

# UJI SIFAT FISIS KOMPOSIT LIMBAH SERBUK KAYU DAN TEMPURUNG KELAPA

**Nurul Fuadi\*, Muh. Said Lanto, Muhammad Aswad Asaf**

Jurusan Fisika

Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Jl. Sultan Alauddin No. 63, Gowa, Sulawesi Selatan, Indonesia. 92113

\*E-mail: nurul.fuadi@uin-alauddin.ac.id

**Abstrak:** Kayu merupakan salah satu bahan dasar yang sering dimanfaatkan untuk keperluan sehari-hari seperti perabot rumah tangga dan lain sebagainya. Industri pengolahan kayu saat ini banyak mengalami kekurangan bahan baku khususnya dalam bentuk kayu bundar, karena kemampuan produksi kayu tersebut terutama dari hutan alam semakin menurun dan terbatas. Pemanfaatan limbah untuk pembuatan komposit papan partikel seperti serbuk kayu dan tempurung kelapa menjadi salah satu solusi untuk memenuhi kebutuhan kayu bagi masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas dari pembuatan hingga pengujian papan komposit dalam hal ini sifat fisis papan komposit (kerapatan, kadar air, dan pengembangan tebal dari bahan baku serbuk kayu, tempurung kelapa dengan perekat lem fox. Metode penelitian dilakukan dengan dua tahap yaitu tahap pembuatan papan komposit dan tahap pengujian. Pada tahap pembuatan sampel dilakukan dengan variasi komposisi antara serbuk kayu, tempurung kelapa dan bahan perekat lem fox yaitu (60:30:10)%, (45:45:10)% dan (30:60:10)%. Pada tahap pengujian dilakukan perhitungan dengan parameter yaitu kerapatan, kadar air, dan pengembangan tebal. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai pengujian kerapatan sebesar 0,436 gr/cm<sup>3</sup>, 0,498 kg/cm<sup>3</sup> dan 0,527 kg/cm<sup>3</sup>. Kadar air sebesar 8,594%, 8,627% dan 8,823%. Pengembangan tebal sebesar 8,027%, 7,167% dan 4,230%. Papan komposit yang dibuat berdasarkan sifat fisisnya telah memenuhi SNI 03-2105-2006.

**Kata Kunci:** kadar air; kerapatan; papan komposit; serbuk kayu; tempurung kelapa

**Abstract:** Wood is one of the basic materials that is often used for daily needs such as household furniture and so on. The wood processing industry is currently experiencing a shortage of raw materials, especially in the form of logs, because the ability to produce wood, especially from natural forests, is decreasing and limited. Utilization of waste for the manufacture of particleboard composites such as sawdust and coconut shell is one solution to meet the wood needs of the community. This study aims to determine the quality from manufacture to testing of composite boards in this case the physical properties of composite boards (density, moisture content, and thickness expansion of the raw material of sawdust, coconut shell with fox glue adhesive. The research method was carried out in two stages, namely the manufacturing stage composite board and testing stage. At the sample making stage, the composition was varied between sawdust, coconut shell and fox glue, namely (60:30:10)%, (45:45:10)% and (30:60:10) ). At the testing

stage, calculations were made with parameters, namely density, moisture content, and thickness expansion. From the calculation results obtained density test values of 0.436 gr/cm<sup>3</sup>, 0.498 kg/cm<sup>3</sup> and 0.527 kg/cm<sup>3</sup>. The water content is 8.594%, 8.627% and 8.823%. Thick development of 8,027%, 7,167% and 4,230%. Composite boards made based on their physical properties have complied with SNI 03-2105-2006.

**Keywords:** coconut shell; composite board; density; sawdust; water content

## PENDAHULUAN

Industri kayu merupakan industri kehutanan yang penting dalam rangka pemanfaatan sumberdaya alam berupa hutan. Industri pengolahan kayu di dalam negeri baik primer, sekunder maupun tersier yang tercatat saat ini ada 1.153 unit, antara lain industri kayu lapis dan penggergajian papan partikel dan *meubel*. Industri pengolahan kayu saat ini banyak mengalami kekurangan bahan baku khususnya dalam bentuk kayu bundar, karena kemampuan produksi kayu tersebut terutama dari hutan alam semakin menurun dan terbatas (Iskandar, 2013). Teknologi permesinan selalu ada tuntutan untuk otomatisasi sehingga efisiensi dapat ditingkatkan baik pada proses maupun *finishing* produk selalu tepat baik jumlah maupun ukuran. Salah satu industri yang membutuhkan teknologi tersebut adalah industri pengolahan partikel atau serbuk menjadi produk jadi baik di sektor biobrieket, papan partikel maupun industri dengan bahan baku utama berupa powder (Sugeng, 2013).

Kayu merupakan salah satu bahan dasar yang sering dimanfaatkan sehari-hari, salah satunya pada proses pembuatan perahu tradisional. Maraknya penggundulan hutan menyebabkan kelangkaan dan meningkatnya harga bahan dasar kayu yang berdampak pada peningkatan biaya produksi (Ahmad, 2016). Salah satu sisa hasil produk yang tidak dapat dimanfaatkan lagi disebut limbah, perlu diketahui bahwa limbah dapat dibedakan atas dua jenis yakni limbah yang dapat didaur ulang dan limbah tidak dapat didaur ulang. Limbah yang dapat didaur ulang tentunya memiliki keuntungan yang banyak kepada masyarakat. Serbuk gergaji merupakan salah satu jenis limbah industri pengolahan kayu gergajian. Alternatif pemanfaatan dapat dijadikan kompos untuk pupuk tanaman. Hasil penelitian Komarayati menurut Usman (2013), menunjukkan bahwa pembuatan kompos serbuk gergaji kayu tusam (*Pinus merkusii*) dan serbuk gergaji kayu karet (*Hevea brasiliensis*) dengan menggunakan activator EM4 dan pupuk kandang menghasilkan kompos dengan nisbah C/N 19,94 dan rendemen 85% dalam waktu 4 bulan.

Dari perkembangan teknologi material pada saat ini sudah mengarah pada konsep pengolahan limbah yang dapat didaur ulang, salah satunya komposit papan partikel, dimana material komposit terdiri dari satu tipe material dan dirancang untuk mendapatkan kombinasi karakteristik terbaik dari setiap komponen penyusunnya. Komposit merupakan rangkaian dua atau lebih bahan yang digabung menjadi satu bahan secara *mikroskopis* dimana bahan pembentuknya masih terlihat seperti aslinya dan memiliki hubungan kinerja sehingga mampu menampilkan sifat-sifat yang diinginkan.

Menurut Matthews (1993) dan Mikell (1996) bahwa komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda, dari campuran tersebut akan dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya sehingga kita leluasa

merencanakan kekuatan material komposit yang kita inginkan dengan jalan mengatur komposisi dari material pembentuknya. Papan komposit adalah salah satu komposit atau panil kayu yang terbuat dari partikel-partikel kayu atau bahan yang berlignoselulosa yang diikat oleh perekat sintesis dengan cara dikempa panas. Material matriks papan komposit berfungsi sebagai penguat pada karakteristik sifat fisik dan mekanik pada papan komposit (Siswanti, 2020). Serat merupakan material yang umum jauh lebih kuat dari matriks dan berfungsi memberikan kekuatan tarik (Hesty, 2009). Jadi komposit merupakan sejumlah sistem multifasa sifat dengan gabungan, yaitu gabungan antara bahan matriks atau pengikat dengan penguat.

Pada Material tempurung kelapa yang merupakan bahan organik dan terdiri dari beberapa komponen berupa selulosa, hemiselulosa dan lignin. Selulosa merupakan senyawa organik dengan formula  $(C_6H_{10}O_5)_n$  yang terdapat pada dinding sel dan berfungsi untuk mengokohkan struktur. Kandungan selulosa inilah yang membuat tempurung kelapa memiliki struktur yang keras. Sedangkan hemiselulosa adalah polimer polisakarida heterogen yang tersusun dari unit D-Glukosa, L-Arabiosa dan D-Xilosa yang mengisi ruang antara serat selulosa di dalam dinding sel tumbuhan. Lignin juga merupakan polimer dengan berat molekular yang tinggi dengan struktur yang bervariasi. Lignin berfungsi sebagai pengikat untuk sel-sel yang lain dan juga memberikan kekuatan. Semakin banyak kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin maka akan semakin baik karbon aktif yang dihasilkan.

Penelitian papan partikel telah dilakukan sebelumnya oleh para peneliti dengan bahan dasar berbeda-beda, antara lain menggunakan bahan dasar dari batang pisang dengan perlakuan termo-mekanis (Nurani, 2012). Hasil penelitiannya diperoleh bahwa rendemen *pulp* 35,76% dimana sifat fisis maupun mekanik papan serat memenuhi standar FAO 1966 dan JIS A 5908-2003, kecuali penyerapan air yang masih sangat tinggi. (Supraptiningsih, 2012). Fathanah (2011) meneliti bahan dasar sekam padi dan plastik daur ulang jenis HDPE (*High Density Polyethylene*). Penelitian Sudarsono (2010) menggunakan bahan dasar sabut kelapa dan perekat lem kopal (Saad & Hilal, 2012) bahan dasar bambu dan eceng gondok.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Simanullang (2021) menggunakan tongkol jagung sebagai pengisi papan komposit dengan menguji sifat fisisnya. Hasilnya penelitian yang diperoleh yaitu kerapatan mencapai 0,589-0,672  $gr/cm^3$ , kadar air 10,12-12,07%, daya serap air 8,4-12,07%, dan pengembangan tebalnya 15,34-18,07%. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, papan komposit yang diperoleh sesuai kategori yang ditetapkan oleh badan standar SNI 03-2105-2006. Berdasarkan uraian latar belakang, maka dilakukan penelitian pembuatan papan komposit dengan bahan dasar serbuk kayu dan tempurung kelapa dengan jenis perekat lem fox. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisis dan pengaruh variasi komposisi bahan terhadap kualitas sifat fisis papan komposit dari bahan serbuk kayu dan tempurung kelapa. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai pengolahan serbuk kayu dan tempurung kelapa menjadi bahan yang bernilai ekonomis seperti pembuatan papan komposit.

## **METODE PENELITIAN**

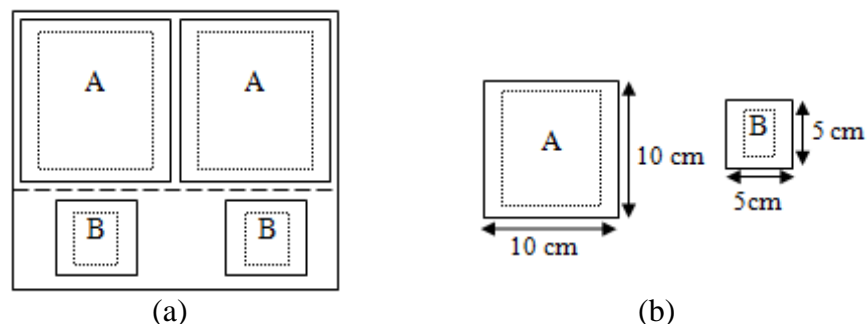
Pembuatan papan komposit ini menggunakan alat yaitu alat kempa panas (*hotpress*), neraca analitik ketelitian 0,01 gr, ember, mesin penggiling, alat pencetak papan komposit, mesin ayakan lolos 10 mesh dan tertahan 22 mesh, serta meja pemotong (*table saw*). Untuk pengujian papan komposit menggunakan alat yaitu mikrometer sekrup, neraca analitik digital, mistar, jangka sorong digital, sedangkan bahan yang

digunakan pada penelitian ini yaitu serbuk gergaji kayu, tempurung kelapa, lem fox, dan aluminium foil.

Prosedur penelitian papan komposit yakni dibagi menjadi 2 yaitu, prosedur pembuatan papan komposit dan pengujian papan komposit dengan berdasar pada SNI 03-2105-2006.

#### 1. Prosedur pembuatan papan komposit

Membuat cetakan papan komposit yang berukuran panjang 25 cm, lebar 25 cm dan tinggi 15 cm setelah *dipress* sampel menghasilkan papan dengan ketebalan 1 cm. Menyiapkan semua bahan baku (tempurung kelapa, serbuk kayu dan lem fox). Menggiling serbuk kayu dan diayak dengan ukuran 22 mesh untuk lolos 10 mesh, lalu menggiling tempurung kelapa dan diayak hingga berukuran 22 mesh untuk lolos 10 mesh agar mempunyai ukuran partikel yang seragam. Perbandingan serbuk gergaji, tempurung kelapa, lem fox adalah 60:30:10%, 45:45:10% dan 30:60:10%. Komposisi masing-masing sampel dengan massa total 380 gr. Selanjutnya bahan dicampur dalam wadah dan diaduk hingga merata. Kemudian adonan sampel tersebut dimasukkan ke dalam cetakan dengan ukuran panjang (p) 25 cm, lebar (l) 25 cm, dan tinggi (t) 15 cm yang sebelumnya sudah dilapisi dengan aluminium foil dan diolesi lem fox. Adonan tersebut dikempa pada suhu 190°C dengan tekanan 25 gr/cm<sup>2</sup> selama 30 menit. Mengulangi pencampuran adonan untuk perbandingan 45:45:10% dan 30:60:10%. Papan yang sudah jadi akan didiamkan selama 14 hari. Memotong sampel uji dengan ukuran seperti ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. (a) Pola pemotongan sampel uji dan (b) Ukuran sampel uji  
Keterangan: A: contoh uji untuk pengujian kerapatan dan kadar air dan B: contoh uji untuk pengembangan tebal

#### 2. Prosedur pengujian papan komposit

Prosedur pengujian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi sifat fisis papan komposit.

##### a. Uji kerapatan

Menyiapkan sampel uji berukuran panjang (p) 10 cm, lebar (l) 10 cm dan tebal (t) 1 cm. Menimbang papan komposit yang telah dibuat dalam keadaan kering udara. Mengukur panjang, lebar dan tebal papan komposit. Setelah menimbang papan komposit lalu mengukurnya. Setelah memperoleh data-data pengukuran, maka nilai kerapatan dapat diperoleh dengan menganalisis data hasil pengukuran kerapatan menggunakan persamaan (1)

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

Keterangan:

- $\rho$  : Nilai kerapatan sampel uji ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )  
 $m$  : Massa kering udara sampel uji (gr)  
 $V$  : Volume kering udara sampel uji ( $\text{cm}^3$ )

b. Uji kadar air

Menyiapkan sampel uji berukuran (p) 10 cm, lebar (l) 10 cm dan tebal (t) 1 cm. Menimbang papan komposit yang telah dibuat dan melalui proses penyimpanan selama 14 hari yang bertujuan agar papan komposit sudah dalam keadaan stabil. Setelah menimbang dan diperoleh nilai massa kering, maka papan komposit tersebut dikeringkan dalam oven selama 6 jam pada suhu  $100^\circ\text{C}$  sehingga air yang terkandung dalam papan komposit mengalami penguapan dan mencapai massa konstan. Setelah dikeringkan maka papan komposit ditimbang kembali untuk memperoleh nilai massa kering papan setelah dioven, kemudian mencatat data-data pengukuran. Setelah memperoleh data-data pengukuran, maka nilai kerapatan dapat diperoleh dengan menganalisis masing-masing data yang diperoleh dengan menggunakan persamaan (2).

$$KA = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

- KA : Kadar air sampel uji (%)  
 $m_1$  : Massa kering udara sampel uji (gr)  
 $m_2$  : Massa kering sampel uji setelah dioven (gr)

c. Uji pengembangan tebal

Menyiapkan sampel uji berukuran (p) 5 cm, lebar (l) 5 cm dan tebal (t) 1 cm. Mengukur tebal papan komposit dalam keadaan kering yang telah dibuat dan melalui proses penyimpanan selama 14 hari yang bertujuan agar papan komposit sudah dalam keadaan stabil. Setelah mengukur tebalnya dan diperoleh nilai tebal papan dalam keadaan kering, maka papan komposit tersebut direndam dalam air dingin selama 24 jam hingga mencapai massa konstan papan komposit. Setelah direndam, maka papan komposit diukur kembali, untuk memperoleh nilai ketebalan papan komposit setelah direndam, kemudian mencatat data-data pengukuran. Setelah memperoleh data-data pengukuran, maka nilai pengembangan tebal dapat diperoleh dengan menganalisis masing-masing data menggunakan persamaan (3).

$$PT = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

- PT : Pengembangan tebal (%)  
 $t_1$  : Tebal sampel uji sebelum perendaman (cm)  
 $t_2$  : Tebal sampel uji sesudah perendaman (cm)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan dari pembuatan hingga pengujian pada papan komposit yang meliputi uji kerapatan, uji kadar air, uji pengembangan tebal. Hasil pemotongan setiap sampel pengujian setelah didiamkan ditunjukkan pada Gambar 2.



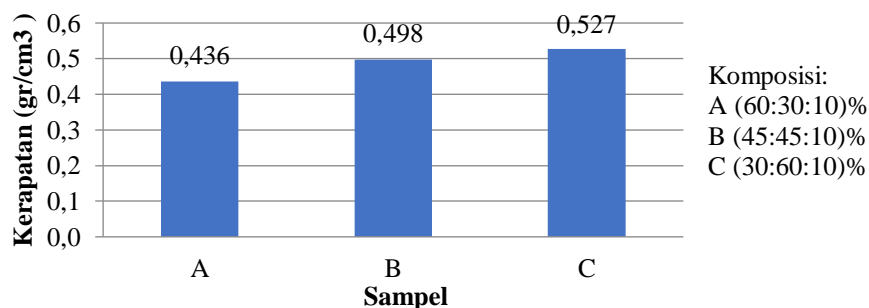
Gambar 2. Hasil pemotongan setiap sampel. (a) Sampel uji kerapatan dan kadar air berukuran panjang (p) 10 cm, lebar (l) 10 cm dan tebal (t) 1 cm; dan (b) Sampel uji pengembangan tebal berukuran panjang (p) 5 cm, lebar (l) 5 cm dan tebal (t) 1 cm

Hasil perhitungan nilai kerapatan papan komposit yang telah dibuat ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan nilai kerapatan

Sampel	Massa (gr)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Kerapatan (gr/cm <sup>3</sup> )
A	41,230	10,295	10,035	0,915	94,477	0,436
B	49,483	10,235	10,340	0,940	99,427	0,498
C	50,149	10,180	10,100	0,925	95,107	0,527

Berdasarkan Tabel 1, nilai kerapatan papan komposit berkisar antara 0,436 gr/cm<sup>3</sup> sampai 0,527 gr/cm<sup>3</sup> sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.



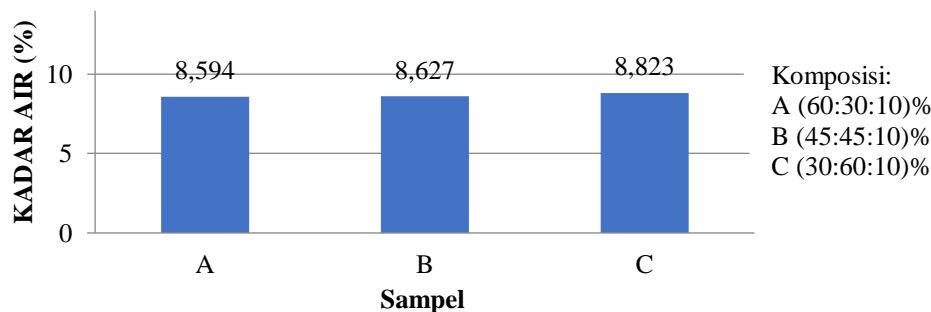
Gambar 3. Grafik hubungan antara sampel papan komposit dengan nilai kerapatan

Berdasarkan Gambar 3 yang merupakan hasil penelitian sifat fisis uji kerapatan papan partikel menunjukkan bahwa ketiga sampel memenuhi standar kerapatan yang dipersyaratkan SNI 03-2105-2006 yaitu 0,4 gr/cm<sup>3</sup>-0,9 gr/cm<sup>3</sup>. Perbedaan komposisi bahan serta pencampuran saat pembuatan papan dapat berpengaruh pada massa dan volume papan yang dihasilkan sehingga nilai massa yang kecil dan volume yang kecil akan menghasilkan nilai kerapatan yang kecil pula. Dilihat kerapatannya masuk kategori kerapatan sedang (0,40-0,50) gr/cm<sup>3</sup> yang mana papan partikel berkerapatan sedang dapat digunakan untuk bahan baku mebel. Iswanto (2009) menambahkan bahwa kerapatan akhir papan partikel oleh beberapa faktor seperti jenis kayu, besarnya tekanan kempa, jumlah partikel kayu, kadar perekat serta bahan tambahan lainnya. Nilai kerapatan papan partikel merupakan satu di antara hal penting yang merupakan suatu indikator dan dapat berpengaruh pada kualitas suatu papan partikel.

Tabel 2. Hasil perhitungan nilai kadar air

Sampel	Massa Awal (ma)	Massa Kering (mk)	Massa Awal Rata-rata ( $\bar{m}_a$ )	Massa Kering Rata-rata ( $\bar{m}_k$ )	KA (%)
A (60:30:10)	41,341	38,072	41,340	38,065	8,594
	41,332	38,058			
B (45:45:10)	49,370	45,439	49,385	45,463	8,627
	49,400	45,487			
C (30:60:10)	50,131	46,066	50,127	46,063	8,822
	50,123	46,060			
SNI 03-2105-2006					14

Berdasarkan Tabel 2, nilai kadar air papan komposit berkisar antara 8,594% sampai 8,822% sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.



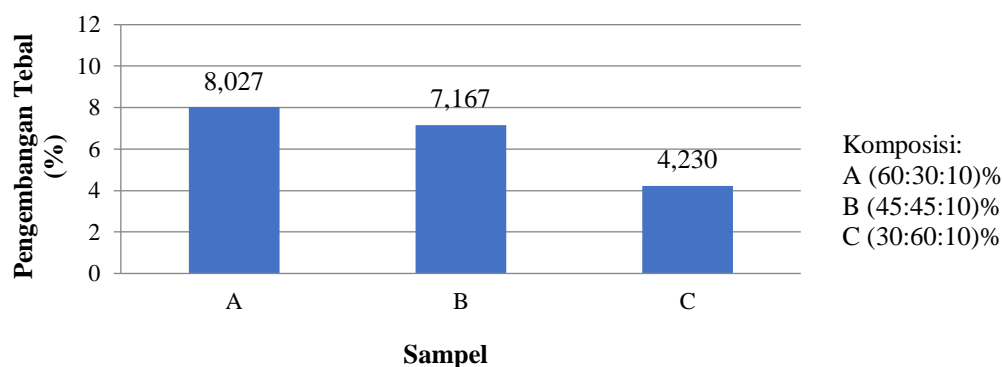
Gambar 4. Grafik hubungan antara sampel papan komposit dengan nilai kadar air

Pada pengujian kadar air diperoleh nilai berkisar antara 8,594%-8,823%. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga sampel memenuhi syarat nilai kadar air yang dipersyaratkan (SNI 03-2105-2016) yaitu 0-14%. Besar nilai kadar air dipengaruhi jumlah komposisi tempurung kelapa pada sampel papan komposit. Semakin banyak konsentrasi tempurung kelapa yang ditambahkan maka nilai kadar air juga akan semakin besar. Tingginya nilai kadar air disebabkan sifat papan partikel yang bersifat higroskopis karena mengandung lignin dan selulosa, dimana semua bahan mengandung lignin dan selulosa sangat mudah menyerap dan melepaskan air (higroskopis) dan selain bahan baku yang berpengaruh terhadap tingginya kadar air papan, penggunaan perekat bahan juga dapat meningkatkan kadar air papan sebesar 4-6% (Haygreen & Bowyer, 2003).

Tabel 3. Hasil perhitungan nilai pengembangan tebal

Sampel	Ketebalan Awal $t_1$ (cm)	Ketebalan Akhir $t_2$ (cm)	Ketebalan Awal Rata-rata $\bar{t}_1$ (cm)	Ketebalan Akhir Rata-rata $\bar{t}_2$ (cm)	PT (%)
A (60:30:10)	0,995	1,07	0,997	1,077	8,027
	0,998	1,08			
	0,997	1,08			
	0,991	1,06			
B (45:45:10)	0,997	1,07	0,995	1,067	7,167
	0,998	1,07			
	0,983	1,01			
C (30:60:10)	0,985	1,03	0,985	1,027	4,230
	0,987	1,04			
SNI 01-2105-2006					12

Berdasarkan Tabel 3, nilai kadar air papan komposit berkisar antara 4,230-8,027% sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik hubungan antara sampel papan komposit dengan nilai pengembangan tebal

Berdasarkan Gambar 5 pada pengujian nilai pengembangan tebal diperoleh nilai berkisar antara 4,230-8,027%. Ketiga sampel memenuhi standar nilai pengembangan tebal yang dipersyaratkan SNI 03-2105-2006 yaitu maksimal 12%. Pengembangan tebal berkaitan dengan penyerapan air oleh papan partikel. Dengan semakin tingginya serapan air, maka partikel-partikel bahan dapat menyerap air sehingga melemahkan ikatan antar partikel dan akhirnya membuat papan partikel mengembang. Dalam arti semakin banyak pula perubahan dimensi papan partikel yang terjadi.

Tabel 4. Perbandingan hasil penelitian dengan standar SNI 03-2105-2006

Sifat Fisis dan Mekanik	SNI 03-2105-2006	Ukuran Sampel	Data Hasil Penelitian	Keterangan
Kerapatan (gr/cm <sup>3</sup> )	0,4-0,9	10 × 10	A = 0,436 B = 0,498 C = 0,527	Memenuhi standar Memenuhi standar Memenuhi standar
Kadar air (%)	0-14	10 × 10	A = 8,594 B = 8,627 C = 8,823	Memenuhi standar Memenuhi standar Memenuhi standar
Pengembangan tebal (%)	Maksimal 12	5 × 5	A = 8,027 B = 7,167 C = 4,230	Memenuhi standar Memenuhi standar Memenuhi standar

Berdasarkan Tabel 4 didapatkan perbandingan data hasil penelitian dengan standar SNI 03-2105-2006. Dari data hasil pengujian sifat fisis yakni kerapatan, kadar air dan pengembangan tebal diperoleh nilai yang memenuhi standar SNI 03-2105-2006.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisis data penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian papan partikel dari segi sifat fisis diperoleh nilai kadar air berkisar 8,594-8,823%, kerapatan berkisar 0,436-0,527 gr/cm<sup>3</sup>, dan nilai pengembangan tebal berkisar 4,230-8,027%; Perlakukan variasi komposisi bahan 60:30:10%, 45:45:10% dan 30:60:10% terhadap sifat papan partikel berbahan sabut kelapa dan pelepah lontar memiliki dampak yang signifikan dari masing-masing pengujian yang dihasilkan dan sangat layak digunakan sebagai papan komposit. Ketiga variasi komposisi tersebut telah memenuhi target yang diharapkan dari segi sifat fisis. Papan partikel yang dibuat



berdasarkan sifat fisiknya baik dari segi uji kadar air, uji kerapatan maupun uji pengembangan tebal telah memenuhi Standar Nasional Indonesia SNI 03-2105-2006. Untuk keperluan penelitian lebih lanjut mengenai pembuatan papan komposit diharapkan memperbanyak massa total pada bahan baku dan memperkecil ukuran partikelnya agar dapat saling terikat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2006). *Papan partikel. Standar Nasional Indonesia (Papan Serat)*. Jakarta: Bandar Standardisasi Nasional.
- Bowyer & Haygreen. (1989). *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu*. Yogyakarta: Gadjah Mada Universitas.
- Fathanah, U. (2011). Kualitas papan komposit dari sekam padi dan plastik HDPE daur ulang menggunakan *Maleic Anhydride* (MAH) sebagai *compatibilizer*. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 8(2), 53–59.
- Iskandar, M. I., & Supriadi, A. (2013). Pengaruh kadar perekat terhadap sifat papan partikel. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 31(1), 19-26.
- Iswanto, A. H. (2009). *Papan Partikel Dari Ampas Tebu*. [Karya Tulis Ilmiah]. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Mahfudin, A., & Abtokhi, A. (2016). Pemanfaatan *filler* serbuk cangkang kerang simping (*Placuna placentata*) dan matriks poliesler sebagai bahan dasar pembuatan papan komposit. *Jurnal Neutrino*, 9(1), 1-7.
- Malik, U. (2013). Alternatif pemanfaatan limbah industri pengolahan kayu sebagai arang briket. *Jurnal APTEK*, 5(1), 63-70.
- Matthews, F. L., & Rawlings, R. D. (1993). *Composite Material Engineering and Science*. London: Imperial Collage of Science, Technology and Medicine.
- Mikell, P. G. (1996). *Composite Material Fundamental of Modern Manufacturing Material, Processes, and System*. United State: Prentice Hall.
- Nurani, L. (2012). Pemanfaatan batang pisang (*Musa sp.*) sebagai bahan baku papan serat dengan perlakuan termo-mekanis. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 30(1), 1–9.
- Simanullang, A. F. (2021). Karakterisasi sifat fisis papan partikel limbah tongkol jagung dengan resin epoxy isosianat. *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*, 5(1): 82–87.
- Sinulingga, H. R. (2009). Pengaruh Kadar Perekat Urea Formaldehyde Papan Pembuatan Papan Partikel Serat Pendek Eceng Gondok. [Skripsi]. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Slamet, S. (2013). Karakterisasi Komposit Dari Serbuk Gergaji Kayu Dengan Proses *Hotpress* sebagai Bahan Baku Papan Partikel. [Skripsi]. Kudus: Universitas Muria Kudus.
- Sudarsono, S., Rusianto, T., & Suryadi, Y. (2010). Pembuatan papan partikel berbahan baku sabut kelapa dengan bahan pengikat alami (lem kopal). *Jurnal Teknologi*, 3(1), 23–32.
- Zuraida, S., & Pratiwi, S. (2020). Panel komposit limbah serbuk kayu sebagai alternatif komponen bangunan ramah lingkungan. *Journal of Applied Science (JAPPS)*, 2(1), 61-66.