

Sintesa dan Karakteristik Selulosa Asetat Berbahan Kapuk dengan Solution Process

Andika Wahyu Saputra, Gabriella Ananda Wibyantri, Suprihatin

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

*Koresponden email: suprihatin.tk@upnjatim.ac.id

Diterima: 15 Juni 2025

Disetujui: 28 Juni 2025

Abstract

Cellulose acetate is a derivative of cellulose that has high commercial value and is widely used in various industries such as textiles, plastics, and paints. This study aims to synthesize and analyze the characteristics of cellulose acetate derived from kapok fiber (*Ceiba pentandra*) using the solution process method. The synthesis process includes delignification, bleaching, activation, acetylation, and hydrolysis stages. The variables tested in this research were the volume of glacial acetic acid (8–40 mL) and the acetylation time (60–150 minutes). The analysis results showed that the highest acetyl content of 39.92% was obtained at an acetylation time of 90 minutes and an acetic acid volume of 40 mL, with a degree of substitution reaching 2.466, classified as cellulose diacetate according to the Indonesian National Standard (SNI). FTIR spectra confirmed the presence of characteristic functional groups of cellulose acetate, such as the carbonyl (C=O) and ester (C–O) groups from the acetyl group. This study demonstrates that kapok fiber is a potential raw material for producing high-quality cellulose acetate.

Keywords: *cellulose acetate, kapok, solution process, acetyl content, FTIR, degree of substitution*

Abstrak

Selulosa asetat adalah turunan dari selulosa yang memiliki nilai komersial tinggi dan digunakan secara luas dalam berbagai sektor industri seperti tekstil, plastik, dan cat. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis serta mengkaji karakteristik selulosa asetat yang dibuat dari serat kapuk (*Ceiba pentandra*) menggunakan metode proses larutan (*solution process*). Tahapan sintesis meliputi delignifikasi, pemutihan (*bleaching*), aktivasi, asetilasi, dan hidrolisis. Variabel yang diuji dalam penelitian ini adalah volume asam asetat glasial (8–40 mL) dan durasi asetilasi (60–150 menit). Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar asetil tertinggi, yaitu 39,92%, diperoleh pada kondisi asetilasi selama 90 menit dengan volume asam asetat 40 mL, serta derajat substitusi mencapai 2,466, yang termasuk dalam kategori selulosa diasetat sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Spektrum FTIR mengonfirmasi keberadaan gugus fungsi khas selulosa asetat, seperti gugus karbonil (C=O) dan gugus ester (C–O) dari gugus asetil. Penelitian ini membuktikan bahwa serat kapuk merupakan bahan baku yang potensial untuk menghasilkan selulosa asetat berkualitas tinggi.

Keywords: *selulosa asetat, kapuk, solution process, kadar asetil, FTIR, derajat substitusi*

1. Pendahuluan

Selulosa asetat adalah turunan dari selulosa yang banyak dimanfaatkan di berbagai sektor industri, termasuk tekstil, plastik, film, dan filter rokok. Material ini dikenal memiliki sifat fisik dan optik yang unggul serta bersifat ramah lingkungan. Di Indonesia, sebagian besar kebutuhan selulosa asetat masih bergantung pada impor dari negara-negara seperti Jepang, Amerika Serikat, dan Jerman. Ketergantungan tersebut dapat menimbulkan tantangan yang signifikan, terutama apabila terjadi fluktuasi harga atau gangguan pasokan dari negara-negara pemasok tersebut.

Salah satu cara untuk mengurangi ketergantungan impor adalah dengan memanfaatkan sumber daya alam yang ada secara lokal. Kapuk (*Ceiba pentandra*), yang tumbuh melimpah di berbagai daerah di Indonesia, merupakan bahan alami yang mengandung selulosa cukup tinggi, yaitu sekitar 35–64%. Kandungan selulosa yang signifikan ini menjadikan kapuk sebagai kandidat potensial untuk dijadikan bahan baku pembuatan selulosa asetat[1]. Selain selulosa, serat kapuk juga terdiri dari komponen lain seperti lignin dan hemiselulosa (pantosa)[2]. Hemiselulosa merupakan polisakarida yang tidak seragam dengan rantai pendek dan struktur acak, sehingga lebih mudah terdegradasi oleh asam dibandingkan dengan selulosa. Senyawa ini larut dalam air dan dapat berupa homopolimer atau heteropolimer, tergantung pada jenis gula penyusunnya[3].

Kapuk merupakan sumber alami yang dapat digunakan untuk menghasilkan selulosa asetat, yaitu turunan selulosa di mana gugus hidroksilnya digantikan oleh gugus asetil. Senyawa ini berbentuk padat,

berwarna putih, tidak berbau, tidak berasa, dan tidak beracun. Karena memiliki sifat fisik dan optik yang baik, selulosa asetat memiliki nilai komersial tinggi dan banyak dimanfaatkan di berbagai industri seperti tekstil, filter rokok, plastik, film, pelapis, dan membran[4]. Secara kimia, selulosa asetat adalah senyawa ester yang terbentuk dari reaksi antara selulosa dan asam asetat. Proses asetilasi ini bertujuan untuk mengganti gugus hidroksil pada selulosa dengan gugus asetil, sehingga menghasilkan selulosa asetat[5].

Kadar asetil dalam selulosa mencerminkan jumlah asam asetat yang terikat pada rantai selulosa, yang berpengaruh terhadap derajat substitusi (DS). Peningkatan kadar asetil sebanding dengan meningkatnya DS, yang menunjukkan lebih banyak gugus hidroksil (-OH) yang digantikan oleh gugus asetil (-COCH₃). Berdasarkan nilai DS, selulosa asetat dikategorikan menjadi tiga tipe: selulosa monoasetat, diasetat, dan triasetat. Selulosa monoasetat memiliki DS antara 0 hingga 2,0 dan kadar asetil kurang dari 35%, serta umumnya digunakan dalam produksi plastik, cat, dan pelapis. Selulosa diasetat, dengan DS antara 2,0 hingga 2,8 dan kadar asetil 35–43,5%, cocok untuk aplikasi seperti benang, membran, dan film topografi. Sementara itu, selulosa triasetat, yang memiliki DS antara 2,8 hingga 3,5 dan kadar asetil 43,5–44,8%, digunakan dalam pembungkusan benang dan pembuatan kain [6].

Delignifikasi merupakan proses untuk mengurangi kandungan lignin pada material lignoselulosa agar selulosa lebih mudah diakses. Natrium hidroksida (NaOH) umum digunakan dalam tahap ini karena mampu menghancurkan struktur lignin, baik yang kristalin maupun amorf, serta mengekstrak hemiselulosa. NaOH efektif bekerja pada suhu di bawah 180°C, sehingga memungkinkan pemisahan lignin, selulosa, dan hemiselulosa secara efisien, seperti pada serbuk kapuk[7]. Setelah proses delignifikasi, tahap pemutihan dilakukan untuk menghilangkan sisa lignin dan hemiselulosa yang mungkin masih ada. Warna sampel dapat digunakan sebagai indikator; semakin gelap warnanya, semakin banyak lignin yang tersisa [8]. Asetilasi adalah langkah krusial dalam sintesis selulosa asetat. Untuk meningkatkan efisiensi dan mempercepat reaksi asetilasi, tahap aktivasi dilakukan untuk membuka dan memperluas struktur selulosa, sehingga meningkatkan reaktivitasnya. Pada tahap ini, asam asetat glasial berfungsi sebagai media aktivasi, dan penambahan katalis berupa asam sulfat pekat dilakukan untuk mempercepat keseluruhan proses asetilasi [9]. Asetilasi sendiri merupakan reaksi substitusi gugus -OH pada selulosa dengan gugus asetil menggunakan anhidrida asetat, dibantu oleh asam asetat dan asam sulfat. Proses ini berjalan optimal jika bahan terlarut sepenuhnya dalam campuran reaksi [10]. Tahap terakhir adalah hidrolisis, yaitu proses di mana sebagian gugus asetil pada selulosa triasetat digantikan oleh gugus hidroksil dari air, sehingga menghasilkan selulosa diasetat dengan kadar asetil yang dapat disesuaikan sesuai kebutuhan [11].

Berbagai studi sebelumnya membuktikan bahwa jenis bahan baku dan parameter proses sangat berpengaruh terhadap mutu selulosa asetat yang dihasilkan. Misalnya penelitian yang dilakukan oleh Utami [12], menggunakan fiber cake kelapa sawit dengan waktu asetilasi 1,5 jam pada suhu 40°C dan memperoleh hasil berupa yield sebesar 49%, kadar asetil 39,97%, serta derajat substitusi 2,5. Sementara itu, penelitian oleh Darmawan [13] memanfaatkan alfa selulosa dari tandan kosong kelapa sawit dengan waktu asetilasi 2,5 jam, menghasilkan kadar asetil 40,36% dan kadar air 4,43%. Berdasarkan temuan tersebut, penelitian ini memilih kapuk sebagai bahan baku dan menerapkan metode solution process, dengan variasi volume asam asetat glasial dan waktu asetilasi, guna memperoleh produk selulosa asetat yang memenuhi kriteria Standar Nasional Indonesia (SNI).

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis selulosa asetat dari serat kapuk dan menganalisis karakteristiknya melalui pengukuran kadar asetil serta identifikasi gugus fungsi menggunakan spektroskopi FTIR. Diharapkan hasil dari studi ini dapat menjadi referensi dalam pengembangan bahan baku lokal sebagai alternatif yang berpotensi dan berkelanjutan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mensintesis selulosa asetat dari bahan baku kapuk (*Ceiba pentandra*) dengan menggunakan metode solution process. Bahan baku kapuk diperoleh dari Desa Suwayuwo, Kecamatan Sukorejo, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam proses ini antara lain natrium hidroksida (NaOH) 10%, hidrogen peroksida (H₂O₂) 3%, asam asetat glasial (CH₃COOH) 98%, asam sulfat (H₂SO₄) pekat 98%, natrium asetat (CH₃COONa), dan aquadest.

Proses sintesis diawali dengan tahap delignifikasi, yaitu mereaksikan 5 gram serat kapuk dengan 65 mL larutan NaOH 10% pada suhu 105°C selama 120 menit dengan kecepatan pengadukan 150 rpm. Setelah proses selesai, campuran disaring dan dicuci menggunakan aquadest hingga pH netral tercapai. Selanjutnya dilakukan tahap bleaching menggunakan larutan hidrogen peroksida 3% yang telah diencerkan. Sampel kembali dicuci dengan aquadest hingga bersih untuk menghilangkan sisa lignin dan hemiselulosa yang

tersisa. Setelah tahap pemutihan, serat kapuk dikeringkan dan dilanjutkan ke tahap aktivasi, yaitu perendaman dalam 50 mL asam asetat glasial pada suhu 50°C selama 90 menit dengan pengadukan 150 rpm.

Proses asetilasi dilakukan dengan menambahkan 3 tetes asam sulfat pekat sebagai katalis ke dalam hasil aktivasi, lalu ditambahkan asam asetat glasial sesuai variasi volume (8–40 mL). Campuran diaduk pada suhu 50°C selama waktu asetilasi yang divariasikan (60, 90, 120, 150, dan 180 menit) dengan kecepatan pengadukan 150 rpm. Setelah proses asetilasi selesai, dilakukan hidrolisis dengan menambahkan 100 mL aquadest dan mengaduknya selama 30 menit pada suhu ruang. Larutan tersebut kemudian ditambahkan 1 gram natrium asetat dan diaduk kembali selama 5 menit pada suhu 50°C. Endapan yang terbentuk disaring, dicuci hingga pH netral, dan dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 2 jam.

Karakterisasi selulosa asetat hasil sintesis dilakukan melalui dua metode utama. Pengukuran kadar asetil dilakukan menggunakan High Performance Liquid Chromatography (HPLC) yang dimana kadar asetil merupakan parameter yang menunjukkan jumlah gugus asetat yang terikat pada rantai selulosa serta berkaitan langsung dengan derajat substitusi (DS). Semakin tinggi kadar asetil, semakin besar pula nilai derajat substitusinya [16], sedangkan identifikasi gugus fungsi dilakukan menggunakan Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) untuk memastikan keberadaan gugus karbonil (C=O) dan ester (C–O) yang menjadi indikator keberhasilan reaksi asetilasi.

3. Hasil Dan Pembahasan

Analisa Bahan Baku

Dalam penelitian yang telah dilakukan digunakan kapuk sebagai bahan baku dalam penelitian. Kapuk dipisahkan terlebih dahulu dari kulit buah randu kemudian dilakukan pengujian bahan baku.

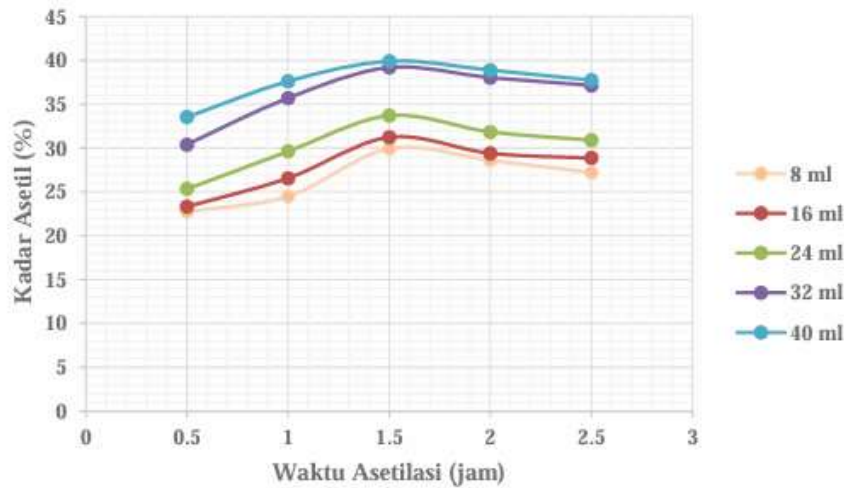
Tabel 1. Hasil Analisa Bahan Baku

No	Parameter	Hasil (%)
1	Selulosa	32,72
2	Hemiselulosa	29,43
3	Lignin	24,15

Analisa Kadar Asetil dan Stabilitas Terhadap Kalor

Tabel 2. Hasil Uji Kadar Asetil dengan HPLC

Volume (ml)	Waktu Asetilasi (jam)	Kadar Asetil (%)
8	0,5	22,76
	1	24,5
	1,5	29,95
	2	28,61
	2,5	27,22
16	0,5	23,34
	1	26,57
	1,5	31,25
	2	29,41
	2,5	28,87
24	0,5	25,34
	1	29,63
	1,5	33,71
	2	31,85
	2,5	30,92
32	0,5	30,41
	1	35,72
	1,5	39,2
	2	38,03
	2,5	37,16
40	0,5	33,53
	1	37,63
	1,5	39,92
	2	38,9
	2,5	37,76



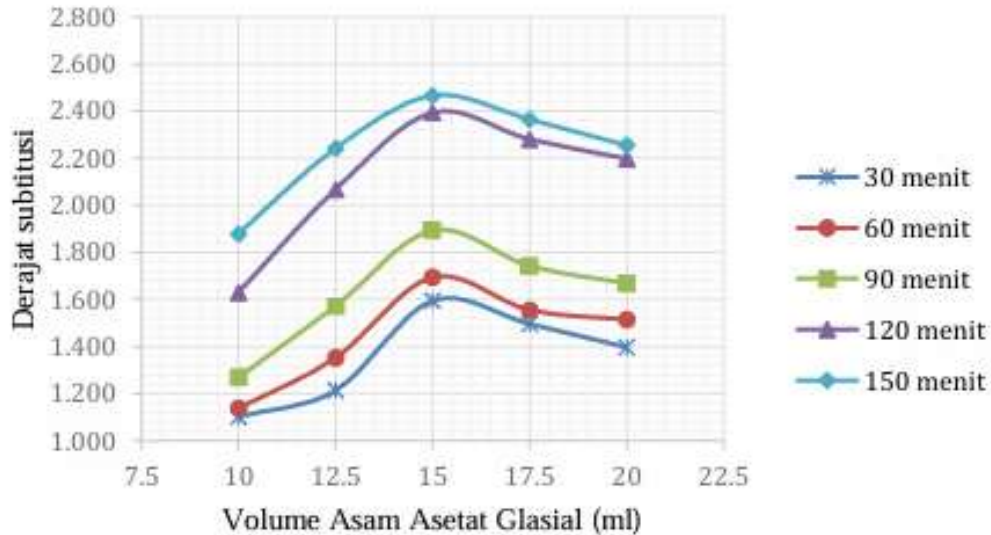
Gambar 1. Hubungan antara Variasi Volume (ml) Asam Asetat Glisial pada Berbagai Waktu Asetilasi Terhadap Kadar Asetil

Hasil analisis menunjukkan bahwa variasi waktu asetilasi memberikan pengaruh terhadap kadar asetil pada bermacam-macam volume asam asetat glisial. Seperti ditampilkan pada Gambar 1, kadar asetil pada volume asam asetat glisial 98% cenderung meningkat hingga waktu asetilasi 1,5 jam, kemudian mengalami penurunan pada durasi 2 jam. Nilai kadar asetil tertinggi tercapai pada waktu asetilasi 1,5 jam dengan volume asam asetat glisial sejumlah 40 mL, yaitu sebesar 39,92%. Hasil ini selaras dari penelitian yang dilaksanakan oleh Vashti[14] yang menyatakan bahwa waktu asetilasi yang terlalu lama dapat menyebabkan degradasi pada struktur selulosa maupun selulosa asetat, sehingga menurunkan hasil produk akhir.

Setelah menentukan kadar asetil, perlu dilakukan perhitungan derajat substitusi untuk mengidentifikasi jenis selulosa asetat yang dihasilkan serta menentukan aplikasi yang sesuai untuk jenis selulosa asetat tersebut. Hasil perhitungan derajat substitusi bisa terlihat sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Perhitungan Derajat Substitusi

Waktu (menit)	Volume (ml)				
	8	16	24	32	40
30	1,103	1,140	1,269	1,631	1,879
60	1,214	1,353	1,572	2,068	2,243
90	1,596	1,695	1,894	2,394	2,466
120	1,497	1,555	1,743	2,281	2,365
150	1,398	1,516	1,670	2,199	2,255

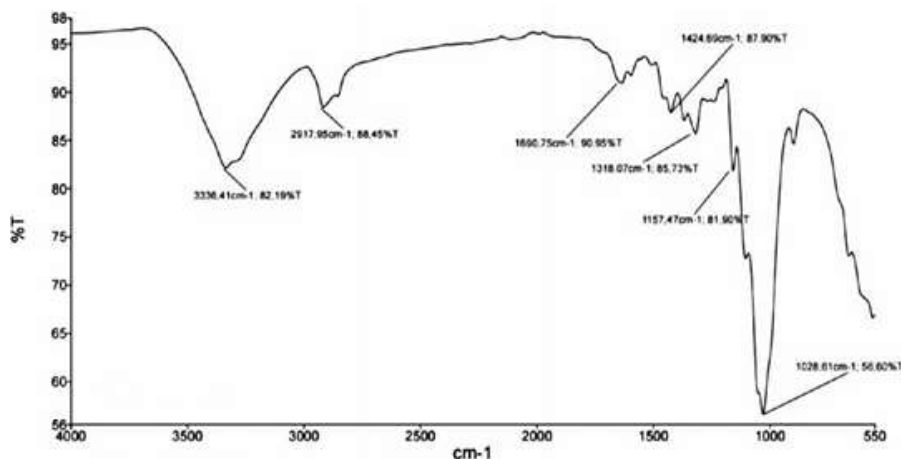


Gambar 2. Hubungan Antara Variasi Volume (ml) Asam Asetat Glisial Pada Berbagai Waktu Asetilasi Terhadap Derajat Substitusi

Berdasarkan **Tabel 3**, hasil perhitungan menunjukkan bahwa derajat substitusi (DS) selulosa asetat dari bahan kapuk berada dalam kisaran 2,0–2,8 yang diklasifikasikan sebagai selulosa diasetat, sementara nilai DS antara 0–2,0 tergolong sebagai selulosa monoasetat. Grafik pada Gambar 2 menunjukkan adanya penurunan kadar asetil maupun derajat substitusi. Penurunan ini kemungkinan disebabkan oleh degradasi selulosa asetat akibat peningkatan durasi reaksi. Hal ini sejalan dengan penelitian Rahmatullah [1], yang menyebutkan bahwa semakin lama waktu reaksi, maka kadar asetil serta nilai DS yang didapatkan cenderung menurun. Selulosa asetat yang dihasilkan memiliki derajat substitusi sebesar 2,466, yang mengklasifikasikannya sebagai selulosa diasetat. Jenis ini berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan benang, peta topografi, serta membran[10].

Penelitian ini juga mencakup pengujian stabilitas termal selulosa asetat yang dihasilkan, yaitu dengan memanaskan sampel selama 8 jam pada suhu 180°C. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tidak terjadi pengarangkan, namun terdapat perubahan warna dari putih kekuningan menjadi kecokelatan.

Analisa FTIR



Gambar 3. Analisa FTIR Selulosa Asetat dengan Waktu Asetilasi 90 Menit dan Volume Asam Asetat Glisial 40 ml

Analisis FTIR terhadap hasil penelitian dilakukan di Laboratorium Instrumentasi FMIPA Universitas Negeri Surabaya. Pengujian FTIR ini bertujuan untuk mengidentifikasi struktur molekul dari selulosa asetat. Sampel yang digunakan asalnya dari hasil dengan kadar selulosa tertinggi, yaitu pada kondisi waktu asetilasi selama 90 menit dan volume asam asetat glisial sejumlah 40 ml. Gambar 3 menampilkan spektrum FTIR, di mana sumbu X merepresentasikan bilangan gelombang, sedangkan sumbu Y menunjukkan intensitas serapan inframerah. Melalui grafik ini, dapat diidentifikasi adanya gugus Fungsi khas selulosa asetat ditunjukkan oleh puncak serapan spesifik dari gugus karbonil (C=O) dan ester (C–O) yang berasal dari gugus

asetil. Pada Tabel 4, terlihat bahwa gugus karbonil C=O, yang merupakan bagian dari asam karboksilat, muncul pada bilangan gelombang 1690,75 cm⁻¹ dalam spektrum FTIR selulosa asetat dari kapuk.

Tabel 4. Bilangan Gelombang Selulosa Asetat

Bilangan (cm-1)	Range	Gugus Fungsi
3336,41	3200-3600	O-H Streth
2917,95	2850-3000	C-H Streth
1690,75	1690-1760	C=O Streth
1424,69	1350-1480	C-H Bending
1318,07	1210-1320	C-O Acetyl
1157,47	1000-1300	C-O Streth

Sementara itu, gugus ester C–O yang berasal dari gugus asetil terdeteksi pada bilangan gelombang 1318,07 cm⁻¹. Puncak serapan untuk gugus C–H stretch dari senyawa alkil ditemukan pada 2917,95 cm⁻¹, dan vibrasi C–H bending dari gugus alkana muncul pada 1424,69 cm⁻¹. Hasil pengujian ini menunjukkan adanya puncak serapan khas selulosa asetat, yaitu dari gugus karbonil C=O dan ester C–O, yang mengindikasikan keberadaan gugus asetil. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan cangkang biji pala sebagai bahan dasar, yang juga menghasilkan puncak serapan khas dari gugus karbonil dan ester asetil.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mensintesis selulosa asetat dari bahan baku serat kapuk (*Ceiba pentandra*) melalui metode *solution process* yang menghasilkan produk sesuai dengan kriteria Standar Nasional Indonesia (SNI). Selulosa asetat yang diperoleh memiliki ciri fisik berupa warna putih kekuningan, tidak berbau, serta stabil pada pemanasan 180°C selama 8 jam tanpa mengalami pengarangan. Proses asetilasi optimum dicapai pada volume asam asetat glasial 98% sebesar 40 mL dengan waktu reaksi selama 1,5 jam, menghasilkan kadar asetil sebesar 39,92% dan Derajat Substitusi (DS) sebesar 2,466. Nilai DS tersebut menunjukkan bahwa produk termasuk dalam kategori selulosa diasetat. Hasil karakterisasi gugus fungsi menggunakan spektroskopi FTIR menunjukkan keberhasilan proses asetilasi, ditandai dengan munculnya serapan khas gugus karbonil (C=O) pada bilangan gelombang 1690,75 cm⁻¹ dan gugus ester (C–O) dari kelompok asetil pada 1318,07 cm⁻¹. Temuan ini mengonfirmasi terbentuknya struktur kimia khas selulosa asetat. Dengan demikian, serat kapuk berpotensi sebagai bahan baku lokal yang efektif dalam produksi selulosa asetat untuk berbagai aplikasi industri.

5. Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi waktu asetilasi yang lebih panjang guna memahami secara lebih mendalam pengaruh durasi reaksi terhadap kadar asetil dan derajat substitusi (DS) selulosa asetat yang dihasilkan dari serat kapuk. Selain itu, perlu dilakukan variasi volume asam asetat glasial yang lebih besar untuk mengevaluasi sejauh mana peningkatan reagen tersebut dapat memengaruhi efisiensi proses asetilasi serta kualitas selulosa asetat yang dihasilkan. Penelitian lanjutan ini diharapkan dapat mengoptimalkan parameter proses sehingga diperoleh selulosa asetat dengan karakteristik yang lebih unggul dan aplikatif untuk berbagai kebutuhan industri.

6. Daftar Pustaka

- [1] Rahmatullah, et al 2020, 'Pengaruh Konsentrasi Naoh Terhadap Kadar Selulosa Pada Proses Delignifikasi Dari Serat Kapuk Sebagai Bahan Baku Biodegradable Plastic Berbasis Selulosa Asetat', Seminar Nasional AVoER XII.
- [2] Mardiyati, Rizkiansyah, R.R., Steven, Basuki, A., Suratman, R., 2016, Serat Kapuk Sebagai Bahan Baku Pembuatan Mikrokristalin Selulosa, Jurnal Sains Materi Indonesia Vol. 17, No. 4, Juli 2016, pp. 172-177
- [3] Rahmatullah, et al 2020, 'Pengaruh Waktu Reaksi Dan Aditif Gliserol Pada Sintesis Selulosa Asetat Sebagai Bahan Dasar Bioplastik Dari Serat Kapuk', Jurnal Dinamika Penelitian Industri, vol. 13

- [4] Siswati, N.D., Wachidah, A.N. and Ariyani, A.E.P., 2021. Selulosa Asetat dari Ampas Sagu. *Jurnal Teknik Kimia*, 15(2), pp.90-94.
- [5] Seto, A.S and Sari, A.M., 2013. Pembuatan Selulosa Asetat Berbahan Dasar Nata De Soya. *Jurnal Konversi*, 2(2), pp.1-12.
- [6] Souhoka, F. A., dan J. Latupeirissa. 2018. Sintesis dan Karakteristik Selulosa Asetat (CA). *Indo J. Chem.* 5(2), pp. 58-62.
- [7] Permatasari, H.R., Gulo F., Lesmini B 2014, 'Pengaruh Konsentrasi H₂SO₄ Dan NaOH Terhadap Delignifikasi Serbuk Bambu (*Gigantochloa Apus*)', Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Sriwijaya, pp.131
- [8] Muljani, S., Candra, A., & Faiqoh, I. (2023). Sintesis dan karakterisasi selulosa kristal dari batang tembakau. *Jurnal Teknik Kimia*, 17(2), 45–51.
- [9] Syamsu, K., Kuryani, T., 2014. Pembuatan Biofilm Selulosa Asetat Dari Selulosa Mikrobial Nata De Cassava, *E-Jurnal Agroindustri Indonesia*, pp.129
- [10] Fengel, D., Wegener, G, 2009. *Wood Chemistry, Ultrastructure, Reactions*, Walter de Gruyter & Co, : Berlin.
- [11] Kirk, R.E and Othmer, D.F., 2007, *Encyclopedia of Chemical Technology*, Vol. 1, 3 ed., John Wiley and Sons, New York.
- [12] Utami, I., Hasan, A., Junaidi, R., 2021. Sintesis dan Karakterisasi Selulosa Asetat dari α Selulosa Fiber Cake Kelapa Sawit. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia (JPTI)*. Vol.1, No.9
- [13] Darmawan, M.T., Elma M., Ihsan M., 2018, "Sintesis dan Karakterisasi Selulosa Asetat dari Alfa Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit", *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, pp.50-55
- [14] Vashti, R. A., Muslim, I., & Triana, N. W. (2024). Pembuatan selulosa asetat dari kulit buah pinang (*Areca catechu*). *Inovasi Teknik Kimia*, 9(2), 108-113. ISSN 2527-614X, e-ISSN 2541-5891.
- [15] Bhernama, et al 2023, 'Karakterisasi Selulosa dan Selulosa Asetat dari Limbah Cangkang Biji Pala (*Myristica Fragrans*) Aceh Selatan', *Jurnal Riset Kimia*. Vol.14, No.1
- [16] Seto, A.S and Sari, A.M., 2013. Pembuatan Selulosa Asetat Berbahan Dasar Nata De Soya. *Jurnal Konversi*, 2(2), pp.1-12