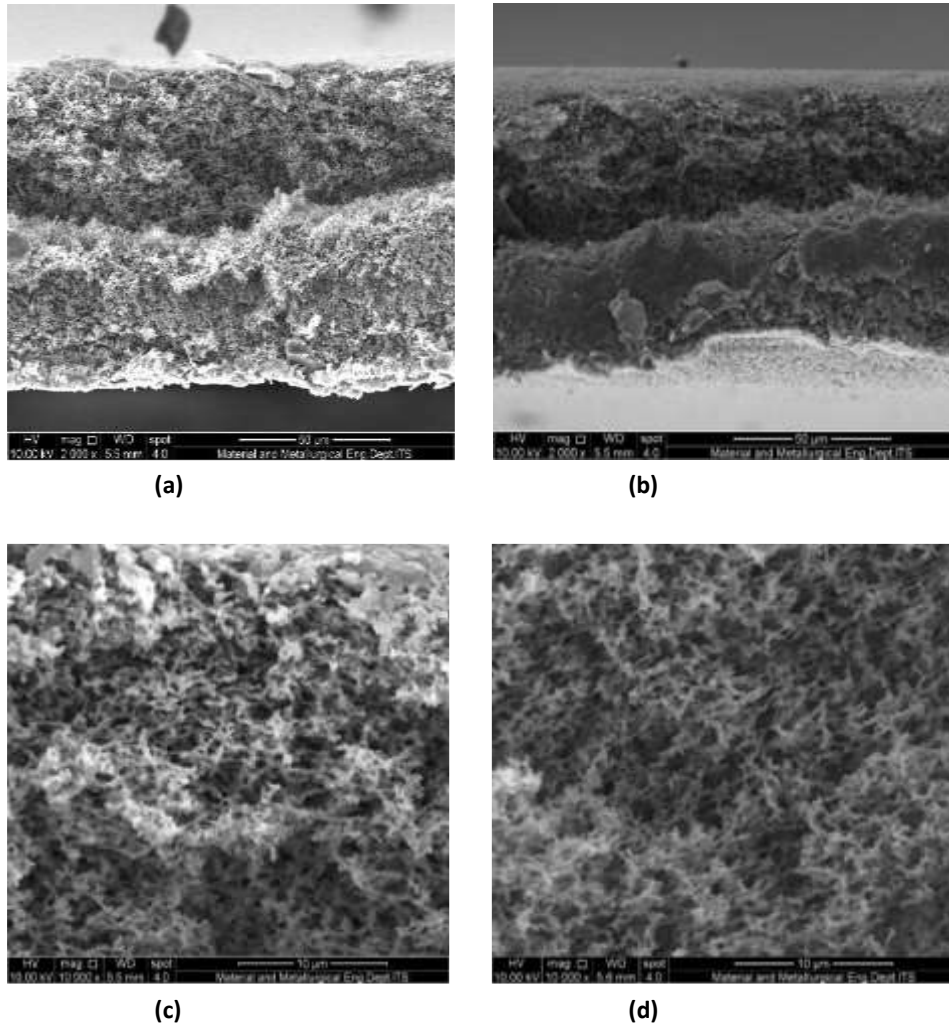
Gambar 4. Grafik Hubungan Sudut Kontak (Θ) dengan Konsentrasi Membran (b/v%)



Gambar 4. Analisa sudut kontak menggunakan imageJ (a). Siklus-1 65% (b/v) konsentrasi membran; (b) siklus-2 65% (b/v) konsentrasi membran; (c) siklus-3 65% (b/v) konsentrasi membran

Analisa SEM

Membran selulosa asetat yang dihasilkan dianalisis menggunakan SEM (Scanning Electron Microscopy) untuk mengevaluasi struktur morfologi, porositas, serta perubahan yang terjadi akibat modifikasi. Berdasarkan Gambar 2, didapatkan Analisa dengan kondisi sudut kontak terbaik terdapat pada membran dari Siklus-3 dengan konsentrasi 65% (b/v) dan sudut kontak sebesar $111,7^\circ$. Citra SEM pada pembesaran 2000x menunjukkan struktur berpori dengan lapisan atas yang lebih padat dan lapisan bawah yang lebih berpori, yang mengindikasikan morfologi asimetris. Namun, terdapat sedikit ketidakhomogenan pada permukaan maupun bagian dalam membran, yang disebabkan oleh distribusi polimer yang tidak merata di dalam pelarut. Pada pembesaran 10.000x, terlihat struktur mikropori seperti spons dengan jaringan serat yang saling terhubung. Morfologi ini menunjukkan bahwa membran yang dihasilkan memiliki karakteristik spons asimetris yang umum digunakan dalam aplikasi seperti filtrasi, pemisahan, dan reverse osmosis (RO). Struktur yang diamati memiliki morfologi berpori dengan jaringan yang tampak seperti serat atau agregat yang saling terhubung. Struktur pori yang dihasilkan menunjukkan mikropori yang menyerupai spons atau dikenal dengan *sponglike*.



Gambar 5. Analisa SEM pada Membran Selulosa Asetat dari Serat Kapuk Randu dengan berbagai perbesaran (a)2000x cross (b)2000x spot-2 (c)10000x (d)10000x

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penelitian ini telah berhasil mengekstraksi selulosa dari serat kapuk randu yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan membran selulosa asetat. Pada penelitian didapatkan hasil identifikasi FTIR pada variabel siklus-1, siklus-2, dan siklus-3 yakni terdapat gugus karbonil $C=O$ yang mengindikasikan bahwa range gelombang selulosa asetat yang menjadi ciri khas selulosa asetat hasil asetilasi, gugus ester $O-H$ (Stretch) yang menandakan bahwa telah terjadi asetilasi. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa sampel tersebut teridentifikasi selulosa asetat. Hasil analisis morfologi menunjukkan bahwa membran yang dihasilkan memiliki struktur permukaan yang relatif homogen dengan pori-pori yang terdistribusi secara merata, pori-pori membran asimetris.

Pengukuran sudut kontak dari masing-masing siklus menunjukkan nilai sudut kontak tertinggi pada masing-masing siklus tertinggi yaitu $111,8^\circ$ pada siklus 3 dengan konsentrasi aseton sebesar 65% dan kadar asetil sebesar 41,35% lalu diikuti dengan siklus 1 sudut kontak tertinggi yaitu $108,2^\circ$ dengan konsentrasi aseton sebesar 65% dan kadar asetil sebesar 39,87% dan terakhir pada siklus 2 sudut kontak tertinggi yaitu $107,1^\circ$ dengan konsentrasi aseton sebesar 65% dan kadar asetil sebesar 39,40% hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar asetil dengan konsentrasi aseton yang rendah maka nilai sudut kontak akan semakin tinggi. Dengan demikian, penelitian ini membuktikan bahwa buah kapuk randu berpotensi menjadi sumber selulosa alternatif yang dapat dioptimalkan dalam pengembangan membran berbasis selulosa asetat untuk aplikasi pemisahan di berbagai bidang.

5. Saran

Membran hasil penelitian ini berpotensi dapat dikembangkan lebih lanjut untuk aplikasi spesifik. Membran selulosa asetat berbahan dasar selulosa dari serat kapuk randu memiliki potensi untuk terus dikembangkan pada berbagai aplikasi. Oleh karena itu, disarankan untuk melakukan kajian lebih lanjut

terkait kinerja membran dalam kondisi operasi nyata dan diharapkan dapat memperkuat pemanfaatan selulosa dari serat kapuk randu sebagai bahan baku yang bernilai tinggi dan berkontribusi pada pengembangan teknologi membran berbasis sumber daya alam yang ramah lingkungan.

6. Daftar Pustaka

- [1] R. Apriani, T. Rohman, and K. Mustikasari, "Sintesis dan Karakterisasi Membran Selulosa Asetat dari Tandan Kosong Kelapa Sawit," *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, vol. 9, no. 2, pp. 91-98, 2018.
- [2] H. N. Chamidy, "Pemisahan Lignin Dari Kapuk (Ceiba Pentandra) Untuk Memperoleh Selulosa Kadar Tinggi," in *Prosiding The 12th Industrial Research Workshop and National Seminar*, 2021.
- [3] R. H. Pratiwi, "Potensi Kapuk Randu (ceiba pentandra gaertn.) dalam penyediaan obat herbal," *E-Journal WIDYA Kesehatan Dan Lingkungan*, vol. 1, no. 1, 2014.
- [4] Rahmatullah *et al.*, "Pengaruh Waktu Reaksi Dan Aditif Gliserol Pada Sintesis Selulosa Asetat Sebagai Bahan Dasar Bioplastik Dari Serat Kapuk," *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, vol. 13, 2020.
- [5] Mardiyati, R. R. Rizkiansyah, Steven, A. Basuki, and R. Suratman, "Serat kapuk sebagai bahan baku pembuatan mikrokristalin selulosa," *Jurnal Sains Materi Indonesia*, vol. 17, no. 4, pp. 172–177, Jul. 2016.
- [6] S. Wahyuni, P. Ningsih, and Ratman, "The Use of Activated Charcoal of Cotton Seeds (Ceiba pentandra L.) as an Adsorbent for Lead (Pb)," *Jurnal Akademika Kimia*, vol. 5, no. 4, pp. 191-196, 2016.
- [7] Muhammad Faizal, Achmad Daniel Rifky, And Irwanto Sanjaya, "Pembuatan Briket Dari Campuran Limbah Plastik Ldpe Dan Kulit Buah Kapok Randu (Ceiba Pentrandra) Sebagai Energi Alternatif," *J. Tek. Kim.*, Vol. 24, No. 1, Pp. 8–16, 2018.
- [8] K. Othmer, *Encyclopedia of Chemical Engineering Technology 4ed*. New York: The International Science Encyclopedia Inc, 1952.
- [9] I. Kurniaty, U. H. Habibah, D. Yustiana, and M. I. Fajriah, "Proses delignifikasi menggunakan NaOH dan amonia (NH₃) pada tempurung kelapa," *Jurnal Integrasi Proses*, vol. 6, no. 4, pp. 197–201, 2017.
- [10] F. Fengel and G. Wegener, *Wood Chemistry, Ultrastructure, Reaction*. Berlin: Walter de Gruyter, 1984.
- [11] R. Apriani, T. Rohman, and K. Mustikasari, "Sintesis dan Karakterisasi Membran Selulosa Asetat dari Tandan Kosong Kelapa Sawit," *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, vol. 9, no. 2, pp. 91-98, 2018.
- [12] D. Alvianto *et al.*, "Sintesis dan Karakterisasi Membran Selulosa Asetat dengan Penambahan Antibiofouling Alami Ekstrak Bawang Putih," *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, vol. 18, no. 2, pp. 193–204, 2022.
- [13] M. Mulder, *Basic Principles of Membrane Technology*, 2nd ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996.
- [14] R. A. Abd El-Latif, M. E. Abdel Aziz, S. H. El-Taweel, M. T. Abou El-Khair, and G. R. Saad, "Effects of co-solvent on the morphology, physicochemical properties, and performance of PVDF electrospun membranes in comparison to flat-sheet membranes," *Journal of Composites Science*, vol. 6, no. 9, p. 253, 2022.
- [15] B. C. Smith, *Fundamentals of Fourier Transform Infrared Spectroscopy*, 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2011.