

## OPTIMALISASI SIFAT MEKANIK SERAT ALAM DARI SERBUK KAYU ULIN MELALUI TEKNIK PENGERINGAN SEBAGAI PENGUAT MATERIAL BOKOMPOSIT ANJUNGAN KAPAL

Purwanto<sup>1</sup>, Erwin Sutantyo<sup>2</sup>, Heri Kiswanto<sup>3</sup>, Khoirotun Nafillah<sup>4</sup>, Rifki Arya Wiguna<sup>5</sup>, Arif Rakhman Suharso<sup>6</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi D4 Nautika, Politeknik Maritim Negeri Indonesia, Jalan Pawiyatan Luhur 1 No 1 Bendan Duwur, Gajahmungkur, Semarang 50233

<sup>3,4,5,6</sup>Program Studi D3 Teknik, Politeknik Maritim Negeri Indonesia, Jalan Pawiyatan Luhur 1 No 1 Bendan Duwur, Gajahmungkur, Semarang 50233

e-mail: [purwanto@polimarin.ac.id](mailto:purwanto@polimarin.ac.id)

### ABSTRACT

*Ironwood (eusideroxylon zwageri) is a type of wood that has great potential for industrial development. Currently, forest exploitation activities and the wood industry produce 30%-60% solid wood waste and have not been utilized optimally. One way to use it is to make composite materials. The purpose of this study was to determine the most optimal drying technique of ironwood powder, to provide information on the morphology, content and functional groups as well as the mechanical strength of the biocomposite with a volume fraction ratio. The ironwood powder samples in this study were characterized using the SEM-EDX, FTIR, and Vickers hardness tests. The results of the SEM test obtained information that the morphology of all samples had similarities, namely the surface was rough and the measured diameter of the sample ranged from 50-100  $\mu\text{m}$ . While the EDX test obtained information that all samples had high carbon and oxygen content. The FTIR test results showed that ironwood powder had a cellulose content as evidenced by the absorption peaks and chemical bonds that were the same as pure cellulose. The results of the mechanical test on the biocomposite showed that sample C had the highest average HV value of 13.3  $\text{N/m}^2$ , while sample E had an average HV value of 12.26  $\text{N/m}^2$  below the HV value of sample E. Meanwhile, sample A obtained the lowest hardness value with an average HV 5.93  $\text{N/m}^2$ .*

**Keywords:** Ironwood powder, Drying technique, Biocomposite, Mechanical properties.

### ABSTRAK

*Kayu ulin (eusideroxylon zwageri) adalah jenis kayu yang memiliki potensi besar untuk pengembangan di dunia industri. Saat ini kegiatan eksploitasi hutan dan industri kayu menghasilkan 30%-60% limbah kayu padat dan belum dimanfaatkan secara maksimal. Salah satu cara pemanfaatannya adalah dengan dibuat material komposit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui teknik pengeringan yang paling optimal dari serbuk kayu ulin, memberikan informasi mengenai morfologi, kandungan dan gugus fungsional serta kekuatan mekanik dari biokomposit dengan perbandingan fraksi volume. Sampel serbuk kayu ulin pada penelitian ini dikarakterisasi menggunakan alat uji SEM-EDX, FTIR, dan uji Kekerasan Vickers. Hasil uji SEM diperoleh informasi bahwa morfologi semua sampel memiliki persamaan yaitu permukaannya kasar dan diameter terukur sampel berkisar antara 50-100  $\mu\text{m}$ . Sedangkan uji EDX diperoleh informasi bahwa semua sampel memiliki kandungan karbon dan oksigen yang tinggi. Hasil uji FTIR menunjukkan bahwa serbuk kayu ulin memiliki kandungan selulosa yang dibuktikan dengan puncak serapan dan ikatan kimia yang dimiliki sama dengan selulosa murni. Hasil uji mekanik pada biokomposit diperoleh bahwa sampel C memiliki nilai rata-rata HV tertinggi yaitu 13.3  $\text{N/m}^2$ , sementara sampel E mendapatkan nilai HV rata-rata 12.26  $\text{N/m}^2$  dibawah nilai HV sampel E. Sedangkan sampel A memperoleh nilai kekerasan terendah dengan nilai rata-rata HV 5.93  $\text{N/m}^2$ .*

**Kata kunci:** Serbuk kayu ulin, Teknik pengeringan, Biokomposi, Sifat mekanik.

## PENDAHULUAN

Kayu ulin (*eusideroxylon zwageri*) adalah jenis kayu yang banyak di jumpai di wilayah Kalimantan, Indonesia. Potensi kayu ulin di seluruh Kalimantan diperkirakan sekitar 5.500 m<sup>3</sup> dan belum dikelola dengan baik [1]. Kayu ulin umumnya digunakan untuk pembuatan furnitur, kusen jendela dan pintu, konstruksi berat, atap, jembatan, dan konstruksi kapal [2]. Sementara itu limbah (serbuk) kayu ulin dibuang dan belum dimanfaatkan secara signifikan. Kegiatan eksploitasi hutan dan industri kayu menghasilkan 30%-60% limbah kayu padat dan belum dimanfaatkan secara maksimal [3]. Salah satu pemanfaatan limbah kayu padat adalah untuk pembuatan material komposit [4].

Penelitian yang dilakukan Yosafat Aji Pranata [5] dan Marlaily Idris [6] meskipun didapatkan sifat mekanik dari kayu ulin, akan tetapi penelitian tersebut menggunakan kayu ulin utuh sebagai objek penelitiannya, sedangkan penelitian ini menggunakan serbuk kayu ulin dari limbah industri untuk di analisis struktru mikro dan gugus fungsionalnya serta dijadikan sebagai filler penguat untuk material komposit.

Sementara itu penelitian Diah Wulandari [7] belum dilengkapi dengan informasi secara mendalam mengenai struktru mikro, kandungan dan gugus fungsional dari serbuk kayu ulin serta nilai kekuatan mekanik ketika serbuk kayu ulin tersebut dijadikan sebagai filler penguat untuk material komposit. Dalam penelitian tersebut juga diberikan saran bahwa potensi serbuk kayu ulin dan jabon untuk dijadikan biopelet cukup baik dengan cara mengkombinasikan dengan bahan baku lain agar menghasilkan biopelet yang memiliki mutubaik. Hal tersebut juga senada dengan yang disampaikan oleh Andromeda Dwi Laksono [8] yang

mereviu potensi kayu ulin untuk dijadikan papan patikel yang ramah lingkungan.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, penelitian ini akan melengkapi dan memenuhi saran-saran yang sudah diberikan, yaitu mengembangkan serbuk kayu ulin menjadi biokomposit dengan teknik pengeringan untuk mendapatkan kondisi awal serat yang optimal dilihat dari segi morfologi, kandungan dan gugus fungsionalnya serta sifat mekanik yang melekat pada serat setelah dan sebelum mendapatkan perlakuan.

## METODE PENELITIAN

Serbuk kayu ulin yang akan di-treatment ditimbang dengan massa 5 gram. Setelah itu kemudian dilanjutkan dengan persiapan alat yang akan digunakan. Pada penelitian ini perlakuan terhadap serbuk kayu ulin melalui teknik pengeringan, yaitu memanaskan sampel dengan variasi suhu dan waktu pengeringan. Sebagai sampel serbuk kayu ulin ditimbang dengan berat masing-masing 5 gram sebanyak 5 sampel yang terdiri dari:

Sampel A: sampel serat tanpa dikeringkan/ suhu ruang

Sampel B: sampel serat dikeringkan dengan suhu 70<sup>0</sup>C selama 15 menit

Sampel C: sampel serat dikeringkan dengan suhu 70<sup>0</sup>C selama 30 menit

Sampel D: sampel serat dikeringkan dengan suhu 50<sup>0</sup>C selama 30 menit

Sampel E: sampel serat dikeringkan dengan suhu 100<sup>0</sup>C selama 30 menit

Selanjutnya dilakukan karakterisasi awal untuk menentukan gugus fungsional dan pengamatan mikrostruktur serta morfologi dari sampel. Karakterisasi gugus fungsional menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), sementara karakterisasi mikrostruktur, morfologi dan kandungan serat menggunakan *scanning electron microscope* (SEM). Uji SEM dilakukan di laboratorium Teknik Politeknik Maritim Negeri Indonesia, sedangkan uji FTIR dilakukan di

laboartorium kimia Universitas Gadjah Mada. Dari karakterisasi awal ini akan di dapatkan sampel dengan gugus fungsional, mikrostruktur dan morfologi terbaik. Kemudian sampel terbaik ini akan dibuat pellet/ papan partikel untuk kemudian di karakterisasi lagi untuk mengetahui sifat mekaniknya.

Sampel dengan gugus fungsional, mikrostruktur dan morfologi terbaik kemudian di buat komposit. Komposit merupakan material yang dibentuk dari kombinasi dua atau lebih material yang mempunyai sifat mekanik lebih kuat dari material pembentuknya. Komposit terdiri dari dua bagian yaitu matrik sebagai pengikat atau pelindung komposit dan filler sebagai pengisi komposit. Dalam penelitian ini serbuk kayu ulin berfungsi sebagai filler komposit, sedangkan resin polyester berfungsi sebagai matrik pengikat. Material komposit yang sudah terbentuk kemudian di karakterisasi untuk mengetahui kekuatan mekaniknya.

Karakterisasi akhir ini dilakukan untuk menentukan kekuatan mekanik dari komposit yang sudah dibentuk. Karakterisasi uji mekanik dibatasi hanya uji kekerasan. Uji kekerasan Vickers digunakan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam yaitu daya tahan material terhadap indentor intan yang cukup kecil dan mempunyai bentuk geometri berbentuk piramid. Pelaksanaan dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro.

## HASIL dan PEMBAHASAN

Pada penelitian ini ditetapkan jumlah sampel awal penelitian sebanyak 5 sampel. Lima sampel tersebut diambil berdasarkan pada perbedaan perlakuan suhu (teknik pengeringan) dialami oleh sampel. Berikut disajikan tabel data sampel dan jenis uji yang diberlakukan pada sampel.

**Tabel 1.** Distrubusi sampel dan jenis uji

Nama Sampel	Perlakuan Sampel		Jenis Uji		
	T (Suhu)	t (waktu)	SEM-EDX	FTIR	Vickers
A	Ruang	-	√	√	√
B	70 <sup>0</sup> C	15 menit	√	-	-
C	70 <sup>0</sup> C	30 menit	√	√	√
D	50 <sup>0</sup> C	30 menit	√	-	-
E	100 <sup>0</sup> C	30 menit	√	√	√

Selanjutnya akan disampaikan hasil dan pembahasan dari sampel yang telah diuji berdasarkan perangkat uji untuk masing-masing jenis sampel.

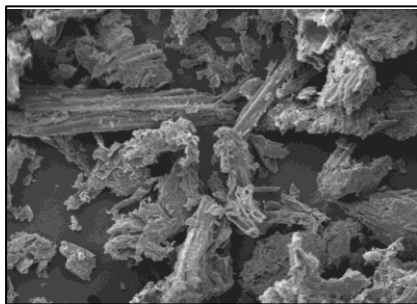
### 3.1 Hasil Uji SEM - EDX

Uji SEM-EDX pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui kesamaan dan atau perbedaan struktur mikro dan kandungan struktur atom. Jika dilihat dari strukturnya serbuk kayu ulin adalah butiran-butiran kayu dimana strukturnya merupakan material biokomposit yang terdiri dari; matriks pengikat berupa lignin

dan hemiselulosa; dan filler atau pengisinya berupa struktur kristalin dari selulosa [9]. Selulosa  $[C_6H_{10}O_5]_n$  merupakan homopolimer yang terdiri atas unit  $\beta$ -D-glikopiranososa yang terikat bersama-sama oleh ikatan (1,4)-glikosida, dimana n merupakan derajat polimerisasi selulosa [10]. Menurut Chen (2014), selulosa mengandung karbon 44,44%; hydrogen 6,17%; dan oksigen 49,39%. Umumnya, kandungan selulosa berkisar antara 40-50% dari berat kering material berlignoselulosa [11].

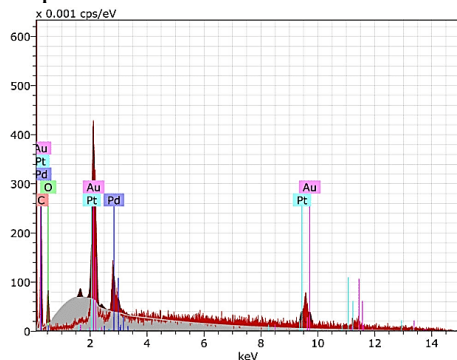
### Sampel A

Hasil uji SEM dari sampel A (Gambar 1), dimana sampel tidak mengalami perlakuan apapun, dibiarkan berada pada suhu ruang menunjukkan bahwa morfologi dan struktur mikro permukaan serat terlihat lebih terang dan kasar, dimana kekasaran permukaan serat diidentifikasi sebagai selulosa yang masih terikat erat dengan komponen non selulosa, yaitu hemiselulosa dan lignin. Serat juga terlihat terdistribusi dengan ukuran beragam. Dengan diameter terukur yang masih acak berkisar 50-200  $\mu\text{m}$ .



**Gambar 1.** Morfologi sampel A hasil uji SEM

Sementara hasil EDX untuk analisis elemental kimia sampel, diperoleh hasil bahwa sampel memiliki struktur atom yang memungkinkan serangkaian puncak unik pada spektrum emisi elektromagnetiknya. Hal tersebut dapat dilihat dengan jelas dari gambar dibawah ini, terdapat struktur atom; karbon, oksigen, paladium, platinum dan emas. Kemunculan atom platinum dan emas dikarenakan sampel sebelum di SEM harus di *coating* (proses pelapisan). Hal tersebut berlaku untuk semua sampel non logam, agar morfologi sampel bisa terbaca ketika proses SEM.

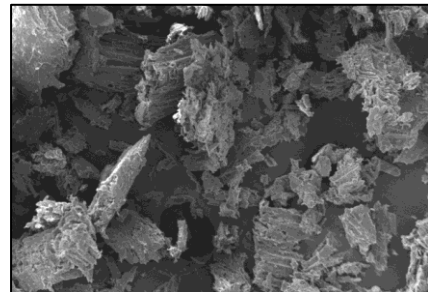


**Gambar 2.** Rangkaian puncak spectrum emisi elektromagnetik dari sampel A

Sementara itu, kemunculan atom karbon dan oksigen dengan prosentase lebih tinggi mengidentifikasi bahwa sampel tersebut memiliki kandungan selulosa yang umumnya ada pada serat alam.

### Sampel B

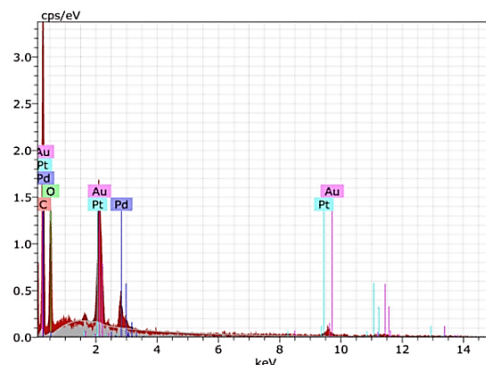
Hasil uji SEM dari sampel B (Gambar 4), dimana sampel mengalami perlakuan; dikeringkan dengan suhu 70°C selama 15 menit menunjukkan bahwa morfologi dan struktur mikro permukaan serat terlihat kasar, dimana kekasaran permukaan serat diidentifikasi sebagai selulosa yang masih terikat erat dengan komponen non selulosa, yaitu hemiselulosa dan lignin.



**Gambar 3.** Morfologi sampel B hasil uji SEM

Serat juga terlihat terdistribusi dengan ukuran beragam. Dari gambar juga terlihat serat memiliki diameter terukur berkisar 50-300  $\mu\text{m}$ .

Sementara hasil EDX untuk analisis elemental kimia sampel, diperoleh hasil bahwa sampel B memiliki struktur atom; karbon, oksigen, paladium, platinum dan emas.

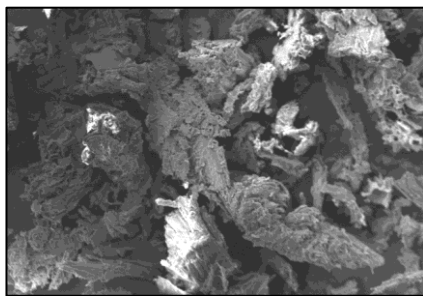


**Gambar 4.** Rangkaian puncak spectrum emisi elektromagnetik dari sampel B

Atom karbon memiliki prosentase 68.85%, oksigen 27.01%, paladium 1.17%, 1.01% platinum, dan emas 1.96%. Kemunculan atom karbon dan oksigen dengan prosentase lebih tinggi mengidentifikasi bahwa sampel tersebut memiliki kandungan selulosa yang umumnya ada pada serat alam.

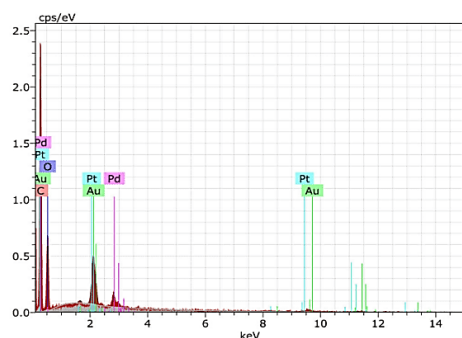
### Sampel C

Hasil uji SEM dari sampel C (Gambar 5), dimana sampel mengalami perlakuan; dikeringkan dengan suhu 70<sup>0</sup>C selama 30 menit menunjukkan bahwa morfologi dan struktur mikro permukaan serat terlihat menggumpal dan terdistribusi dengan ukuran kecil-kecil lebih banyak. Dari gambar juga terlihat serat memiliki diameter terukur berkisar 50 -300 μm.



**Gambar 5.** Morfologi sampel C hasil uji SEM

Sementara hasil EDX untuk analisis elemental kimia sampel, diperoleh hasil bahwa sampel C memiliki struktur atom; karbon, oksigen, paladium, platinum dan emas.



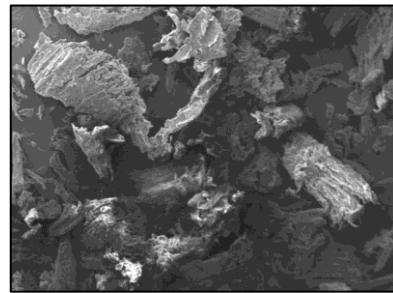
**Gambar 6.** Rangkaian puncak spectrum emisi elektromagnetik dari sampel C

Untuk prosentase kandungan dari masing-masing atom diketahui bahwa atom karbon memiliki prosentase 69.23%, oksigen

27.84%, paladium 1.36%, 0.58% platinum, dan emas 1.00%. Kemunculan atom karbon dan oksigen dengan prosentase lebih tinggi mengidentifikasi bahwa sampel tersebut memiliki kandungan selulosa yang umumnya ada pada serat alam.

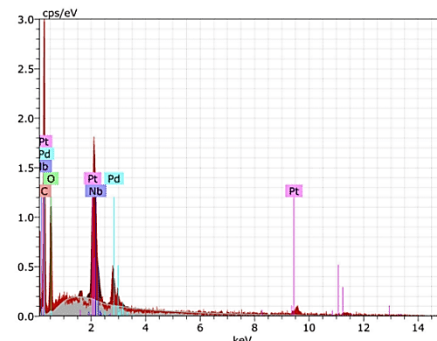
### Sampel D

Hasil uji SEM dari sampel D (Gambar 7), dimana sampel mengalami perlakuan; dikeringkan dengan suhu 50<sup>0</sup>C selama 30 menit menunjukkan bahwa morfologi dan struktur mikro permukaan serat terlihat kasar, dimana kekasaran permukaan serat diidentifikasi sebagai selulosa yang masih terikat erat dengan komponen no selulosa, yaitu hemiselulosa dan lignin. Serat juga terlihat terdistribusi dengan ukuran beragam. Dari gambar terlihat serat memiliki diameter terukur berkisar 50-200 μm.



**Gambar 7.** Morfologi sampel D dari foto SEM

Sementara hasil EDX untuk analisis elemental kimia sampel, diperoleh hasil bahwa sampel D memiliki struktur atom; karbon, oksigen, paladium, platinum dan emas.



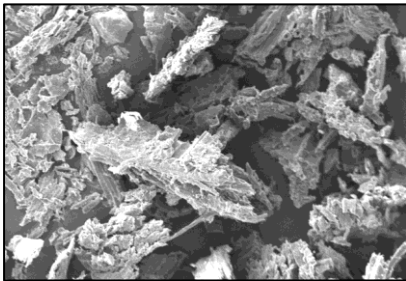
**Gambar 8.** Rangkaian puncak spectrum emisi elektromagnetik dari sampel D

Atom karbon memiliki prosentase 67.18%, oksigen 28.15%, paladium 2.15%, 1.04%

platinum, dan emas 1.47%. Kemunculan atom karbon dan oksigen dengan prosentase lebih tinggi mengidentifikasi bahwa sampel tersebut memiliki kandungan selulosa yang umumnya ada pada serat alam.

### Sampel E

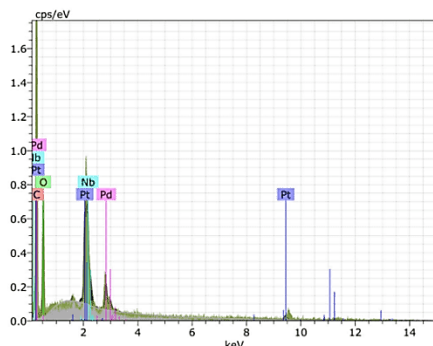
Hasil uji SEM dari sampel E (Gambar 9), dimana sampel mengalami perlakuan; dikeringkan dengan suhu 100°C selama 30 menit menunjukkan bahwa morfologi dan struktur mikro permukaan serat terlihat kasar, dimana kekasaran permukaan serat diidentifikasi sebagai selulosa yang masih terikat erat dengan komponen non selulosa, yaitu hemiselulosa dan lignin.



**Gambar 9.** Morfologi sampel E dari foto SEM

Serat juga terlihat terdistribusi dengan ukuran beragam. Dari gambar nampak serat memiliki diameter terukur berkisar 50-200  $\mu\text{m}$ .

Sementara hasil EDX untuk analisis elemental kimia sampel, diperoleh hasil bahwa sampel E memiliki struktur atom; karbon, oksigen, paladium, platinum dan emas.



**Gambar 10.** Rangkaian puncak spectrum emisi elektromagnetik dari sampel E

Untuk prosentase kandungan dari masing-masing atom diketahui bahwa atom karbon

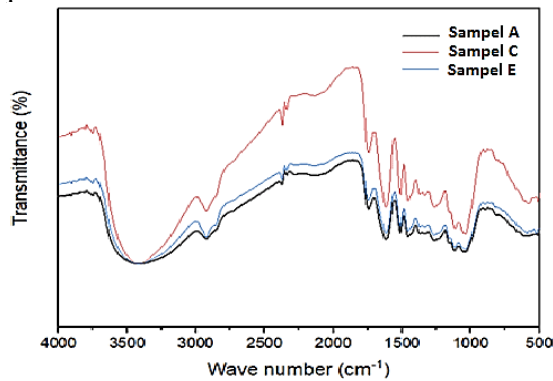
memiliki prosentase 70.07%, oksigen 26.48%, paladium 1.12%, 1.53% platinum, dan emas 0.80%. Kemunculan atom karbon dan oksigen dengan prosentase lebih tinggi mengidentifikasi bahwa sampel tersebut memiliki kandungan selulosa yang umumnya ada pada serat alam.

### 3.2 Hasil Uji FTIR

Berdasarkan hasil SEM-EDX, strukturmikro dan kandungan dalam sampel diketahui memiliki banyak kesamaan dan bahkan penampakan strukturmikronya tidak mengalami perubahan. Dan juga dilihat dari prosentase tertinggi kandungan karbon dan oksigen yang merupakan penyusun utama selulosa serat alam terdapat pada sampel A, C dan E. Oleh karena itu, peneliti mengambil 3 sampel untuk dilakukan uji lanjutan, yaitu sampel sebelum perlakuan (Sampel A), sampel diberi perlakuan suhu sedang (Sampel C), dan sampel yang diberi perlakuan dengan suhu paling tinggi (Sampel E). Puncak serapan dari sampel uji akan dibandingkan dengan puncak serapan yang dimiliki oleh selulosa murni. Semakin tinggi kandungan selulosa di dalam serat maka akan sifat mekanik dan juga potensi pengembangannya pada bidang industri material, kesehatan, otomotif dan lain sebagainya [8]. Molekul selulosa sendiri terdiri atas unsur C, O, H yang memiliki rumus kimia  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$  dengan ikatan hidrogen yang sangat erat [12].

Puncak serapan pada hasil FTIR sampel A, sampel C dan Sampel E ditunjukkan oleh Gambar 11. Pada sampel A muncul ikatan kimia yaitu ikatan  $-\text{CH}_2$  pada  $895\text{ cm}^{-1}$ ; ikatan C-O pada 1057, 1119, 1157, 1265  $\text{cm}^{-1}$ ; ikatan C=C pada  $1620\text{ cm}^{-1}$ ; ikatan C=O pada  $1743\text{ cm}^{-1}$ ; ikatan C $\equiv$ C pada 2137, 2230  $\text{cm}^{-1}$ ; ikatan CH pada  $2924\text{ cm}^{-1}$  dan ikatan  $-\text{OH}$  pada  $3417\text{ cm}^{-1}$ . Sedangkan pada sampel C muncul ikatan kimia yaitu ikatan  $-\text{CH}_2$  pada  $895\text{ cm}^{-1}$ ; ikatan C-O pada 1041, 1111, 1157, 1265  $\text{cm}^{-1}$ ; ikatan C=C pada  $1620\text{ cm}^{-1}$ ; ikatan C=O pada  $1743\text{ cm}^{-1}$ ; ikatan C $\equiv$ C pada

2137  $\text{cm}^{-1}$ ; ikatan C-H pada 2924  $\text{cm}^{-1}$  dan ikatan -OH pada 3417  $\text{cm}^{-1}$ . Sementara itu pada sampel E muncul ikatan kimia yaitu ikatan -CH<sub>2</sub> pada 895  $\text{cm}^{-1}$ ; ikatan C-O pada 1041, 1111, 1157, 1265  $\text{cm}^{-1}$ ; ikatan C=C pada 1620  $\text{cm}^{-1}$ ; ikatan C=O pada 1743  $\text{cm}^{-1}$ ; ikatan C≡C pada 2137  $\text{cm}^{-1}$ ; ikatan C-H pada 2924  $\text{cm}^{-1}$  dan ikatan -OH pada 3417  $\text{cm}^{-1}$ .



**Gambar 11.** Puncak serapan FTIR Sampel A, sampel C, dan sampel E

Perbandingan interval serapan dan ikatan kimia dari sampel serbuk kayu ulin dengan selulosa murni dapat dilihat pada table di bawah ini. Pada sampel selulosa murni muncul ikatan kimia yang teridentifikasi sebagai penyusun selulosa, yaitu ikatan -CH<sub>2</sub> pada 895  $\text{cm}^{-1}$ ; ikatan C-H pada 2901  $\text{cm}^{-1}$ ; ikatan C-O pada 1057  $\text{cm}^{-1}$ ; dan ikatan -OH pada 3418  $\text{cm}^{-1}$ . Ikatan lain yang muncul dan diidentifikasi sebagai ikatan kimia dari komponen non selulosa (lignin dan hemiselulosa), yakni C=C pada 1643  $\text{cm}^{-1}$ ; -CH<sub>3</sub> pada 1427  $\text{cm}^{-1}$ ; dan C≡C pada 2137  $\text{cm}^{-1}$ .

**Tabel 2.** Interval Serapan dan Ikatan Kimia Sampel A, Sampel C, Sampel E dan Selulosa Murni

Ikatan Kimia	Interval Serapan ( $\text{cm}^{-1}$ )	Sampel A ( $\text{cm}^{-1}$ )	Sampel C ( $\text{cm}^{-1}$ )	Sampel E ( $\text{cm}^{-1}$ )	Selulosa Murni ( $\text{cm}^{-1}$ )
-CH <sub>2</sub>	1000 - 650	895	810 895	655 895	895
C-O	1300 - 1000	1057 1119 1157 1265	1041 1111 1157 1265	1034 1118 1157 1265	1057 -
-CH <sub>3</sub>	1450 - 1375	-	-	-	1427
C=C	1680 - 1600	1620	1620	1620	1643
C=O	1820 - 1600	1743	1743	1743	-
C≡C	2250 - 2100	2137 2230	2137	2137	2137
C-H	3000 - 2850	2924	2924	2924	2901
-OH	3650 - 3200	3417	3410	3417	3418

Sedangkan pada sampel A serbuk kayu ulin tanpa dikeringkan juga muncul ikatan kimia yang teridentifikasi sebagai penyusun selulosa, yaitu ikatan -CH<sub>2</sub> pada 895  $\text{cm}^{-1}$ , ikatan C-H pada 2924  $\text{cm}^{-1}$ ; ikatan C-O pada 1057, 1119, 1157, 1265  $\text{cm}^{-1}$ ; dan ikatan -OH pada 3417  $\text{cm}^{-1}$ . Ikatan lain yang muncul dan diidentifikasi sebagai ikatan kimia dari komponen non

selulosa, yakni C=C pada 1620  $\text{cm}^{-1}$ ; dan C≡C pada 2137, 2230  $\text{cm}^{-1}$ .

Pada sampel C serbuk kayu ulin dikeringkan dengan suhu 50<sup>0</sup>C dengan waktu pengeringan 30 menit muncul ikatan kimia yang teridentifikasi sebagai penyusun selulosa, yaitu ikatan -CH<sub>2</sub> pada 810 dan 895  $\text{cm}^{-1}$ , ikatan C-H pada 2924  $\text{cm}^{-1}$ ; ikatan C-O pada 1041, 1111, 1157,

1265  $\text{cm}^{-1}$ ; dan ikatan  $\text{-OH}$  pada 3410  $\text{cm}^{-1}$ . Ikatan lain yang muncul dan diidentifikasi sebagai ikatan kimia dari komponen non selulosa, yakni  $\text{C=C}$  pada 1620  $\text{cm}^{-1}$ ; dan  $\text{C}\equiv\text{C}$  pada 2137  $\text{cm}^{-1}$ .

Sementara pada sampel E serbuk kayu ulin dikeringkan dengan suhu 100 $^{\circ}\text{C}$  dengan waktu pengeringan 30 menit muncul ikatan kimia yang teridentifikasi sebagai penyusun selulosa, yaitu ikatan  $\text{-CH}_2$  pada 655 dan 895  $\text{cm}^{-1}$ , ikatan  $\text{C-H}$  pada 2924  $\text{cm}^{-1}$ ; ikatan  $\text{C-O}$  pada 1041, 1111, 1157, 1265  $\text{cm}^{-1}$ ; dan ikatan  $\text{-OH}$  pada 3417  $\text{cm}^{-1}$ . Ikatan lain yang muncul dan diidentifikasi sebagai ikatan kimia dari komponen non selulosa, yakni  $\text{C=C}$  pada 1620  $\text{cm}^{-1}$ ; dan  $\text{C}\equiv\text{C}$  pada 2137  $\text{cm}^{-1}$ .

### 3.3 Hasil Uji Mekanik Komposit Pembuatan Komposit

Sebelum dilakukan uji mekanik, komposit dibuat terlebih dahulu dengan cara mencampurkan sampel dengan resin polyester. Pembuatan komposit menggunakan perbandingan fraksi volume, yaitu 10% sampel serbuk kayu ulin dan 90% matrik resin polyester.



**Gambar 12.** Proses pembuatan komposit

### Hasil Uji Kekerasan Metode *Vickers*

Dibawah ini disajikan table data hasil uji kekerasan dengan metode *vickers* untuk sampel A, sampel C dan sampel E. Dari table tersebut diketahui bahwa nilai uji kekerasan untuk sampel A berturut –turut adalah 6.0  $\text{N/m}^2$ , 5.8  $\text{N/m}^2$ , 6.0  $\text{N/m}^2$ . Dan nilai rata-rata kekerasannya atau *hardness vickers* (HV) adalah 5.93  $\text{N/m}^2$ .

**Tabel 3.** Hasil uji kekerasan metode *Vickers* untuk sampel A, B dan C

NO	Nama Sampel	Titik Uji	Kekerasan (HV)	$\overline{HV}$
1	A2	1	6,0	5,93
		2	5,8	
		3	6,0	
2	C2	1	14,6	13,63
		2	12,1	
		3	14,2	
3	E2	1	12,1	12,26
		2	11,4	
		3	13,3	

Gaya Tekan ( $F = 0.05 \text{ N}$ )

Lama pembebanan ( $t = 15 \text{ sekon}$ )

Nilai kekerasan sampel A sangat kecil jika dibandingkan dengan sampel E yang memiliki nilai kekerasan 14.6  $\text{N/m}^2$ , 12.1  $\text{N/m}^2$  dan 14.2  $\text{N/m}^2$  dimana nilai HV rata-ratanya mencapai 13.63  $\text{N/m}^2$ , 2 kali lipat lebih dari sampel A. Sementara untuk sampel E diperoleh nilai kekerasannya 12.1  $\text{N/m}^2$ , 11.4  $\text{N/m}^2$ , dan 13.3  $\text{N/m}^2$  dengan nilai HV rata-rata 12.26  $\text{N/m}^2$ .

Melalui uji kekerasan ini diketahui bahwa sampel C dengan teknik pengeringan suhu 50 $^{\circ}\text{C}$  waktu perlakuan 30 menit memiliki nilai rata-rata HV tertinggi yaitu 13.3  $\text{N/m}^2$ , sementara sampel E dengan teknik pengeringan suhu 100 $^{\circ}\text{C}$  waktu perlakuan 30 menit mendapatkan nilai HV rata-rata 12.26  $\text{N/m}^2$  dibawah nilai HV sampel E. Sedangkan sampel A memperoleh nilai kekerasan terendah dengan nilai rata-rata HV nya 5.93  $\text{N/m}^2$ .



## KESIMPULAN

Dari uji SEM diperoleh informasi bahwa morfologi serbuk kayu ulin dari semua sampel (A, B, C, D, dan E) memiliki persamaan yaitu permukaannya kasar dan tidak bisa dibedakan bagian mana yang termasuk selulosa, lignin dan hemiselulosa serta penampakan serbuk kayu ulin semakin tinggi perlakuan suhunya membuat warna serbuknya semakin cokelat kehitaman. Strukturmikro yang terlihat dari uji SEM juga sama pada semua sampel, besaran diameter terukur berkisar antara 50-100  $\mu\text{m}$ . Sedangkan uji EDX diperoleh informasi bahwa dari kelima sampel tersebut selulosa dari serat alam mengandung karbon; hydrogen; dan oksigen. Uji FTIR diperoleh informasi bahwa serbuk kayu ulin pada semua sampel memiliki puncak serapan dari komponen non selulosa yang jauh lebih banyak jika dibandingkan dengan serat murni. Sementara itu, pada uji mekanik diperoleh hasil bahwa sampel C memiliki nilai rata-rata HV tertinggi yaitu 13.3 N/m<sup>2</sup>.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Maritim Negeri Indonesia yang telah membiayai penelitian ini melalui skema Dana DIPA Tahun Anggaran 2022.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yudi, Firmanul, and Daniel Itta. "Sistem Pengelolaan dan Peredaran Kayu Ulin (Eusideroxylon zwageri T. et. B) dari Hutan Alam di Kalimantan Selatan", 2020.
- [2] B. Irawan, "Physical and Mechanical Properties of Four Varieties of Ironwood," *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*, vol. 14, no. 2, pp. 175–182, 2016.
- [3] Tampubolon, Brave Sugesty. "Pemanfaatan Limbah Kayu Gelam (Melaleuca Cajuputi) Dan Serbuk Ulin (Eusideroxylon zwageri) Serta Serbuk Campuran Untuk Pembuatan Papan Semen Partikel" *Jurnal Sylva Scientiae* 2.3: 432-442, 2020.
- [4] Ross, Robert J. "Wood handbook: wood as an engineering material", 2021.
- [5] Y. A. Pranata and B. Suryoatmono, "Kekuatan Tekan Sejajar Serat Dan Tegak Lurus Serat Kayu Ulin (Eusideroxylon Zwageri)," *Jurnal Teknik Sipil ITB*, vol. 21, no. 1, pp. 13–22, 2014, doi: 10.5614/jts.2014.21.1.2.
- [6] M. Idris et al., "Kekuatan Tekan Sejajar dan Geser Kayu Ulin (Eusideroxylon Zwageri) di Kota Pekanbaru Berdasarkan SNI 7973:2013," 2019.
- [7] Diah Wulandari, Noor Mirad Sari, and Muhammad Faisal Mahdie, "Pengaruh Komposisi Limbah Serbuk Kayu Ulin (Eusideroxylon Zwageri).Et.B) Dan Kayu Jabon (Anthocephalus Cadambamiq) Terhadap Karakteritis Biopellet Sebagai Bahan Bakar Alternatif," *Jurnal Sylva Scientiae*, vol. 1, no. 2, pp. 251–262, 2018.
- [8] A. D. Laksono, M. N. Rozikin, N. A. S. Pattara, and I. Cahyadi, "Potensi Serbuk Kayu Ulin dan Serbuk Bambu Sebagai Aplikasi Papan Partikel Ramah Lingkungan - Review," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 12, no. 2, pp. 267–274, Aug. 2021, doi:10.21776/ub.jrm.2021.012.02.4.
- [9] P. Fratzl and R. Weinkamer, "Nature's hierarchical materials," *Prog Mater Sci*, vol. 52, no. 8, pp. 1263–1334, 2007, doi:

- <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2007.06.001>.
- [10] S. Hartati et al., “Wood Characteristic of Superior Sengon Collection and Prospect of Wood Properties Improvement through Genetic Engineering,” *Wood Research Journal*, vol. 1, May 2010.
- [11] Aziz, T., Farid, A., Haq, F., Kiran, M., Ullah, A., Zhang, K., ... & Al Jaouni, S. K., A review on the modification of cellulose and its applications, *Polymers*, 14(15), 3206, 2022.
- [12] Siqueira, G., Bras, J., Dufresne, A., Cellulosic Bionanocomposites: A Review of Preparation, Properties and Applications, *Journal of Polymers*, 2, 728–765, 2010.