

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI ALFA SELULOSA DARI LIMBAH MESOKARP KELAPA SAWIT (ELAEIS GUINEENSIS JACQ.) MELALUI PENGARUH KONSENTRASI HIDROGEN PEROKSIDA TERHADAP SIFAT STRUKTURAL BERBASIS ANALISIS FTIR**

Latisa Stefi Alivia<sup>1</sup>, Kolonel Tek. Dr Gunaryo<sup>2</sup>  
[latisastefi26@gmail.com](mailto:latisastefi26@gmail.com)<sup>1</sup>, [gunaryo92000@gmail.com](mailto:gunaryo92000@gmail.com)<sup>2</sup>  
 Universitas Pertahanan Republik Indonesia

<u>Article Info</u>	<u>ABSTRAK</u>
<p><b>Article history:</b>                      Published March 31, 2026</p>	<p>Mesokarp kelapa sawit (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) merupakan salah satu limbah biomassa terbesar dari industri pengolahan kelapa sawit yang memiliki kandungan selulosa tinggi (~43%), sehingga berpotensi sebagai sumber alfa selulosa berkualitas tinggi. Penelitian ini bertujuan mengisolasi dan mengkarakterisasi alfa selulosa dari mesokarp kelapa sawit melalui serangkaian proses delignifikasi alkali (NaOH 17,5%) dan pemutihan dengan hidrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) pada dua konsentrasi berbeda (2% dan 10% v/v), serta menganalisis perubahan struktural gugus fungsi menggunakan spektroskopi Fourier Transform Infrared (FTIR). Karakterisasi dilakukan pada tiga kondisi sampel: bahan baku (raw material), setelah pemutihan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 2%, dan setelah pemutihan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10%. Spektrum FTIR bahan baku memperlihatkan puncak karakteristik lignoselulosa pada 3324,26 cm<sup>-1</sup> (O-H), 2914,19 dan 2844,88 cm<sup>-1</sup> (C-H), 1609,91 cm<sup>-1</sup> (cincin aromatik lignin), 1233,41 cm<sup>-1</sup> (C-O ester lignin-karbohidrat kompleks/hemiselulosa), dan 1034,24 cm<sup>-1</sup> (C-O selulosa). Pemutihan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 2% menurunkan intensitas puncak lignin dan hemiselulosa secara signifikan, dengan peningkatan baseline transmitan dari ~80–95% menjadi ~120–140%. Pemutihan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10% menghasilkan penghilangan lignin yang hampir sempurna, ditandai penurunan drastis puncak 1609,91 cm<sup>-1</sup> dan 1233,41 cm<sup>-1</sup>, serta peningkatan baseline transmitan hingga ~155–165%, dengan profil spektrum yang sangat mendekati alfa selulosa murni. Integritas rantai selulosa terjaga pada seluruh tahap perlakuan, dibuktikan oleh keberadaan puncak 1034,24 cm<sup>-1</sup> yang konsisten. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10% merupakan kondisi optimal untuk pemutihan mesokarp kelapa sawit berdasarkan analisis FTIR, menjadikan mesokarp kelapa sawit sumber alfa selulosa terbarukan yang menjanjikan.</p>
<p><b>Kata Kunci:</b>                      Alfa Selulosa, Mesokarp Kelapa Sawit, FTIR, Delignifikasi, Hidrogen Peroksida, Bleaching.</p>	

**1. PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia dengan total luas perkebunan dilansir dari ditjenbun pada tahun 2023 sebesar juta 16.833 juta Hektar (Ha) dan produksi crude palm oil (CPO) mencapai lebih dari 46 juta ton per tahun (Yumna

& Perdana., 2023). Industri kelapa sawit menghasilkan sejumlah besar limbah biomassa pada setiap tahap pengolahan. Hasil produksi dari seluruh tahapan pengolahan kelapa sawit di sebuah pabrik kelapa sawit mencakup, crude palm oil (CPO) sebesar 22%, kernel 5%, tandan kosong kelapa sawit 22%, serat mesokarp 13%, cangkang sawit 6%, limbah cair 28%, dan padatan sebesar 4% dari setiap 1 ton tandan buah segar (TBS) yang diproses (Yuniar et al., 2025). Salah satu limbah terbesar adalah mesokarp atau serabut buah sawit, yaitu serat berserat yang tersisa setelah buah diekstraksi minyaknya di pabrik kelapa sawit. Pada penelitian Yasim et al (2016) mesokarp sawit memiliki kandungan selulosa sebesar 43 %, hemiselulosa 33% dan lignin 22%. Oleh karena itu, mesokarp sawit memiliki potensi besar sebagai sumber selulosa. Alpha cellulose merupakan bagian selulosa yang murni dengan berat molekul tinggi sehingga tidak larut dalam alkali pekat (NaOH 17,5%) (Shaikh et al., 2021).  $\alpha$ -selulosa memiliki rantai panjang dengan derajat polimerisasi (DP) 600-1500 pada suhu 20oC sehingga digunakan sebagai indikator kemurnian selulosa karena alfa selulosa merupakan bagian selulosa yang paling stabil terhadap larutan basa (Chamidy, 2021).

Alfa selulosa banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku industri kertas khusus (kertas uang, kertas rokok), tekstil rayon, nitroselulosa, selulosa asetat, carboxymethyl cellulose (CMC), dan berbagai biopolimer bernilai tinggi. Proses isolasi alfa selulosa dari biomassa lignoselulosa umumnya melibatkan tahapan pretreatment, delignifikasi alkali, dan pemutihan (bleaching) (Lismeri., 2019). Pemutihan bertujuan menghilangkan sisa lignin dan senyawa kromofor yang memberikan warna gelap pada produk selulosa. Hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) adalah agen pemutih ramah lingkungan yang bekerja melalui mekanisme oksidatif dalam suasana basa.  $H_2O_2$  tidak menghasilkan produk samping organoklorin beracun seperti pemutih berbasis klorin ( $NaClO_2$ ,  $Cl_2$ ), sehingga lebih aman bagi lingkungan dan operator (Sukmawijaya., 2026). Karakterisasi menggunakan spektroskopi Fourier Transform Infrared (FTIR) merupakan teknik analitik yang efektif untuk memantau perubahan gugus fungsi pada setiap tahap isolasi selulosa. FTIR mampu memberikan informasi kualitatif dan semi-kuantitatif tentang keberadaan lignin, hemiselulosa, dan selulosa berdasarkan pola serapan khususnya (Mulyadi., 2019). Penelitian ini menyajikan data FTIR aktual dari tiga kondisi sampel yaitu bahan baku mesokarp kelapa sawit (raw material), setelah pemutihan  $H_2O_2$  2%, dan setelah pemutihan  $H_2O_2$  10%, dengan puncak-puncak spesifik yang teridentifikasi pada 3324,26; 2914,19; 2844,88; 1609,91; 1233,41; dan 1034,24  $cm^{-1}$ . Meskipun beberapa penelitian telah melaporkan isolasi selulosa dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan sabut kelapa sawit, penelitian yang berfokus pada mesokarp kelapa sawit dengan analisis FTIR bertahap dan perbandingan konsentrasi  $H_2O_2$  (2% vs 10%) secara sistematis masih sangat terbatas. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan proses isolasi alfa selulosa optimal dari mesokarp kelapa sawit.

## **2. METODOLOGI**

### **➤ Bahan dan Alat**

Bahan baku yang digunakan adalah limbah mesokarp kelapa sawit. Bahan kimia yang digunakan yaitu NaOH (17,5%),  $H_2O_2$  (2% dan 10%), dan akuades. Alat yang digunakan adalah FTIR, sonikator, oven, pengaduk magnet dengan hotplate, ayakan 100 mesh, neraca analitik, grinder, dan peralatan gelas standar laboratorium.

### **➤ Preparasi dan Ekstraksi Bahan Baku**

Mesokarp kelapa sawit dicuci bersih dan di oven pada suhu 60°C selama 12 jam. Setelah kering mesokarp digrinder, dan diayak hingga ukuran 100 mesh. Sampel ini merupakan bahan baku (raw material) yang dianalisis FTIR pada tahap pertama.

### ➤ Delignifikasi Alkali

Serbuk bahan baku dicampurkan dengan larutan NaOH 17,5% (b/v) (rasio padatan:larutan = 1:20, b/v), dipanaskan pada 80°C selama 30 menit dengan pengadukan konstan. Padatan disaring, dicuci dengan akuades hingga pH netral, dan dikeringkan di oven pada suhu 60°C hingga berat konstan.

### ➤ Pemutihan dengan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 2% dan 10%

Sampel hasil delignifikasi dibagi dua. Masing-masing bagian diputihkan dengan larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 2% (v/v) dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10% (v/v) yang dikondisikan pada pH 10 dengan NaOH. Sampel ditambahkan akuades dan larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dengan perbandingan 1:4,4:4,1. Campuran dipanaskan pada 60°C selama 30 menit di sonikator. Setelah pemutihan, padatan disaring, dicuci dengan akuades hingga pH netral, dan dikeringkan pada 60°C selama 8 jam. Kedua sampel ini dianalisis FTIR pada tahap kedua dan ketiga.

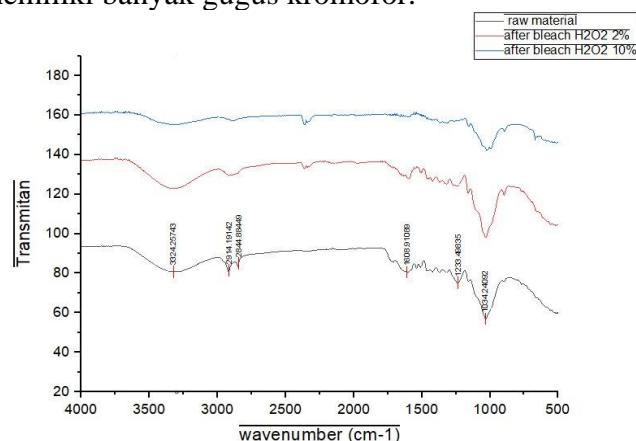
### ➤ Karakterisasi Spektroskopi FTIR

Analisis FTIR dilakukan pada tiga sampel: (1) raw material, (2) setelah pemutihan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 2%, dan (3) setelah pemutihan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10%. Spektrum direkam pada rentang 4000–500 cm<sup>-1</sup>, resolusi 4 cm<sup>-1</sup>, dengan 16 kali scanning. Identifikasi puncak serapan dan analisis perubahan intensitas transmitan dilakukan melalui pengolahan data spektrum menggunakan perangkat lunak Origin. Data spektrum FTIR yang diperoleh dalam bentuk numerik kemudian diimpor ke dalam perangkat lunak untuk dilakukan plotting hubungan antara bilangan gelombang (cm<sup>-1</sup>) dan persen transmitansi. Selanjutnya, seluruh spektrum dari masing-masing sampel diplotkan dalam satu grafik untuk memudahkan perbandingan visual serta analisis komparatif terhadap perubahan posisi puncak dan intensitas transmitan yang berkaitan dengan perubahan gugus fungsi pada material.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Spektroskopi FTIR

Gambar 1 menyajikan spektrum FTIR dari ketiga sampel: raw material (hitam), setelah bleaching H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 2% (merah), dan setelah bleaching H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10% (biru). Secara umum, terdapat tren yang sangat jelas: baseline transmitan meningkat secara bertahap dari raw material (~80–95%), bleaching H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 2% (~120–140%), hingga bleaching H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10% (~155–165%). Peningkatan nilai transmitan (penurunan absorbans) ini mencerminkan berkurangnya senyawa penyerap inframerah dalam sampel, terutama lignin dan hemiselulosa yang memiliki banyak gugus kromofor.



Gambar 1. spektrum FTIR mesokarp kelapa sawit: raw material (hitam), setelah bleaching H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 2% (merah), dan setelah bleaching H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10% (biru)

Sumber: Diolah Oleh Peneliti

Sampel H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10% menunjukkan spektrum paling datar dengan jumlah puncak serapan yang lebih sedikit dibandingkan raw material. Hal ini sesuai dengan proses pemurnian

selulosa yang efektif, di mana komponen lignin dan hemiselulosa yang memiliki beragam gugus fungsi telah berhasil dihilangkan, menyisakan profil spektrum yang didominasi gugus fungsi selulosa. Spektrum FTIR bahan baku menampilkan profil kompleks yang mencerminkan komposisi tiga komponen lignoselulosa utama. Puncak lebar dan kuat pada  $3324,26\text{ cm}^{-1}$  merupakan karakteristik regangan O-H dari gugus hidroksil bebas dan terikat hidrogen dalam selulosa dan hemiselulosa (Hermanto., 2019). Keluasan puncak ini mencerminkan jaringan ikatan hidrogen inter- dan intramolekular yang kompleks dalam matriks polisakarida. Dua puncak pada  $2914,19\text{ cm}^{-1}$  dan  $2844,88\text{ cm}^{-1}$  berkaitan dengan regangan C-H asimetris dan simetris dari gugus metilen ( $-\text{CH}_2-$ ) yang terdapat pada rantai selulosa, hemiselulosa, maupun struktur alifatik lignin. Puncak pada  $1609,91\text{ cm}^{-1}$  merupakan salah satu puncak kunci dalam karakterisasi lignin (Kusumaningsih et al., 2022). Puncak ini berkaitan dengan vibrasi rangka aromatik C=C dari cincin benzena yang merupakan unit dasar struktur lignin. Selain itu, kontribusi tekuk O-H dari molekul air yang teradsorpsi juga dapat berkontribusi pada puncak di sekitar  $1600\text{--}1640\text{ cm}^{-1}$ . Kehadiran puncak ini yang cukup kuat pada raw material mengindikasikan kandungan lignin yang signifikan dalam mesokarp kelapa sawit.

Puncak pada  $1233,41\text{ cm}^{-1}$  merupakan karakteristik regangan C-O dari ikatan ester dan eter yang menghubungkan unit lignin dengan rantai polisakarida dalam lignin-karbohidrat kompleks, serta gugus asetil dan asam uronat pada hemiselulosa (Azzahra., 2024). Puncak ini sangat penting sebagai indikator keberadaan ikatan kovalen antara lignin dan polisakarida yang perlu diputus selama proses pemutihan. Puncak kuat pada  $1034,24\text{ cm}^{-1}$  merupakan puncak paling dominan dari selulosa, berkaitan dengan regangan C-O dan C-O-C dari rantai poliglikosida selulosa, khususnya regangan gugus C3-OH dan C6-OH. Puncak ini berfungsi sebagai referensi internal keberadaan selulosa dalam semua tahap perlakuan karena posisi dan intensitasnya relatif stabil selama proses isolasi selulosa.

Spektrum FTIR sampel setelah pemutihan  $\text{H}_2\text{O}_2$  2% (kurva merah) menunjukkan pergeseran baseline ke atas menjadi sekitar 120–140% transmittan dibandingkan raw material (~80–95%). Peningkatan transmittan ini mencerminkan berkurangnya total senyawa penyerap inframerah dalam sampel akibat degradasi lignin dan hemiselulosa oleh  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Perubahan paling signifikan teramati pada puncak  $1609,91\text{ cm}^{-1}$ , yang mengalami penurunan intensitas (kenaikan % transmittan) secara nyata. Penurunan ini merupakan bukti langsung bahwa  $\text{H}_2\text{O}_2$  2% dalam suasana basa (pH 10) telah berhasil mengoksidasi dan mendegradasi struktur aromatik lignin. Mekanismenya melibatkan pembentukan ion perhidroksil ( $\text{HOO}^-$ ) yang aktif sebagai agen oksidan, memutus ikatan C-C dan C-O pada rantai samping dan cincin aromatik lignin. Puncak pada  $1233,41\text{ cm}^{-1}$  juga menunjukkan penurunan intensitas setelah pemutihan  $\text{H}_2\text{O}_2$  2%. Hal ini mengindikasikan hidrolisis sebagian ikatan ester hemiselulosa, yang difasilitasi oleh kondisi basa selama proses pemutihan. Berkurangnya intensitas puncak  $1233,41\text{ cm}^{-1}$  secara simultan dengan puncak  $1609,91\text{ cm}^{-1}$  mengkonfirmasi bahwa  $\text{H}_2\text{O}_2$  2% bekerja sinergis mendegradasi baik struktur aromatik lignin maupun ikatan ester hemiselulosa. Puncak selulosa pada  $1034,24\text{ cm}^{-1}$  tetap teridentifikasi jelas dengan intensitas yang relatif baik, mengonfirmasi terjaganya integritas rantai selulosa selama proses pemutihan  $\text{H}_2\text{O}_2$  2%. Puncak regangan O-H pada  $3324,26\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan profil yang serupa dengan bahan baku, mengindikasikan gugus hidroksil selulosa masih terjaga dengan baik. Secara keseluruhan, pemutihan  $\text{H}_2\text{O}_2$  2% memberikan pengurangan lignin yang signifikan namun belum mencapai kondisi optimal untuk menghasilkan alfa selulosa dengan kemurnian tinggi.

Pemutihan dengan  $\text{H}_2\text{O}_2$  10% menghasilkan perubahan spektrum FTIR yang paling dramatis dibandingkan dua kondisi sebelumnya (kurva biru). Baseline transmittan meningkat drastis menjadi ~155–165%, dan spektrum secara keseluruhan tampak jauh

lebih datar dengan jumlah puncak serapan yang lebih sedikit. Ini merupakan indikator kuat bahwa sebagian besar senyawa non-selulosa telah berhasil dihilangkan. Puncak pada  $1609,91\text{ cm}^{-1}$  yang menjadi penanda keberadaan lignin mengalami penurunan intensitas yang sangat drastis setelah pemutihan  $\text{H}_2\text{O}_2$  10%. Konsentrasi  $\text{H}_2\text{O}_2$  yang lebih tinggi menghasilkan konsentrasi radikal  $\text{HOO}^-$  yang lebih besar, meningkatkan kemampuan oksidatif terhadap struktur aromatik lignin secara signifikan. Berkurangnya puncak  $1609,91\text{ cm}^{-1}$  secara nyata mengindikasikan penghilangan unit aromatik lignin yang hampir sempurna dari matriks selulosa. Puncak  $1233,41\text{ cm}^{-1}$  yang berkaitan dengan ikatan ester lignin-karbohidrat dan hemiselulosa juga mengalami penurunan intensitas yang lebih besar dibandingkan sampel  $\text{H}_2\text{O}_2$  2%. Kondisi ini mengindikasikan hidrolisis yang lebih komplet terhadap ikatan ester dan pemutusan ikatan lignin, sehingga sisa hemiselulosa dan fragmen lignin yang masih terikat pada selulosa berhasil dilepaskan. Sebaliknya, puncak selulosa pada  $1034,24\text{ cm}^{-1}$  tetap teridentifikasi dengan jelas pada spektrum  $\text{H}_2\text{O}_2$  10%, yang membuktikan bahwa peningkatan konsentrasi  $\text{H}_2\text{O}_2$  tidak merusak rantai selulosa secara signifikan pada kondisi suhu dan waktu yang digunakan. Puncak regangan O-H pada  $3324,26\text{ cm}^{-1}$  serta puncak C-H pada  $2914,19$  dan  $2844,88\text{ cm}^{-1}$  juga masih teridentifikasi, mengkonfirmasi keutuhan gugus fungsi dasar selulosa.

#### Analisis Komparatif Perubahan Intensitas Puncak Karakteristik

Tabel 2 menyajikan perbandingan nilai transmittan (%T) pada bilangan gelombang karakteristik dari ketiga sampel berdasarkan pembacaan dari spektrum FTIR. Nilai transmittan yang lebih tinggi menandakan absorbans yang lebih rendah, mengindikasikan berkurangnya senyawa yang menyerap pada bilangan gelombang tersebut.

Tabel 2. Perbandingan nilai transmittan (%T) pada puncak-puncak karakteristik FTIR dari tiga tahap sampel mesokarp kelapa sawit

Bilangan Gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )	Nilai Transmittan (%T)			Interpretasi Perubahan
	Raw Material	$\text{H}_2\text{O}_2$ 2%	$\text{H}_2\text{O}_2$ 10%	
3324,26 (O-H)	~81	~121	~157	Meningkat, selulosa semakin murni, matriks non-selulosa berkurang
2914,19 (C-H asim.)	~79	~125	~159	Meningkat, relatif stabil, komponen CH berkurang proporsional
2844,88 (C-H sim.)	~80	~127	~160	Meningkat, relatif stabil, tren serupa puncak 2914
1609,91 (aromatik)	~79	~133	~158	Meningkat drastis lignin terdegradasi efektif
1233,41 (C-O ester)	~72	~124	~155	Meningkat ikatan ester LCC dan hemiselulosa terhidrolisis

1034,24 selulosa)	(C-O	~62	~108	~147	Meningkat (baseline) selulosa tetap ada, matriks non- sel. hilang
----------------------	------	-----	------	------	---

*Keterangan: Nilai %T merupakan estimasi pembacaan dari spektrum FTIR Gambar 1. Nilai lebih tinggi = absorbans lebih rendah = senyawa pada bilangan gelombang tersebut semakin berkurang.*

Data pada Tabel 2 menunjukkan tren peningkatan persentase transmitansi (%T) pada seluruh puncak karakteristik seiring meningkatnya konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Peningkatan paling signifikan terjadi pada puncak 1609,91 cm<sup>-1</sup> dan 1233,41 cm<sup>-1</sup>, yang mengindikasikan degradasi lignin serta hidrolisis hemiselulosa dan lignin-carbohydrate complex (LCC). Puncak selulosa pada 1034,24 cm<sup>-1</sup> juga mengalami peningkatan %T, namun hal ini disebabkan oleh meningkatnya baseline transmitansi akibat berkurangnya senyawa penyerap, bukan oleh degradasi selulosa. Keberadaan puncak tersebut pada semua sampel menunjukkan bahwa struktur selulosa tetap terjaga selama proses perlakuan. Degradasi lignin oleh H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> terjadi melalui mekanisme oksidasi radikal dalam kondisi basa (pH 10), di mana H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> terdisosiasi membentuk ion perhidroksil (HOO<sup>-</sup>) yang bersifat nukleofilik. Ion ini menyerang sistem aromatik lignin dan memutus ikatan C-C serta C-O pada rantai samping lignin, sekaligus mengoksidasi gugus kromofor menjadi senyawa yang lebih larut. Konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yang lebih tinggi menghasilkan jumlah HOO<sup>-</sup> yang lebih besar sehingga proses oksidasi lignin berlangsung lebih efektif. Penurunan intensitas puncak 1609,91 cm<sup>-1</sup> yang konsisten juga mengindikasikan degradasi lignin, meskipun pita ini dapat sedikit dipengaruhi oleh kontribusi tekukan O-H dari air teradsorpsi.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengisolasi alfa selulosa dari mesokarp kelapa sawit melalui proses pemutihan bertingkat H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, dengan karakterisasi struktural komprehensif berbasis data FTIR aktual. Kesimpulan yang dapat ditarik adalah sebagai berikut:

1. Spektrum FTIR bahan baku mesokarp kelapa sawit menampilkan puncak-puncak karakteristik pada bilangan gelombang 3324,26 cm<sup>-1</sup> (O-H), 2914,19 cm<sup>-1</sup> dan 2844,88 cm<sup>-1</sup> (C-H), 1609,91 cm<sup>-1</sup> (aromatik lignin), 1233,41 cm<sup>-1</sup> (C-O ester LCC/hemiselulosa), dan 1034,24 cm<sup>-1</sup> (C-O selulosa), yang mengkonfirmasi komposisi lignoselulosa yang kaya.
2. Pemutihan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 2% menurunkan intensitas puncak lignin (1609,91 cm<sup>-1</sup>) dan hemiselulosa (1233,41 cm<sup>-1</sup>) secara signifikan, meningkatkan baseline transmitansi dari ~80–95% menjadi ~120–140%, menandakan degradasi parsial komponen non-selulosa yang efektif.
3. Pemutihan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10% memberikan hasil superior dengan peningkatan baseline transmitansi hingga ~155–165%, penurunan drastis puncak lignin pada 1609,91 cm<sup>-1</sup>, dan hilangnya sebagian besar puncak ikatan ester 1233,41 cm<sup>-1</sup>, menghasilkan profil spektrum yang sangat mendekati alfa selulosa murni.
4. Integritas rantai selulosa terjaga sepanjang proses, dibuktikan oleh keberadaan puncak selulosa 1034,24 cm<sup>-1</sup> yang konsisten pada ketiga sampel, dan tidak terdeteksinya puncak degradasi selulosa.
5. Mesokarp kelapa sawit terbukti berpotensi besar sebagai sumber alfa selulosa berkualitas tinggi yang terbarukan, dengan proses pemutihan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10% sebagai kondisi optimal berdasarkan karakterisasi FTIR.

Penelitian lanjutan disarankan untuk mengoptimasi parameter proses (suhu, waktu kontak, pH) pada konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10%, serta melengkapi karakterisasi dengan analisis

XRD (indeks kristalinitas), SEM (morfologi serat), TGA (stabilitas termal), dan uji kemurnian alfa selulosa secara gravimetri sesuai TAPPI T203.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Azzahra, N. S. (2024). Pembuatan Biopelumas dari Minyak Kelapa (Coconut Oil) (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Chamidy, H. N. (2021). Pemisahan Lignin Dari Kapuk ( Ceiba Pentandra ) Untuk Memperoleh Selulosa Kadar Tinggi. *Industrial Research Workshop and National Seminar*, 4(5), 827–832.
- Hermanto, D., Mudasir, M., Siswanta, D., & Kuswandi, B. (2019). Synthesis of Alginate-Chitosan Polyelectrolyte Complex (PEC) Membrane and Its Physical-Mechanical Properties. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 22(1), 11-16.
- Kusumaningsih, T., Masykur, A., & Utami, M. R. (2022). Preparation and characterization of PVA/Na-CMC hydrogel from OPEFB cross-linked by maleic anhydride. *EduChemia: Jurnal Kimia dan Pendidikan*, 7(1), 36-55.
- Lismeri, L., Darni, Y., Sanjaya, M. D., & Immadudin, M. I. (2019). Pengaruh suhu dan waktu pretreatment alkali pada isolasi selulosa limbah batang pisang. *Journal of Chemical Process Engineering*, 4(1), 18-22.
- Mulyadi, I. (2019). Isolasi dan karakterisasi selulosa. *Jurnal Saintika Unpam: Jurnal Sains dan Matematika Unpam*, 1(2), 177-182.
- Shaikh, H. M., Anis, A., Poulouse, A. M., Al-Zahrani, S. M., Madhar, N. A., Alhamidi, A., & Alam, M. A. (2021). Isolation and characterization of alpha and nanocrystalline cellulose from date palm (Phoenix dactylifera l.) trunk mesh. *Polymers*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/polym13111893>
- Sukmawijaya, R. B., Rizkia, V., & Djonaedi, E. (2026). ANALISIS VARIASI WAKTU DELIGNIFIKASI DAN KONSENTRASI DEKSTRIN TERHADAP PEMBUATAN KERTAS TISU SERBET DARI LIMBAH TONGKOL JAGUNG. *Jurnal Inkofar*, 9(2).
- Yasim-Anuar, T. A. T., Ariffin, H., Norrahim, M. N. F., & Hassan, Mohd. A. (2016). Factors Affecting Spinnability of Oil Palm Mesocarp Fiber Cellulose Solution for the Production of Microfiber. *BioResources*, 12(1). <https://doi.org/10.15376/biores.12.1.715-734>
- Yumna, H. F., & Perdana, P. (2023). Perkembangan Ekspor Minyak Kelapa Sawit (Crude Palm Oil) Indonesia. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(21), 361-375.
- Yuniar, R. A., Purwati, E., Samudera, B. B., & Hidayat, J. P. (2025). Efektivitas Delignifikasi Limbah Mesokarp Kelapa Sawit untuk Meningkatkan Potensi Selulosa. *X(1)*, 11602–11608.