



Synthesis of Cellulose Acetate From Coir Waste (*Borassus flabellifer* L) Using Delignification Time Variations

Sintesis Selulosa Asetat Dari Limbah Sabut Lontar (*Borassus flabellifer* L) dengan Menggunakan Variasi Waktu Delignifikasi

Matius Stefanus Batu, Maria Magdalena Kolo, & Fransiska Rika

¹⁾ Department of Chemistry, Universitas of Timor
Universitas Timor, Kefamenanu, Nusa Tenggara Timur, 85613

*Email: steve_b79@unimor.ac.id

ABSTRACT

Synthesis of cellulose acetate from palm coir (*Borassus flabellifer* L) waste has been synthesized by varying the time in the delignification process. This study aimed to determine the characteristics of cellulose acetate from palm coir waste (*Borassus flabellifer* L) and the optimum time for the delignification process. This research was conducted in several stages: sample preparation, cellulose isolation (delignification and *bleaching* process), and synthesis of cellulose acetate (activation, acetylation, and hydrolysis process). The cellulose acetate obtained was then characterized by testing for water content, acetyl content, and degree of substitution and functional group analysis using a fourier transform infra-red (FTIR) spectrophotometer. In the delignification process, variations of the delignification time were used, namely 60, 90, 120, and 150 minutes. From the results of the study, the characteristics of cellulose acetate in palm coir were obtained, namely water content of 0.95%–2.16%, acetyl content of 37.19%–40.85%, degree of substitution of 2.2–2.6 and identification of functional groups using FTIR showed that there was a typical absorption of cellulose acetate on the carbonyl group (C=O) and the ester group (C-O acetyl). The results of variations in the time of the delignification process showed that the optimum reaction time was 120 minutes with the yield of cellulose acetate produced at 254.4%, water content 2.16%, acetyl content 40.85%, degree of substitution (DS) 2.6. the cellulose acetate produced belongs to the type of cellulose diacetate, which can be further utilized in manufacturing threads, membranes, adhesives of films, and mask filters.

Keywords: Palm Coir, Delignification, Cellulose, Cellulose Acetate

PENDAHULUAN

Selulosa merupakan salah satu sumber daya alam terbarukan yang paling berlimpah di alam. Selulosa terdiri dari unsur C, O, dan H yang membentuk rumus empirik $(C_6H_{10}O_5)_n$. Struktur selulosa berasal dari unit *anhidro glukopiranos*, yang memiliki 3 gugus hidroksil di setiap unit yang dihubungkan oleh ikatan β -1,4 *glikosidik* dan menjadi makromolekul rantai lurus (Souhoka & Latupeirissa, 2018). Selulosa tidak larut dalam air dan pelarut organik seperti

alkohol, benzena, dan eter karena memiliki ikatan hydrogen intramolekul dan intermolekul yang kuat (Sari, 2021). Untuk mendapatkan selulosa yang larut dalam pelarut air dan pelarut organik, perlu dilakukan modifikasi struktur turunan selulosa yang dapat digunakan di berbagai bidang, diantaranya selulosa asetat.

Selulosa asetat $(C_6H_7O_2(CH_3CO)_3)_n$ merupakan turunan selulosa dimana gugus hidroksil digantikan oleh gugus asetil. Selulosa asetat berupa padatan putih, tidak berasa, tidak

beracun dan merupakan ester utama asam organik (Seto & Sari, 2013). Nilai komersial selulosa asetat yang tinggi karena sifat fisik dan optik yang baik, sehingga banyak digunakan sebagai serat untuk tekstil, filter rokok, plastik, film fotografi, cat, pelapis kertas, dan membran. Selain itu, selulosa asetat sangat menarik karena dapat terurai secara alami sehingga tidak mencemari lingkungan (Munandar *et al.*, 2022). Selulosa asetat dapat disintesis dari bahan baku alami dengan kandungan selulosa yang tinggi. Beberapa penelitian tentang selulosa asetat telah dilakukan, diantaranya oleh Asparingga *et al.*, (2018) yang mensintesis selulosa asetat dari sabut kelapa (*Cocos nucifera* L), dan Darmawan *et al.*, (2018) mensintesis selulosa asetat dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Selain sumber selulosa tersebut, salah satu bahan alam yang dapat dijadikan sebagai selulosa asetat yaitu tanaman lontar (*Borassus flabellifer* L).

Tanaman lontar termasuk salah satu jenis palma yang banyak tumbuh di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) khususnya di Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU), dimana tanaman ini biasanya tumbuh di daerah beriklim kering dan mendapatkan banyak sinar matahari. Pemanfaatan tanaman lontar masih sangat terbatas, baik dari segi bagian tanaman yang dimanfaatkan maupun jenis produk yang dihasilkan. Pada bagian buah lontar, biasanya diolah menjadi manisan dan permen kaleng (Gabriel & Mardhiyyah, 2019). Hasil penggunaan buah tersebut meninggalkan limbah berupa sabut yang dapat mencemari lingkungan dan belum dimanfaatkan secara maksimal sehingga hanya menjadi pakan ternak atau dibuang sebagai sampah (limbah). Buah lontar mengandung 65–75% sabut dari 23–35% buah yang biasa dikonsumsi (Fariha *et al.*, 2020). Menurut Rahmawati dan Yuanita, (2013) komposisi sabut lontar (*Borassus flabellifer* L) pada kondisi kering mengandung selulosa 89,2%, air 5,4%, karbohidrat 3,1%, dan abu 2,3%. Selain itu, menurut Solo *et al.*, (2018) sabut lontar mengandung selulosa 68,94%, hemiselulosa 5,37%, lignin 14,03%. Dari beberapa komposisi senyawa kimia tersebut, kandungan selulosa yang memiliki komposisi senyawa kimia tertinggi dibandingkan dengan senyawa kimia lainnya, maka sabut lontar dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan selulosa asetat.

Dalam proses pembuatan selulosa asetat, delignifikasi merupakan proses awal yang bertujuan untuk menghilangkan lignin yang

terkandung dalam bahan lignoselulosa. Melalui proses ini, lignin yang terkandung dalam bahan akan dilarutkan sehingga mempermudah proses pemisahan lignin dan serat (Kurniaty *et al.*, 2017). Perlakuan delignifikasi dapat dilakukan secara fisis, kimia dan biologis. Pada penelitian ini, proses delignifikasi dilakukan secara kimia menggunakan larutan NaOH dengan pengaturan waktu reaksi. Penggunaan larutan NaOH sangat efektif dalam meningkatkan hasil hidrolisis karena larutan ini dapat menyerang dan merusak struktur lignin, bagian kristal dan amorf, serta menyebabkan struktur selulosa mengembang (Gunam *et al.*, 2011). Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi proses delignifikasi diantaranya adalah waktu proses delignifikasi, suhu dan ukuran bahan (Suprihatin *et al.*, 2016). Beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai delignifikasi selulosa, diantaranya Saleh *et al.*, (2010) meneliti pembuatan selulosa sabut kelapa muda diperoleh kadar selulosa tertinggi sebesar 88,50% terjadi pada kondisi menggunakan NaOH 10%, dengan waktu proses delignifikasi 120 menit. Wijana *et al.*, (2013) meneliti pembuatan selulosa dari serat pelepah dan kulit nipah mendapatkan hasil terbaik pada perlakuan pelepah nipah dengan kondisi waktu proses delignifikasi konsentrasi NaOH 20% selama 60 menit, kadar selulosa yang diperoleh sebesar 38,50% dan lignin sebesar 7,02%.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik selulosa asetat sabut lontar (*Borassus flabellifer* L) yang meliputi analisis gugus fungsi, kadar air, kadar asetil dan derajat substitusi (DS) serta menentukan waktu optimum proses delignifikasi untuk sintesis selulosa asetat dari limbah sabut lontar (*Borassus flabellifer* L).

METODOLOGI

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah sabut lontar yang diambil dari Desa Wini, NaOH (*Merck*), CH₃COOH (*Aldrich*), akuades, anhidrida asetat (*Merck*), H₂SO₄ (*Merck*), HCl (*Merck*), H₂O₂ (*Merck*), kertas saring, aluminium foil, etanol (*Merck*), indikator fenoltalein (*Merck*), aseton (*Merck*), polietilen glikol (PEG) (*Merck*), tissue, aluminium foil, kertas saring, indikator pH Universal.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah blender, ayakan 80 mesh, oven, neraca analitik, *hot plate*, *magnetic stirrer*, *stopwatch*, pipet volume, batang pengaduk, peralatan gelas (*Pirex*), cawan petri, gunting, instrumen Spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) Thermo scientific Nicolet iS10.

Prosedur

Preparasi Sampel Sabut Lontar

Limbah Sabut Lontar yang sudah diambil, dicuci bersih dan dikeringkan dibawah sinar matahari selama 3 hari untuk menghilangkan kandungan kadar air didalam sabut lontar. Setelah kering, sabut lontar kemudian diblender dan diayak menggunakan ayakan ukuran 80 mesh.

Isolasi Selulosa Sabut Lontar

Serbuk sabut lontar ditimbang sebanyak 30 gram, kemudian dimasukkan ke dalam gelas beker, lalu ditambahkan pelarut NaOH 3% sebanyak 500 mL larutan dengan perbandingan 1:25 (b/v). Selanjutnya, dipanaskan diatas *hot plate* sambil diaduk dengan *magnetic stirrer* pada suhu 70°C dengan variasi waktu delignifikasi 60, 90, 120 dan 150 menit. Residu yang dihasilkan kemudian disaring dan dicuci menggunakan air hangat hingga pH netral dan air cucian menjadi jernih. Hasil endapan yang diperoleh kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 10 jam dan ditimbang. Selanjutnya dilakukan proses *bleaching* sebanyak 100 mL larutan H₂O₂ 3% dan dipanaskan pada suhu 60°C selama 90 menit diatas *hot plate* sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Campuran kemudian disaring dan residu yang dihasilkan dicuci dengan akuades hingga pH netral dan dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C selama 2 jam untuk mendapatkan selulosa dari sabut lontar. Kemudian ditimbang dan dihitung rendemennya.

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat akhir (g)}}{\text{Berat awal (g)}} \times 100\%$$

Sintesis Selulosa Asetat Sabut Lontar

Selulosa sabut lontar hasil isolasi ditimbang sebanyak 5 gram, kemudian dimasukkan ke dalam gelas beker dan ditambahkan 125 mL asam asetat glasial. Selanjutnya, campuran tersebut dipanaskan diatas *hot plate* sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 60 menit pada suhu 40°C. kemudian sambil diaduk pada suhu yang sama, ditambahkan 24 mL asam asetat glasial dan 0,1 mL H₂SO₄ pekat selama 60 menit. Kemudian campuran

didinginkan pada suhu ruang, setelah dingin dilakukan proses asetilasi dengan menambahkan 0,6 mL H₂SO₄ pekat dan 28 mL anhidrida asetat sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 1 jam pada suhu 50°C. Selanjutnya, Larutan didiamkan hingga membentuk endapan kemudian ditambahkan 500 mL akuades sambil diaduk hingga terbentuk gumpalan berwarna putih kekuning-kuningan. Selanjutnya, larutan disaring dan endapan dibilas hingga pH netral dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam. Selanjutnya, dihitung rendemen selulosa asetat dan dilakukan pengujian gugus fungsi menggunakan spektrofotometri FTIR Thermo scientific Nicolet iS10 pada rentang bilangan gelombang 400-4000 cm⁻¹ dan resolusi 0,4 cm⁻¹.

Karakterisasi Selulosa Asetat

Kadar Air

Sebanyak 1 gram selulosa asetat ditempatkan dalam cawan porselen yang telah diketahui beratnya. Cawan yang berisi sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam dan didinginkan dalam desikator lalu ditimbang. Proses ini dilakukan sampai berat sampel konstan.

$$\text{Kadar Air} = \frac{W_3 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

Keterangan:

- W1 = berat sampel
- W2 = berat sampel + cawan sebelum dikeringkan
- W3 = berat sampel + cawan setelah dikeringkan

Kadar Asetil dan Derajat Substitusi

Sebanyak 1 gram selulosa asetat hasil sintesis ditambahkan 5 mL NaOH 0,5 N dan 5 mL etanol. Campuran didiamkan selama 24 jam. Selanjutnya, ditambahkan 10 mL larutan HCl 0,5 N dan didiamkan selama 30 menit. Selanjutnya, menambahkan 3 tetes indikator pp dan dititrasi dengan pelarut NaOH 0,5 N. Kadar asetil dihitung dengan rumus:

$$X = [(D - C)Na + (A - B)Nb] \times \left(\frac{F}{W}\right) \times 100\%$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai derajat substitusi menggunakan rumus:

$$DS = 162 \times \frac{1 \times \%Asetil}{43 \times 100 - ((43 - 1) \times \%Asetil)}$$

Keterangan:

- X = Kadar asetil (%)
- A = Volume NaOH terpakai saat titrasi sampel (mL)
- B = Volume NaOH terpakai saat titrasi blanko (mL)
- C = Volume HCl terpakai saat titrasi sampel (mL)
- D = Volume HCl terpakai saat titrasi blanko (mL)

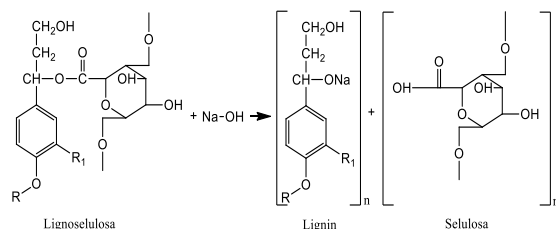
Na = Normalitas HCl
 Nb = Normalitas NaOH
 F = 4,305
 W = Berat sampel (g)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Selulosa Sabut Lontar

Isolasi merupakan metode pemisahan senyawa metabolit sekunder dengan menggunakan pelarut yang sesuai (Azami, 2021). Proses isolasi selulosa selulosa diawali dengan preparasi, berupa pencucian sabut lontar menggunakan air bersih untuk menghilangkan zat pengotor seperti pasir, lumpur dan kulit ari yang terdapat dalam sabut lontar. Selanjutnya, dilakukan proses pengeringan dibawah sinar matahari selama 3 hari untuk mengurangi kadar air dan dilanjutkan dengan proses penghalusan untuk meningkatkan luas permukaan sabut lontar, sehingga lebih mudah untuk mengisolasi selulosa (Asparingga *et al.*, 2018).

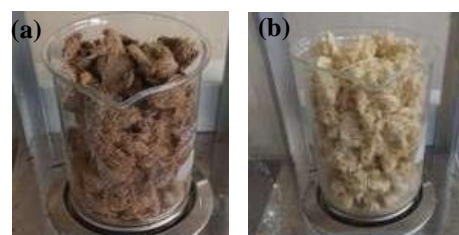
Proses isolasi selulosa dilakukan untuk memisahkan molekul selulosa dari senyawa non-selulosa seperti lignin, hemiselulosa dan senyawa lainnya (Mufidah, 2021). Proses ini dilakukan melalui 2 tahap, yaitu proses delignifikasi dan proses *bleaching* (pemutihan). Pada proses delignifikasi bertujuan untuk memutuskan ikatan lignin pada bahan berlignoselulosa (Permatasari *et al.*, 2014). Dalam penelitian ini, proses delignifikasi dilakukan dengan menggunakan larutan NaOH yang berfungsi sebagai pengembang untuk mengaktifkan gugus OH⁻ pada molekul-molekul selulosa secara merata. Larutan NaOH banyak digunakan dalam proses delignifikasi karena larutan ini lebih efektif dalam menyerang dan merusak struktur lignin serta meningkatkan kandungan selulosa (Maryana *et al.*, 2019). Mekanisme reaksi dari proses delignifikasi terlihat pada **Gambar 1** berikut.



Gambar 1. Mekanisme Reaksi Proses Delignifikasi (Muladi, 2013)

Ion OH⁻ dari NaOH akan memutuskan ikatan dari struktur dasar lignin dan ion Na⁺ akan berikatan dengan lignin membentuk natrium fenolat yang mudah larut. Lignin yang terlarut

ditandai dengan terjadinya perubahan warna larutan dari tidak berwarna (bening) menjadi hitam. Setelah proses delignifikasi, selanjutnya dilakukan proses *bleaching* menggunakan larutan H₂O₂ untuk meningkatkan kecerahan dan kemurnian selulosa (Mauliana *et al.*, 2019). Penggunaan larutan H₂O₂ sebagai agen pemutih karena larutan ini aman dalam penggunaannya, efisien dan biayanya yang murah (Dewanti, 2018). Hasil yang didapat adalah penurunan massa sampel, terjadinya perubahan fisik dan warna sabut lontar. Hal ini menandakan bahwa kandungan lignin dalam sabut lontar hilang. Hasil dari proses isolasi selulosa dapat dilihat pada **Gambar 2** dan ditunjukkan pada **Tabel 1**.



Gambar 2. Sabut Lontar (a) dan (b) Selulosa Hasil Isolasi

Tabel 1. Data Hasil Rendemen Selulosa

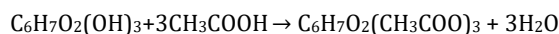
Waktu Delignifikasi (Menit)	Berat Awal (Gram)	Berat Akhir (Gram)	Rendemen (%)
60	30	19,99	66,63
90	30	20,15	67,17
120	30	20,44	68,13
150	30	19,67	65,57

Berdasarkan **Tabel 1** menunjukkan bahwa rendemen selulosa sabut lontar tertinggi dihasilkan pada variasi waktu delignifikasi 60–12 menit sebesar 66,63–68,13% dan hasil terendah pada waktu delignifikasi 150 menit, yaitu sebesar 65,57%. Peningkatan rendemen selulosa disebabkan karena hilangnya ikatan lignin pada saat proses delignifikasi sehingga rendemen selulosa yang diperoleh meningkat (Lisneri *et al.*, 2016). Semakin lama proses penghilangan lignin berlangsung, semakin sedikit jumlah rendmen selulosa yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena komponen hemiselulosa dan lignin pada sabut lontar terurai dan terhidrolisis menjadi glukosa yang dapat terlarut dalam air saat proses pencucian, sehingga mempengaruhi produksi selulosa yang dihasilkan (Asmoro *et al.*, 2018).

Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa waktu terbaik dalam proses delignifikasi adalah 120 menit. Hal ini menunjukkan bahwa besarnya nilai rendemen yang dihasilkan berbanding lurus dengan besar kadar selulosa dalam sampel. Oleh karena itu, semakin besar nilai rendemen yang diperoleh, semakin tinggi pula kadar selulosa dalam sampel.

Sintesis Selulosa Asetat Sabut Lontar

Tahap aktivasi, asetilasi, dan hidrolisis merupakan tahapan dalam pembuatan selulosa asetat. Pada proses aktivasi, selulosa diaktifkan dengan menggunakan asam asetat glasial sebagai agen aktivator. Asam asetat glasial berfungsi sebagai *swelling agent* yang membantu memperbesar serat-serat selulosa sehingga lebih terbuka dan mudah bereaksi dengan asetat anhidrida (Asparingga *et al.*, 2018). Penambahan asetat anhidrida dilakukan supaya gugus hidroksil (OH) pada molekul selulosa digantikan dengan gugus asetil (CH₃CO) pada tahap reaksi asetilasi, dimana sesuai dengan persamaan berikut.



Selama proses asetilasi berlangsung, dilakukan pengadukan dan pemanasan untuk mempercepat proses reaksi. Suhu yang dipakai saat proses asetilasi adalah 50 °C. apabila suhu lebih rendah, maka kecepatan reaksi akan menurun, sedangkan jika suhu melebihi 50 °C maka bahan yang tersisa akan mengalami kerusakan dan hasil reaksi berkurang (Siswati *et al.*, 2021).

Tahapan terakhir pada sintesis selulosa asetat adalah proses hidrolisis berupa penambahan akuades yang bertujuan untuk menghentikan reaksi asetilasi, sehingga diperoleh endapan selulosa asetat (Syahbanu *et al.*, 2017). Selulosa asetat yang diperoleh pada penelitian ini berupa gumpalan-gumpalan yang berwarna putih kekuningan. Hal ini sesuai dengan penelitian (Yulandari, 2020) yang mensintesis selulosa asetat dari agar rumput laut merah menghasilkan gumpalan selulosa asetat berwarna putih kekuningan. Hasil penelitian dari proses sintesis selulosa asetat dapat dilihat pada **Gambar 3** dan ditunjukkan pada **Tabel 2**.



Gambar 3. Selulosa Asetat Sabut Lontar

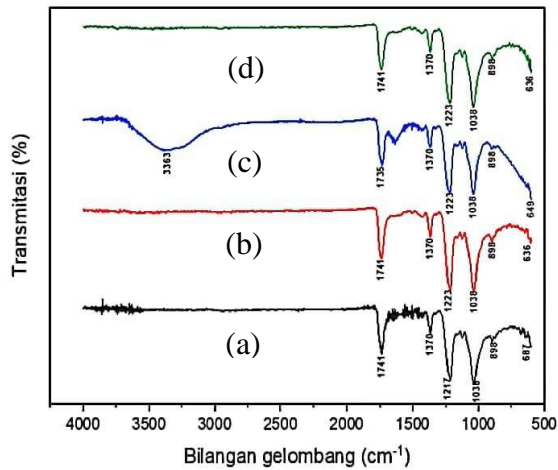
Tabel 2. Data Hasil Rendemen Selulosa Asetat

Waktu Delignifikasi (Menit)	Berat Awal (Gram)	Berat Akhir (Gram)	Rendemen (%)
60	5	5,42	109,8
90	5	5,49	131,8
120	5	12,72	254,4
150	5	6,59	108,4

Dari **Tabel 2** dapat dilihat jumlah persentase selulosa asetat yang diperoleh berkisar antara 108,4–254,4%. Pada waktu delignifikasi 120 menit diperoleh rendemen selulosa asetat tertinggi yaitu sebesar 254,4%. Peningkatan rendemen dikarenakan selama proses aktivasi, yaitu penambahan pelarut asetat glasial sebagai *swelling agent* terjadi homogenitas dan luas permukaan yang besar. Hal ini mengakibatkan proses difusi katalis dan agen pereaksi asetilasi ke dalam serat selulosa terjadi semakin cepat dan selulosa asetat yang diperoleh banyak (Gaol *et al.*, 2013). Penurunan rendemen selulosa asetat terendah pada waktu delignifikasi 150 menit sebesar 108,4%. Penurunan rendemen dikarenakan suhu, kecepatan pengadukan dan pemanasan pada proses sintesis selulosa asetat yang tidak stabil menyebabkan berkurangnya tumbukkan antar reaktan sehingga rendemen selulosa asetat yang diperoleh sedikit (Faizal *et al.*, 2017).

Karakterisasi Selulosa Asetat Sabut Lontar Analisis Gugus Fungsi Selulosa Asetat

Analisis gugus fungsi menggunakan instrumen FTIR dilakukan untuk mengetahui keberhasilan dari reaksi asetilasi adalah dengan mengidentifikasi pola serapan khas dan perubahan gugus fungsi setelah penambahan gugus asetil. Gugus fungsi utama dari selulosa asetat adalah C-O dan C=O. Hasil analisis FTIR selulosa asetat dari sabut lontar dengan variasi waktu delignifikasi dapat dilihat pada **Gambar 4** dan ditunjukkan pada **Tabel 3**.



Gambar 4. Spektra FTIR Selulosa Asetat dengan Variasi Waktu Delignifikasi (a) 60 menit, (b) 90 menit, (c) 120 menit, dan (d) 150 menit.

Tabel 3. Spektrum Selulosa Asetat Sabut Lontar

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)				Selulosa Asetat Hasil Sintesis dengan Variasi Waktu Delignifikasi (menit)	Selulosa Asetat Standar (Bherna <i>a et al., 2023</i>)	Gugus Fungsi
60	90	120	150			
-	-	336	-	3486,97	O-H stretch	
137	137	137	137	1383,00	C-H bending	
174	174	173	174	1754,63	C=O stretch	
121	122	122	122	1238,12	C-O acetyl	
103	103	103	103	1049,69	C-O stretch	

Spektra FTIR pada **Gambar 4** dan dijelaskan pada **Tabel 3** memperlihatkan adanya beberapa gugus fungsi yang terdapat dalam selulosa asetat sabut lontar diantaranya gugus karbonil (C=O) yang merupakan ciri dari selulosa asetat terdapat pada bilangan gelombang 1735–1741 cm⁻¹, gugus ester (C-O) dari asetil terdapat pada bilangan gelombang 1217–1223 cm⁻¹. Pada bilangan gelombang 1036-1038 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus C-O stretch, gugus C-H bending muncul pada bilangan gelombang 1370 cm⁻¹ dan gugus O-H stretch pada bilangan gelombang 3363 cm⁻¹ (Batu *et al., 2023*).

Dari spektra diketahui bahwa pada sampel variasi waktu delignifikasi 120 menit terdapat gugus O-H stretch yang terlihat pada bilangan gelombang 3363 cm⁻¹. Hal ini dikarenakan gugus hidroksil dari selulosa yang tidak tersubstitusi oleh gugus asetil. Akibat masih adanya kandungan air didalam bahan akibat dari proses pengeringan yang tidak sempurna (Lismeri *et al., 2016*).

Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air bertujuan untuk mengetahui jumlah air yang terkandung dalam selulosa asetat Sabut Lontar. Nilai kadar air semua variasi waktu delignifikasi dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Hasil Uji Kadar Air

Waktu Delignifikasi (Menit)	Kadar Air (%)	SNI 08-7070-2005
60	0,95	Maks. 5%
90	0,97	
120	2,16	
150	1,03	

Dari hasil pengujian pada **Tabel 4** menunjukkan bahwa kadar air selulosa asetat yang dihasilkan berkisar antara 0,95%–2,16%. Dari hasil pengujian kadar air dapat disimpulkan bahwa sampel selulosa asetat sabut lontar dari semua variasi waktu delignifikasi memenuhi standar nasional Indonesia (SNI) No. 08-7070 tahun 2005 untuk produk selulosa asetat yaitu maksimal 5%. Hal-hal yang dapat mempengaruhi ketelitian penentuan kadar air dalam selulosa asetat, yakni berhubungan dengan penanganan sampel (jenis, ukuran dan partikel sampel) dan kelembapan udara pada ruang penelitian sehingga mempengaruhi kadar air (Nurhamidah, 2020).

Pengujian Kadar Asetil dan Derajat Substitusi

Kadar asetil adalah parameter yang digunakan untuk menentukan jumlah asam asetat yang teresterifikasi pada rantai selulosa, sehingga dapat menentukan jenis selulosa asetat dan nilai derajat substitusi (DS). Semakin tinggi kadar asetil, semakin tinggi juga nilai derajat substitusinya. Berdasarkan nilai derajat substitusi, selulosa asetat dibagi menjadi 3 jenis yaitu: selulosa monoasetat dengan derajat substitusi (DS) 0–2,0 dan kandungan asetil < 36,5%, selulosa diasetat dengan DS 2,0–2,8 dan kandungan asetil 36,5–42,2%, sedangkan

selulosa triasetat memiliki DS 2,8–3,9 dan kandungan asetil 43,5–44,8% (Gaol et al., 2013).

Tabel 5. Uji Kadar Asetil dan Derajat Substitusi

Waktu Delignifikasi (Menit)	Kadar Asetil (%)	Derajat Substitusi	Jenis Selulosa Asetat
60	37,19	2,2	Diasetat
90	38,27	2,3	
120	40,85	2,6	
150	39,56	2,4	

Berdasarkan **Tabel 5** dapat dilihat bahwa kadar asetil dan derajat substitusi selulosa asetat yang dihasilkan termasuk kedalam jenis selulosa diasetat. Kadar asetil yang dihasilkan berbanding lurus dengan derajat substitusi yang diperoleh. Selulosa asetat sabut lontar yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan untuk pembuatan benang, membran, perekat untuk film dan filter masker.

KESIMPULAN

Karakteristik selulosa asetat sabut lontar hasil sintesis yaitu kadar air (0,95%–2,16%), kadar asetil (37,19%–40,85%), derajat substitusi (2,2–2,6), dan tergolong jenis selulosa diasetat. Analisis gugus fungsi dari selulosa asetat diperoleh adanya gugus fungsi C=O, C-O asetil, C-H, C-O dan O-H yang merupakan gugus karakteristik dari selulosa asetat. Kondisi waktu optimum pada proses delignifikasi terjadi pada waktu 120 menit dengan rendemen selulosa asetat yang dihasilkan sebesar 254,4%, kadar air 2,16%, kadar asetil 40,85% dan derajat substitusi (DS) 2,6.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memperlancar penelitian ini.

REFERENSI

Agusintia Yulandari. (2020). Sintesis Selulosa Asetat dari Agar Rumput Laut Merah *Gracilaria vermiculophylla*. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh.

Asparingga, H., Syahbanu, I., & Alimuddin, A. H. (2018). Pengaruh Volume Anhidrida Asetat pada Sintesis Selulosa Asetat dari Sabut Kelapa (*Cocos nucifera* L). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 7(3), 10–17.

Batu, M. S., Adu, R. E. Y., & Soares, L. P. (2023). Sintesis Selulosa Asetat Dari Sabut Buah

Lontar (*Borassus flabellifer* Linn) Dengan Variasi Volume Anhidrida Asetat. *Hydrogen : Jurnal Kependidikan Kimia*, 11(5), 751–758.

- Bhernama, B. G., Nurhayati., Saputra, S. A & Amalia, J. (2023). Karakterisasi Selulos dan Selulosa Asetat dari Limbah Cangkang Biji Pala (*Myristica fragransi*) Aceh Selatan. *Jurnal Riset Kimia*, 14(1), 81-93.
- Darmawan, M. T., Elma, M., & Ihsan, M. (2018). Sintesis dan Karakterisasi Selulosa Asetat dari Alfa Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(1), 50–55.
- Dewanti, D. P. (2018). Potensi Selulosa dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Bahan Baku Bioplastik Ramah Lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1), 81–88.
- Rahmawati, E., & Yuanita, L. (2013). Adsorpsi Pb²⁺ oleh Arang Aktif Sabut Siwalan (*Borassus flabellifer*). *UNESA Journal of Chemistry*, 2(3), 82–87.
- Fariha, C. N., Setiawan, A., & Ramadani, T. A. (2020). Karakterisasi Sabut Siwalan (*Borassus flabellifer*) dan Kulit Pisang Raja (*Musa paradisiaca* var. *Raja*) dalam Proses Produksi Bioetanol. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Pada Masyarakat Nasional Teknologi Industri, Lingkungan Dan Infrastruktur*, 3, A2. 1-7.
- Gabriel, A. A., & Mardhiyyah, Y. S. (2019). Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*, 11(01), 1–5.
- Gunam, I. B. W., Wartini, N. M., Anggreni, A. A. M. D., & Suparyana, P. M. (2011). Delignifikasi Ampas Tebu dengan Larutan Natrium Hidroksida sebelum Proses Sakaraifikasi Secara Enzimatis menggunakan Enzim Selulase Kasar. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 34(3), 24–32.
- H. Abdullah Saleh, D., P. M. M., & Angelina, N. (2010). Pengaruh Konsentrasi Larutan, Temperatur dan Waktu Pemasakan pada Pembuatan Pulp Berbahan Baku Sabut Kelapa Muda dengan Proses Soda. *Jurnal Teknik Kimia*, 16(3), 44–49.
- Imas Siti Nurhamidah. (2020). *Isolasi Dan Karakterisasi α-Selulosa dari Tumbuhan Alang-Alang (Imperata cylindrical) Sebagai Bahan Mikrofilter*. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Intan Syahbanu, Hartini, A. S., Yuspitasari, M., & Rusmaningsih, A. (2017). Sintesis dan Studi Termal Selulosa Asetat dari Selulosa

- Bakterial. *Proceedings of National Colloquium Research and Community Service*, 1, 5–8.
- Kurniaty, I., H. U. H., Yustiana, D., & Fajriah, I. (2017). Proses Delignifikasi menggunakan Naoh dan Amonia (NH₃) pada Tempurung Kelapa. *Jurnal Integrasi Proses*, 6(4), 197–201.
- Lia Lismeri, Meutia, P. Z., Novarani, T., & Darni, Y. (2016). Sintesis Selulosa Asetat dari Limbah Batang Ubi Kayu Cellulose Acetate Synthesis from Cassava Stem. *Jurnal Rekayasa Kimia Dan Lingkungan*, 11(2), 82–91.
- M Roganda L Lumban Gaol, Roganda Sitorus, Yanthi S, Indra Surya, R. M. (2013). Pembuatan Selulosa Asetat dari α -Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia*, 2(3), 33–39.
- Maryana, R., Jatmiko, T. H., Prasetyo, D. J., Rizal, W. A., Suwanto, A., Prahasti, A. S., dan Rizaluddin, A. T. (2019). Evaluation of High Purity Cellulose Production from Pretreated Various Agricultural Biomass Wastes. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.*, 251(1), 0–6. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/251/1/012001>
- Mauliana, Kurniasih, E., & Syafruddin. (2019). Synthesis Of Acetate Cellulosa From The Palm Oil Empty Floor Through The Reaction Of Activation. *Journal of Science and Technology*, 17(01), 1–5.
- Mufidah Hidayatul. (2021). Pembuatan Beads Selulosa Xantat sebagai Material Pendukung TiO₂ menggunakan Crosslink C₄H₆O₄Zn. Universitas Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Malang.
- Muhammad Faizal, Jaksen, & Fadarina. (2017). Sintesis dan Karakterisasi Selulosa Asetat dari Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Bahan Baku Bioplastik. *Kinetika*, 17–23.
- Muladi. (2013). Teknologi Kimia Kayu Lanjutan Kalimantan Timur. Universitas Mulawarman, Samarinda
- Munandar, F. A., Yerizam, M., & Hc, F. (2022). Pembuatan Selulosa Asetat dari Ampas Tebu untuk Diaplikasikan sebagai Bahan Baku Plastik. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia (JPTI)*, 2(9), 393–399.
- Novian Wely Asmoro, Afriyanti, & Marisa, P. (2018). Kemampuan Daya Ikat Air dan Minyak pada Carboximetyl cellulose (CMC) Batang Tanaman Jagung. *Prosiding Seminar Nasional*, 419–425.
- Permatasari, H. R., Gulo, F., & Lesmini, B. (2014). Pengaruh Konsentrasi H₂SO₄ dan NaOH Terhadap Delignifikasi Serbuk Bambu (*Gigantochloa apus*). *Penelitian Pendidikan Kimia: Kajian Hasil Penelitian Pendidikan Kimia*, 1(2), 131–140.
- Sari, D. A. (2021). *Sintesis Selulosa Asetat Dari Selulosa Rumput Teki (Cyperus Rotundus L)*. Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh.
- Seto, A. S., & Sari, A. M. (2013). Pembuatan Selulosa Asetat Berbahan Dasar Nata De Soya. *Konversi*, 2(1), 1–12.
- Siswati, N. D., Wachidah, A. N., & Ayu Eka Putri Ariyani. (2021). Selulosa Asetat dari Ampas Sagu. *Jurnal Teknik Kimia*, 15(2), 90–94.
- Solo, A. A. M., Masruri, & Rumhayati, B. (2018). Characteristic of Cellulose Isolated From Papyrus Fibers (*Borassus flabelifer* L) And Its Citrate Ester. *J. Pure App. Chem. Res*, 7(September), 239–246. <https://doi.org/10.21776/ub.jpacr.2018.007.03.410>
- Souhoka, F. A., & Latupeirissa, J. (2018). Synthesis and Characterization of Cellulose Acetate (CA). *Indo. J. Chem. Res*, 5(2), 58–62.
- Suprihatin, Kartika, Y. N., Lestari, N. A., & Nurmawati1, A. (2016). Alfa Cellulose Isolation from Tobacco Stem Waste as Raw Material for Bioethanol Production. *Seminar Nasional Teknik Kimia Soebardjo Brotohardjono XVII*, (2007), 82–85.
- Susinggih Wijana, Rahmah, N. L., & Ansory, D. (2013). Studi Proses Pulping Serat Pelepeh dan Serat Kulit Buah Nipah (*Nypa Fruticans*) Dengan Metode Kimia (Kajian Konsentrasi Larutan NaOH). *Jurnal Industria*, 2(1), 37–46.
- Yusuf Ikrom Nur Azami. (2021). Optimalisasi Serabut Siwalan (*Borassus flabellifer* L) sebagai Bahan Baku *Carboxymethyl Cellulose* (CMC-Na) menggunakan Variasi Konsentrasi NaOH. Universitas Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.