

TINGKAT REDAM SUARA DAN KETAHANAN PAPAN PARTIKEL CAMPURAN SERBUK KAYU SENGON DAN MESOCARP KELAPA SAWIT TERHADAP SERANGAN RAYAP TANAH

(Sound Absorption Level and Resistance of Mixed Particleboard of Sengon Wood Powder and Palm Oil Mesocarp Against Subterranean Termite Attacks)

Yuliati Indrayani¹, Adli Ferdiansyah¹, Dina Setyawati¹, Iskandar AM¹

¹Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Tanjungpura, Jl. Daya Nasional, Pontianak 78124, Indonesia
Telp. 089652077175

*E-mail: mandaupermai@yahoo.com

Diterima: 25 Maret 2025, direvisi: 22 September 2025, disetujui: 6 Desember 2025

ABSTRACT

The increase in palm oil production in Indonesia produces significant volumes of waste, including empty fruit bunches (EFB), shells, and fibers. This waste has the potential to be processed into particleboard, with the addition of sawdust to improve physical properties and termite resistance. An additional raw material is Sengon wood (*Falcataria moluccana* (Miq.)), which was chosen due to its economic value and fast-growing nature. The purpose of this study was to determine its physical properties, resistance to subterranean termite attacks, and sound attenuation level. Particleboard was made from a mixture of oil palm mesocarp fiber and Sengon wood particles using urea formaldehyde (UF) adhesive with a concentration of 18%. The raw material combinations of oil palm mesocarp fiber and Sengon wood particles were 0:100, 25:75, 50:50, 75:25, and 100:0. Hot pressing was carried out at a pressure of 25 kg/cm² and a temperature of 130 °C for 10 minutes. The results of the study showed that the physical properties of the material ranged from 0.37 to 0.39 g/cm, water content from 7.27% to 9.45%, thickness expansion from 5.94% to 11.71%, and water absorption from 96.53% to 149.79%. The resistance of the board to subterranean termite attacks, achieved with a combination of oil palm mesocarp and sengon powder 75:25%, resulted in the highest termite mortality. In comparison, the combination of oil palm mesocarp and sengon wood powder (100:0%) experienced the highest weight loss. The best sound attenuation level was achieved with a combination of oil palm mesocarp and sengon wood powder 0:100%.

Keywords: *Albizia chinensis*, composite, oil palm mesocarp, subterranean termites, sound attenuation level

ABSTRAK

Meningkatnya produksi kelapa sawit di Indonesia menyebabkan peningkatan limbah yang signifikan, termasuk tandan kosong, cangkang, dan sabut. Limbah ini potensial diolah menjadi papan partikel, dengan penambahan serbuk kayu untuk meningkatkan sifat fisik dan ketahanan terhadap rayap. Alternatif bahan baku tambahan adalah kayu Sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.)), yang dipilih karena nilai ekonomisnya dan pertumbuhannya yang cepat (*fast growing species*). Tujuan penelitian untuk menentukan sifat fisik, ketahanan terhadap serangan rayap tanah, dan tingkat redam suaranya. Papan partikel dibuat dari campuran serat mesocarp kelapa sawit dan partikel kayu sengon menggunakan perekat urea formaldehida (UF) dengan konsentrasi 18%. Kombinasi bahan baku serat mesocarp kelapa sawit dan partikel kayu sengon adalah 0:100, 25:75, 50:50, 75:25, dan 100:0. Kempa panas dilakukan dengan tekanan 25 kg/cm² pada suhu 130°C selama 10 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat fisik kerapatan berkisar 0,37-0,39 g/cm³, kadar air 7,27-9,45%, pengembangan tebal 5,94%-11,71%, dan daya serap air 96,53-149,79%. Ketahanan papan terhadap serangan rayap tanah dengan kombinasi mesocarp dan partikel kayu sengon 75:25 menyebabkan kematian rayap paling tinggi, sedangkan kombinasi mesocarp dan partikel kayu sengon 100%:0% mengalami kehilangan berat terbanyak. Tingkat redam suara terbaik terdapat pada kombinasi mesocarp dan partikel kayu sengon 0%:100%.

Kata kunci: komposit, serat kelapa sawit, *Albizia chinensis*, rayap tanah, tingkat redam suara



I. PENDAHULUAN

Salah satu bahan yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan manusia adalah kayu. Untuk memenuhi kebutuhan kayu dalam kehidupan manusia, pemerintah telah menetapkan kebijakan mengenai Hutan Tanaman Industri (HTI). Sengon, termasuk salah satu jenis kayu HTI yang termasuk ke dalam katagori kayu kurang awet yaitu kelas awet IV-V dan kelas kuat IV-V. Namun, karena memiliki nilai ekonomis tinggi dan nilai ekologis yang luas, sengon dapat dipilih sebagai salah satu komoditas untuk pembangunan hutan tanaman. Keunggulan ekonomi pohon sengon adalah termasuk jenis pohon yang cepat tumbuh (*fast growing species*), dan mudah dikelola (Nugroho dan Salamah, 2015). Nilai kerapatan kayu sengon dalam kondisi kering udara maupun kering tanur berturut-turut adalah $0,33 \text{ g/cm}^3$ dan $0,30 \text{ g/cm}^3$. Diversifikasi produk kayu adalah upaya untuk memenuhi kebutuhan kayu. Papan partikel merupakan salah satu contoh diversifikasi produk kayu sengon.

Menurut Maloney (1993), papan partikel terbuat dari potongan kecil bahan berlignoselulosa atau partikel serat yang dicampur dengan perekat sintetis atau bahan pengikat lainnya dan direkat dengan metode pengempaan. Jenis perekat yang umum digunakan dalam pembuatan papan partikel adalah *Urea Formaldehida* (UF) (Zhang, et al., 2018). UF merupakan resin cair yang bersifat *thermosetting* hasil kondensasi urea dan formaldehid (Athariqa, et al., 2022).

Limbah pengolahan kelapa sawit adalah bahan berlignoselulosa lain yang dapat digunakan untuk membuat papan partikel. Limbah kelapa sawit merupakan bagian dari hasil tanaman kelapa sawit yang tidak termasuk dalam produk utama atau merupakan hasil sampingan dari proses pengolahan kelapa sawit, baik dalam bentuk limbah padat maupun limbah cair. Limbah padat kelapa sawit terdiri dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS), cangkang dan serat (sabut). Dari satu ton kelapa sawit, dihasilkan limbah berupa tandan kosong sebanyak 23% atau setara 230 kg, cangkang sekitar 6,5% atau 65 kg, dan sabut/*mesokarp* sebesar 13% atau 130 kg (Haryanti, et al., 2014). Banyak langkah yang sudah diambil untuk mengolah serta meningkatkan nilai ekonomi limbah padat kelapa sawit, salah satunya dimanfaatkan sebagai bahan dasar untuk produksi papan partikel. Limbah kelapa sawit dapat dijadikan sebagai bahan campuran dalam pembuatan papan partikel untuk meningkatkan nilai ekonomi dari limbah padat kelapa sawit.

Penggunaan papan partikel sangat luas, salah satunya sebagai peredam suara (Astari, et al., 2019). Peredam suara atau *absorber* merupakan suatu material yang berfungsi untuk menyerap energi bunyi dari sebuah sumber (Eriningsih et al.,

22014). Penggunaan material penghalang suara sangat krusial untuk tempat-tempat yang memerlukan suara yang optimal, sehingga dapat terhindar dari gangguan suara, seperti ruang akustik, desain studio perekaman, kantor, sekolah, serta ruang lainnya untuk menekan kebisingan yang biasanya sangat mengganggu. Karena itu, sangat penting untuk memiliki material akustik yang dapat menyerap suara guna menghindari penyebaran kebisingan, sehingga tingkat kebisingan yang ada dapat diminimalkan.

Selain kualitas peredam suara, karakteristik ketahanan papan partikel harus diperhatikan agar dapat memberikan masa penggunaan yang lebih panjang. Penggunaan papan partikel tidak terlepas dari gangguan rayap yang dapat mengurangi umur pakainya. Penelitian papan partikel dari campuran serat dan serbuk terhadap pengujian serangan rayap sudah dilakukan. Menurut Viviana dan Tavita (2019), papan partikel yang terdiri dari 50% batang sorgum dan 50% kayu akasia serta dengan penggunaan perekat sebanyak 10% telah menunjukkan daya tahan yang baik terhadap serangan rayap tanah. Namun, belum ada laporan mengenai kualitas papan partikel yang terbuat dari serat mesocarp kelapa sawit untuk digunakan sebagai peredam suara. Oleh karena itu, penting untuk melakukan pengujian terhadap kualitas peredam suara dan daya tahan papan partikel yang terbuat dari serat mesocarp kelapa sawit dan partikel kayu sengon menggunakan perekat UF. Pengujian keawetan papan dilakukan terhadap serangan rayap tanah *Coptotermes curvignathus*, Holmgren. Selain itu, penelitian papan serat *mesocarp* sawit sebagai peredam suara masih sangat terbatas. Tujuan penelitian ini adalah untuk pengembangan pemanfaatan serat *mesocarp* kelapa sawit sebagai campuran material peredam suara yang efektif.

II. BAHAN DAN METODE

2.1. Lokasi dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pengerjaan Kayu dan Kriya Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura untuk menyiapkan bahan dan pemotongan papan partikel, Laboratorium Biomaterial Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura untuk pembuatan papan partikel, Laboratorium Kimia Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura untuk pengujian rayap, dan Laboratorium Vibrasi dan Akustik Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) untuk pengujian tingkat redam suara papan partikel.

2.2. Alat, Bahan dan Objek Penelitian

2.2.1. Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kaliper, wadah uji pengembangan tebal, *waterbath*, gergaji pita, gelas uji rayap, tabung impedansi, cetakan papan partikel, mesh ukuran 20 dan 40, timbangan analitik, *moisture meter*.

2.2.2. Bahan

Serat *mesocarp* kelapa sawit, UF (SC 52%)

2.3. Prosedur Penelitian

2.3.1. Persiapan dan Perhitungan Kebutuhan bahan

Serat *mesocarp* sawit yang masih basah dan menempel di biji buah diperoleh dari PT Bumi Pratama Khatulistiwa (BPK) Pontianak, sedangkan partikel kayu sengon yang sudah berbentuk serbuk didapatkan dari *Sawmill* Berkah Bintagor, Pontianak. Penelitian ini diawali dengan tahapan persiapan serat *mesocarp* kelapa sawit dan serbuk kayu sengon dijemur di bawah matahari, selanjutnya serat *mesocarp* dipisahkan dari biji

produksi PT. DPN Pontianak Kalimantan Barat, parafin, katalis, serbuk kayu sengon.



Gb 1. *Mesocarp*
Fig. 1. *Mesocarp*



Gb 2. *Serbuk sengon*
Fig. 2. *Sengon powder*

yang masih menempel. Selanjutnya serat *mesocarp* direbus selama 2 jam dengan *waterbath*, untuk mengurangi zat ekstraktif dan kandungan minyak lemak serat (Kuswarini, 2009).

Serat *mesocarp* yang telah direbus dilakukan penjemuran ulang dibawah matahari, selanjutnya serat dicincang untuk memperkecil ukuran. Serbuk sengon dan serat sawit diayak untuk mencapai ukuran lolos 20 tertampung mesh 40. Kedua bahan dioven sampai mencapai kadar air $\pm 5\%$. Selanjutnya dihitung komposisi bahan campuran antara *mesocarp* kelapa sawit dan serbuk kayu sengon disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Komposisi Bahan Baku
Table 1. Raw Material Composition Comparison

Komposisi Bahan (%) (Material Compositon, %)	Kebutuhan Bahan (Material Requirements)	
	Mesocarp Kelapa Sawit (g) (Oil Palm Mesocarp, g)	Serbuk Kayu Sengon (g) (Sengon Wood powder, g)
0:100	0	317,37
25:75	79,34	238,02
50:50	158,68	158,68
75:25	238,02	79,34
100:0	317,37	0

2.3.2. Pembuatan Papan Partikel

Pembuatan papan partikel berukuran 30 cm x 30 cm x 1 cm dengan kerapatan 0,4 g/cm³ menggunakan perekat Urea Formaldehida (UF) dengan kadar perekat 18% (Putra, 2020). Perlakuan yang diberikan yaitu komposisi antara *mesocarp* kelapa sawit dan serbuk kayu sengon sebagai berikut 0:100, 25:75, 50:50, 75:25, dan 100:0. Kedua jenis bahan dimasukkan ke dalam wadah untuk dilakukan pencampuran antara bahan dan perekat.

Setelah tercampur merata bahan dipindah ke dalam cetakan dan ditutup untuk diberi tekanan pendahuluan agar papan dapat terbentuk. Jika papan sudah terbentuk, plat baja berukuran tebal 1 cm diletakkan dikedua sisi papan agar mencapai target ketebalam 1 cm, dilanjutkan dengan pengempaan panas pada suhu 130° dengan tekanan 25kg/cm² selama 10 menit (Astari et al., 2019) dengan tujuannya untuk mematangkan perekat.

Sebanyak 18 papan partikel yang dihasilkan kemudian dikondisikan selama 1 minggu guna

menghilangkan tekanan yang masih terdapat pada papan. Selanjutnya papan dipotong untuk membuat contoh uji unukeperluan pengujian.

2.3.3. Pengujian Kualitas Papan Partikel

2.3.3.1. Sifat Fisik

Sifat fisik papan partikel diuji berdasarkan SNI 03-2105-2006. Pengujian sifat fisik terdiri dari kerapatan, kadar air, pengembangann tebal, dan daya serap air.

a. Kerapatan

Contoh uji kerapatan papan partikel berukuran 10 cm x 10 cm x 1 cm. Pengujian dilakukan dengan kondisi kering udara. Volume contoh uji diukur dengan menimbang beratnya kemudian diukur panjang, lebar serta tebalnya. Nilai kerapatan papan partikel dihitung dengan rumus (SNI 03-2105-2006) :

$$p = \frac{B}{V}$$

Keterangan:

p = Kerapatan (g/cm^3)

B = Berat contoh uji kering udara (g)

V = Volume contoh uji kering udara (cm^3)

b. Kadar Air (KA)

Pengukuran kadar air menggunakan contoh uji berukuran 10 cm x 10 cm x 1 cm. Pengukuran dilakukan dengan cara menimbang berat awal contoh uji kemudian dimasukkan kedalam oven dengan suhu $103 \pm 2^\circ\text{C}$ sampai mencapai berat yang konstan. Persentase kadar air papan partikel dihitung dengan rumus (SNI 03-2105-2006):

$$\text{KA} = \frac{\text{BA} - \text{BKO}}{\text{BKO}} \times 100\%$$

Keterangan:

KA = Kadar Air (%)

BA = Berat awal (g)

BKO = Berat kering oven (cm^3)

c. Pengembangan Tebal (PT)

Contoh uji yang digunakan untuk pengujian pengembangan tebal berukuran 5 cm x 5 cm x 1 cm. Contoh uji tersebut diukur tebalnya pada 5 titik yang sudah ditentukan, kemudian nilai tebal dari 5 titik tersebut dirata-ratakan menghasilkan nilai tebal awal (t_1). Setelah itu contoh uji direndam dalam air selama 24 jam kemudian ditiriskan dan diukur kembali tebalnya (t_2) pada titik yang sama saat pengukuran ketebalan pertama. Nilai pengembangan tebal diukur dengan rumus (SNI 03-2105-2006):

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

Keterangan :

PT = Pengembangan tebal (%)

t_1 = Tebal sebelum direndam 24 jam (cm)

t_2 = Tebal setelah direndam 24 jam (cm)

d. Daya Serap Air

Uji daya serap air dilakukan untuk mengukur kemampuan papan partikel dapat menyerap air. Contoh uji daya serap air menggunakan contoh uji pengembangan tebal dengan menghitung selisih berat sebelum dan setelah perendaman dalam air selama 24 jam. Daya serap air dihitung menggunakan rumus (SNI 03-2105-2006):

$$\text{DSA} (\%) = \frac{B_2 - B_1}{B_1} \times 100\%$$

Keterangan

DSA = Daya serap air (%)

B_1 = Berat contoh uji sebelum perendaman (g)

B_2 = Berat contoh uji setelah perendaman 24 jam (g).

2.3.3.2. Pengujian Rayap

Pengujian keawetan papan partikel terhadap rayap dilakukan dengan metoda tanpa pilihan (*no-choice*

test) yang mengacu pada (Indrayani dan Fatmawati, 2019). Cup plastik bening dengan diameter 6 cm dan tinggi 12 cm digunakan sebagai wadah uji. Kedalam wadah uji dimasukkan pasir steril yang telah diautoclave selama 30 menit dengan suhu 120°C dan tekanan 1 atm. Diatas pasir diletakkan kasa plastik untuk mencegah kontak langsung antara rayap dan pasir. Selanjutnya contoh uji dengan ukuran 2 cm x 2 cm x 1 cm yang telah diketahui berat awalnya diletakkan diatas kasa plastik. Sebanyak lima puluh rayap *C. curvignathus* kasta pekerja dan lima kasta tentara dimasukkan kedalam wadah uji. Cup plastik kemudian ditempatkan dalam sebuah wadah plastik yang sudah dilapisi kapas basah untuk mempertahankan kelembapannya, setelah itu wadah tersebut ditutup dan diletakkan di dalam ruangan gelap selama 21 hari. Pengujian rayap disajikan pada Gambar 1.

Pasda akhir pengujian dilakukan pengamatan mortalitas rayap dan kehilangan berat contoh uji. Perhitungan mortalitas rayap dan kehilangan berat contoh uji berdasarkan Sornnuwat et al., (1995):

$$\text{Kehilangan Berat} (\%) = \frac{(W_1 - W_2)}{(W_1)} \times 100 \%$$

Keterangan :

W_1 : Berat contoh uji sebelum pengujian (g)

W_2 : Berat contoh uji setelah pengujian (g)

$$\text{Mortalitas Rayap} (\%) = \frac{(N_2)}{(N_1)} \times 100 \%$$

Keterangan :

N_1 : Jumlah rayap awal (ekor)

N_2 : Jumlah rayap mati setelah pengujian (ekor)



Gambar 3. Pengujian Rayap
Figure 3. Termite testing

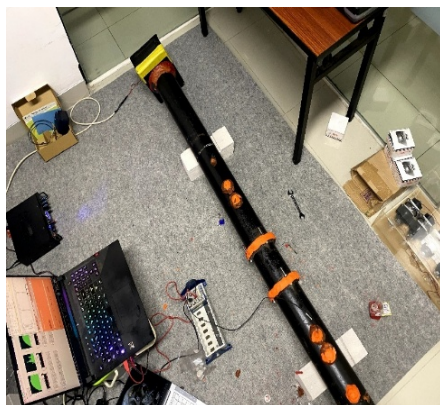
2.3.3.3. Pengujian Redam Suara

Salah satu cara yang diterapkan dalam pengujian penyerapan suara adalah metode tes Tabung Impedansi. Pengujian *Impedance Tube* dilakukan berdasarkan standar ASTM-E413-10 menggunakan contoh uji berbentuk silinder berukuran 90×10 mm. Pengujian contoh uji dilakukan pada beberapa variasi frekuensi yaitu 125Hz, 160Hz, 200Hz, 250Hz, 315Hz, 400Hz, 500Hz, 630Hz, 800Hz, 1000Hz, 1250Hz, 1600Hz, 2000Hz, 1500Hz, 3150Hz, dan 4000Hz. Metode

untuk menguji penyerapan suara ini bertujuan untuk menentukan seberapa besar koefisien penyerapan bahan terhadap suara yang bisa diterima oleh material *mesocarp* kelapa sawit dengan campuran partikel kayu sengon. Prosedur pengujian pada *Impedance Tube* bisa dilakukan setelah semua bagian dari perangkat pengujian saling terhubung. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengkalibrasi mikrofon dengan kalibrator, selanjutnya loudspeaker dan mikrofon satu dimasukkan ke ruang dengung sedangkan mikrofon dua dimasukkan keruang *anechoic*. *Soundcard* dihubungkan ke komputer/laptop, selanjutnya contoh uji ditempat diantara mic satu dan mic dua lalu mengukur waktu dengung *transmission lost* disetiap frekuensi. Hasil dari penerapan variasi frekuensi pada Tabung Impedansi adalah tegangan amplitudo dari setiap mikrofon yang tersaji dalam bentuk data digital dengan format excel (amplitudo A dan amplitudo B). Berdasarkan nilai maksimal dari amplitudo tegangan di setiap mikrofon, dilakukan analisis data untuk mengidentifikasi koefisien penyerapan suara yang dimiliki oleh sampel uji tersebut. (Siaahan *et al.* 2020). Metode *Impedance Tube* disajikan pada Gambar 4, sementara contoh uji redam suara disajikan pada Gambar 3 dan Tabel 5.

2.3.3.4. Analisis Data

Perolehan data selanjutnya dianalisis dengan Rancangan Acak Lengkap *Analysis of Variance* (RAL ANOVA) (Nugroho, 2008).



Gambar 4. Uji Tabung Impedansi
Figure 4. Impedance Tube Test



Gambar 5. Contoh Uji Redam Suara
Figure 5 Sound Attenuation test sample

Tabel 2. Variasi perlakuan uji papan redam suara
Table 2. Sound attenuation test treatment variations

Kode (Code)	Kombinasi bahan (Material compositition)
A	<i>Mesocarp</i> kelapa sawit 0% : serbuk kayu sengon 100%
C	<i>Mesocarp</i> kelapa sawit 25% : serbuk kayu sengon 75%
E	<i>Mesocarp</i> kelapa sawit 50% : serbuk kayu sengon 50%
G	<i>Mesocarp</i> kelapa sawit 75% : serbuk kayu sengon 25%
I	<i>Mesocarp</i> kelapa sawit 100% : serbuk kayu sengon 0%

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

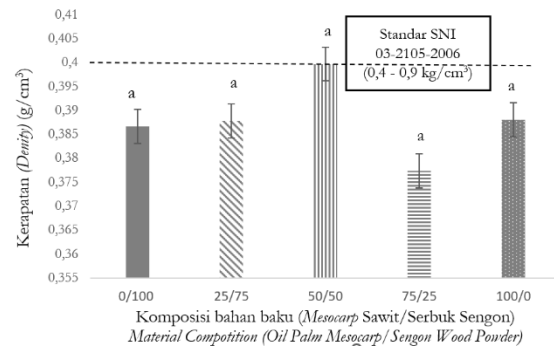
3.1. Sifat Fisik Papan Partikel

3.1.1. Kerapatan

Perbandingan massa dan volume kayu pada saat kering udara disebut kerapatan. Gambar 4 menunjukkan nilai rerata kerapatan yang ditemukan dari hasil penelitian ini. Rerata kerapatan papan partikel serbuk kayu sengon dan serat kelapa sawit berkisar antara $0,37 \text{ g/cm}^2 - 0,4 \text{ g/cm}^3$. Nilai kerapatan tertinggi terdapat pada papan partikel dengan komposisi bahan *mesocarp* kelapa sawit dan serbuk sengon 50:50%, sementara nilai kerapatan terendah terdapat pada papan dengan komposisi bahan *mesocarp* serat sawit dan serbuk kayu sengon 75:25%.

Sebagian besar papan partikel yang dibuat dalam penelitian ini tidak mencapai target kerapatan, yaitu $0,4 \text{ g/cm}^3$. Ada beberapa faktor yang menyebabkan kerapatan papan partikel tidak mencapai target. Menurut Anggraini *et al.* (2021), efek *spring back* atau usaha pembebasan tekanan yang dialami papan selama pengempaan memengaruhi kerapatan papan komposit sehingga tidak mencapai target. Hal ini mengakibatkan kerapatan papan partikel rendah. Kerapatan tidak memenuhi standar SNI 03-2105-2006, yang mensyaratkan nilai kerapatan $0,4-0,9 \text{ g/cm}^3$ kecuali papan partikel yang terbuat dari bahan *mesocarp* kelapa sawit dan serbuk sengon 50:50% yang memenuhi standar. Abdurachman dan Nurwati (2011) menyatakan bahwa struktur bentuk fisik bahan baku partikel yang digunakan memengaruhi kerapatan papan partikel. Haygreen dan Bowyer (1996) mengemukakan bahwa kerapatan papan partikel dipengaruhi oleh kerapatan awal material penyusunnya. Peningkatan kerapatan bahan baku akan menghasilkan papan dengan kerapatan lebih tinggi, sedangkan penurunan kerapatan bahan baku akan menurunkan kerapatan papan. Analisis keragaman nilai kerapatan dengan metode Rancangan Acak Lengkap *Analysis of Variance* (RAL ANOVA) disajikan pada Tabel 3.

Hasil analisis keragaman pada Tabel 3 menunjukkan bahwa faktor komposisi bahan tidak berpengaruh nyata terhadap kerapatan papan partikel dimana $F_{hitung} < F_{tabel}$. Walaupun tidak berpengaruh nyata, namun dapat dilihat bahwa papan partikel dengan komposisi bahan *mesocarp* kelapa sawit dan serbuk kayu sengon 50:50% menghasilkan kerapatan tertinggi.



Keterangan: Huruf sama menunjukkan tak berbeda nyata
(Remarks: The same letters indicate no significant difference)

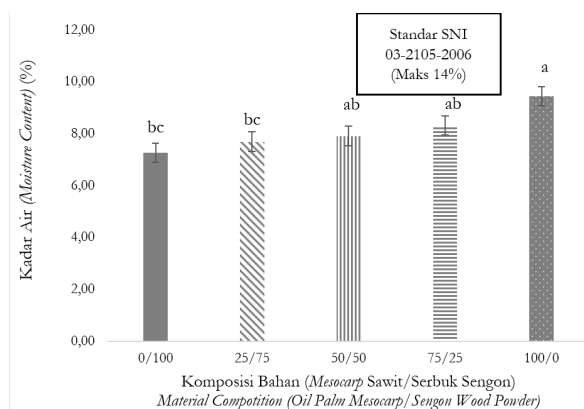
Gb. 6. Rerata kerapatan papan partikel
Fig. 6. Average density of particleboard

Tabel 3. Analisis keragaman untuk kerapatan papan partikel
Table 3. Analysis of variance for particleboard density

SV (Source of Variation)	DB (Degrees of Freedom)	JK (Sum of Squares)	MK (Mean of Squares)	F.Hit (F.Value)	F.Tabel (F.Table)		Keterangan (Remarks)
					5%	1%	
Perlakuan (Treatment)	4	0,0007	0,0001	0,533 ^{tn}	3,478	5,9943	Tidak Berpengaruh Nyata (No significant difference)
GALAT (Error)	10	0,0035	0,0033				
TOTAL	14	0,0042					

3.1.2. Kadar Air

Rerata kadar air papan partikel hasil penelitian ini berkisar antara 7,27–9,45 % dan disajikan pada Gambar 5. Nilai kadar air pada komposisi *mesocarp* kelapa sawit serbuk kayu sengon 0:100% menunjukkan angka kadar air terendah sedangkan komposisi bahan *mesocarp* kelapa sawit dan serbuk kayu sengon 100:0% menunjukkan kadar air paling tinggi. Hasil penelitian ini didukung oleh Roza *et al* (2015) yang mengatakan pemberian lebih banyak serbuk sengon menghasilkan papan dengan kadar air lebih rendah. Dalam penelitian ini, kadar air papan partikel telah sesuai dengan ketentuan SNI 03-2105-2006 yang menetapkan batas kadar air kurang dari 14%.



Gb. 7. Rerata kadar air papan partikel
Fig. 7. Average moisture content of particleboard

Gambar 7 menunjukkan bahwa variasi komposisi bahan berperan dalam menentukan kadar air papan partikel dimana semakin besar komposisi serbuk kayu sengon yang digunakan, semakin tinggi pula kadar air yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan sifat higroskopis pada suatu bahan dapat mempengaruhi kadar airnya karena mengandung lignin dan selulosa.

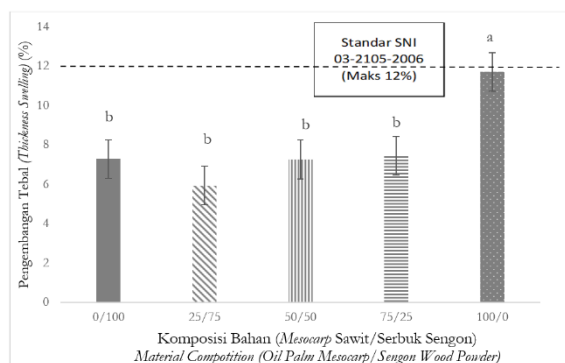
Haygreen dan Bowyer (1996) menyatakan bahwa keberadaan lignin dan selulosa dalam bahan menyebabkan tingginya kemampuan menyerap dan melepaskan air yang berimplikasi pada kadar air papan partikel. Menurut Hartati *et al.*, (2014), komposisi kimia serbuk kayu sengon menunjukkan kandungan selulosa yang dominan sebesar 45,42%, diikuti oleh hemiselulosa 21%, lignin 26,50%, serta abu 7,08%, sedangkan pada *mesocarp* kelapa sawit diketahui mengandung senyawa selulosa dengan proporsi 41,92%, lignin 21,71%, dan hemiselulosa 11,36% (Susilo, 2017). Akibatnya, papan partikel yang mengandung serbuk kayu sengon dalam jumlah lebih besar memperlihatkan kecenderungan peningkatan kadar air. Selanjutnya dilakukan analisis keragaman nilai kadar air dengan metode Rancangan Acak Lengkap *Analysis of Variance* (RAL ANOVA) disajikan pada Tabel 4. Tabel 4 memperlihatkan adanya pengaruh nyata pada setiap komposisi bahan papan partikel dilihat dari F_{hitung} lebih besar pada 5% dari pada F_{tabel} .

Tabel 4. Analisis keragaman untuk kadar air papan partikel
Table 4. Analysis of variance for particleboard moisture content

SV (Source of Variation)	DB (Degrees of Freedom)	JK (Sum of Squares)	MK (Mean of Squares)	F.Hit (F.Value)	F.Tabel (F.Table)		Keterangan (Remarks)
					5%	1%	
Perlakuan (Treatment)	4	8,31378	2,0784	4,4279*	3,478	5,9943	Berpengaruh Nyata (Significant difference)
GALAT (Error)	10	4,69	0,4693				
TOTAL	14	13,01					

3.1.3. Pengembangan Tebal

Pengembangan tebal didefinisikan sebagai peningkatan dimensi ketebalan papan setelah proses perendaman selama 24 jam. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai rata-rata pengembangan tebal papan partikel berkisar antara 5,94-11,71% (Gambar 8) telah sesuai dengan ketentuan SNI 03-2105-2006, yaitu dengan nilai pengembangan tebal tidak melebihi 12%. Papan partikel yang dibuat dari *mesokarp* kelapa sawit tanpa campuran serbuk kayu sengon (100:0%) menunjukkan pengembangan tebal paling besar, sementara pengembangan tebal paling rendah ditemukan pada komposisi *mesokarp* kelapa sawit dan serbuk kayu sengon 25:75%.



Keterangan: Huruf sama menunjukkan tak berbeda nyata
 (Remarks: The same letters indicate no significant difference)

Gb. 8. Rerata pegembangan tebal papan partikel
Fig. 8 Average thickness swelling particleboard

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serbuk kayu sengon berkontribusi terhadap penurunan nilai pengembangan tebal papan partikel. Hal ini didukung oleh Purwanto (2016) bahwa papan partikel dari bahan baku tunggal menunjukkan pengembangan tebal lebih rendah dan pada penambahan serbuk kayu sengon

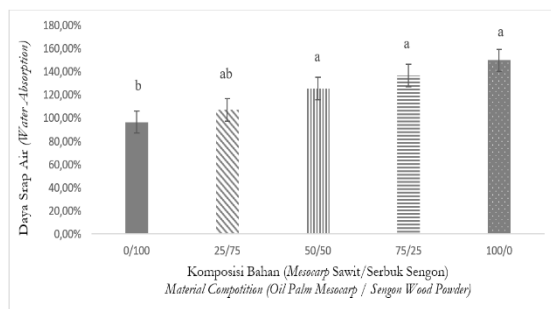
terjadi penurunan pengembangan tebal. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa papan dengan komposisi *mesokarp* kelapa sawit lebih banyak menyebabkan pengembangan tebal yang lebih tinggi. Temuan penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Fransiskus et al. (2015), yang menunjukkan bahwa pengembangan tebal papan partikel meningkat seiring dengan penambahan sabut kelapa. Kondisi tersebut diduga terjadi karena ikatan pada papan dengan komposisi *mesokarp* kelapa sawit yang tinggi lebih sehingga rentan mengalami kerusakan. Selain itu, papan dengan komposisi lebih banyak *mesokarp* kelapa sawit cenderung lebih mudah mengembang dibandingkan papan lebih banyak serbuk kayu sengon. Purwanto (2016) menyatakan bahwa kondisi tersebut terjadi karena partikel serbuk kayu berukuran halus tersebar secara merata dan menempati ruang kosong di antara partikel *mesokarp* kelapa sawit. Kondisi tersebut berimplikasi pada terbentuknya ikatan antarpartikel yang lebih stabil dan kuat melalui perekat, sementara kemampuan untuk meningkatkan ketebalan menjadi berkurang. Nilai pengembangan tebal juga dipengaruhi oleh efek *spring back* pada papan, yang memungkinkan air dengan mudah masuk dan mengganggu kekuatan ikatan yang terbentuk antara perekat dan partikel. Nilai pengembangan tebal papan partikel dapat dilihat pada Gambar 8. Analisis keragaman nilai pengembangan tebal dengan metode Rancangan Acak Lengkap *Analysis of Variance* dapat dilihat pada Tabel 5. Analisis keragaman yang ditunjukkan pada Tabel 4 membuktikan bahwa kombinasi bahan berpengaruh sangat nyata terhadap satu sama lain yang ditunjukkan dengan F.hitung lebih besar daripada F.tabel 1%.

Tabel 5. Analisis keragaman untuk pengembangan tebal papan partikel
Table 5. Variance analysis for particleboard thickness swelling

SV (Source of Variation)	DB (Degrees of Freedom)	JK (Sum of Squares)	MK (Mean of Squares)	F.Hit (F.Value)	F.Tabel (F.Table)		Keterangan (Remarks)
					5%	1%	
Perlakuan (Treatment)	4	57,9975	14,4994	6,4288**	3,478	5,9943	Berpengaruh Sangat Nyata (Very significant difference)
GALAT (Error)	10	22,5537	2,2553				
TOTAL	14	80,5512					

3.1.4. Daya Serap Air

Hasil pengujian memperlihatkan bahwa nilai daya serap air papan partikel berada dalam rentang 96,53% hingga 149,79%. (Gambar 9). Standar SNI 03-2105-2006 tidak menetapkan persyaratan terkait nilai daya serap air, namun pengujian parameter tersebut tetap diperlukan karena hasilnya dapat dijadikan acuan dalam menentukan aplikasi papan partikel. Papan partikel dengan komposisi bahan *mesocarp* kelapa sawit dan serbuk kayu sengon 100:0% menghasilkan daya serap air paling tinggi. Komposisi bahan *mesocarp* kelapa sawit dan serbuk kayu sengon 0:100% menghasilkan nilai rata-rata daya serap air paling rendah (Gambar 9).



Keterangan: Huruf sama tak berbeda nyata
(Remarks: The same letters indicate no significant difference)

Gb. 9. Rerata daya serap air papan partikel
Fig. 9. Average water absorption particleboard

Tabel 6. Analisis keragaman untuk daya serap air
Table 6. Analysis of variance for water absorption

SV (Source of Variation)	DB (Degrees of Freedom)	JK (Sum of Squares)	MK (Mean of Squares)	F.Hit (F.Value)	F.Tabel (F.Table)		Keterangan (Remarks)
					5%	1%	
Perlakuan (Treatment)	4	5593,98	1398,49	9,7722**	3,478	5,9943	Berpengaruh Sangat Nyata (Very significant difference)
GALAT (Error)	10	1431,09	143,10				
TOTAL	14	7025,07					

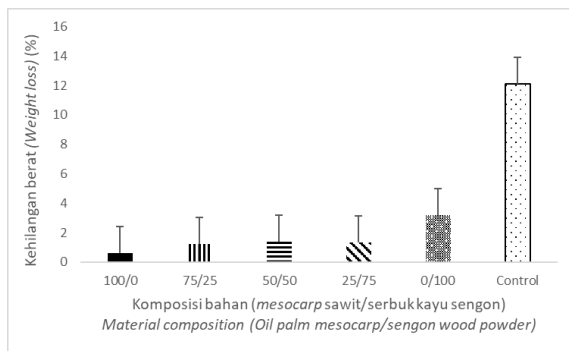
3.2. Ketahanan Terhadap Serangan Rayap Tanah

3.2.1. Kehilangan Berat

Pengujian rayap menggunakan kayu solid sengon sebagai kontrol. Kehilangan berat sampel uji papan partikel berkisar antara 0,62-3,19%. Papan partikel dengan komposisi serat *mesocarp* kelapa sawit dan serbuk kayu sengon 100:0% mengalami kehilangan berat tertinggi, sedangkan kehilangan berat terendah terjadi pada komposisi bahan 0% serat *mesocarp* sawit : 100% serbuk kayu sengon. Rerata kehilangan berat papan partikel disajikan pada Gambar 10.

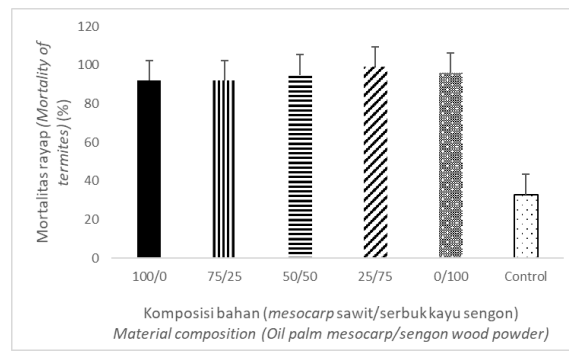
Hasil ini sejalan dengan penelitian Roza *et al* (2015) yang menyebutkan peningkatan jumlah serbuk sabut kelapa dalam komposisi bahan berimplikasi pada bertambahnya nilai daya serap air papan partikel. Hal ini disebabkan higroskopis suatu bahan dimana pada bahan yang lebih banyak serbuk sengon penyerapan airnya lebih rendah dibanding yang menggunakan bahan dari serat sawit. Menurut Mikael *et al.* (2015), secara umum peningkatan daya serap air berkaitan erat dengan penambahan serat. Kehadiran empulur yang terdapat dalam serat berkontribusi pada peningkatan kapasitas penyerapan air. Terdapat hubungan antara daya serap air dan pengembangan tebal, di mana peningkatan penyerapan air pada papan partikel berbanding lurus dengan peningkatan pengembangan tebal. Selanjutnya dilakukan analisis keragaman nilai daya serap air dengan metode Rancangan Acak Lengkap *Analysis of Variance* (RAL ANOVA) yang dapat dilihat pada Tabel 6. Analisis keragaman untuk daya serap air menunjukkan F.hitung lebih besar dari F.tabel, hal ini membuktikan bahwa komposisi bahan berpengaruh nyata pada daya serap air.

Hasil penelitian ini didukung oleh Viviana dan Tavita (2019) yang membuktikan komposisi serbuk kayu yang lebih besar dan serat yang lebih sedikit menghasilkan persentase kehilangan berat papan partikel yang lebih rendah. Hasil ini diduga dipengaruhi oleh kandungan selulosa yang merupakan makanan rayap. Kandungan *mesocarp* sawit sebesar 41,92% (Susilo, 2017) sedikit lebih tinggi daripada serat sengon yaitu 41,17% (Trisanti *et al.*, 2018) hal ini menyebabkan papan dengan kandungan *mesocarp* kelapa sawit lebih sedikit akan rendah pula kehilangan beratnya demikian pula sebaliknya (Gambar 10).



Keterangan: Huruf sama tak berbeda nyata
same letters indicate no significant difference)

Gb. 10. Rerata kehilangan berat papan partikel
Fig. 10. Average weight loss of particleboard



Keterangan: Huruf sama tak berbeda nyata (Remarks: The same letters indicate no significant difference)

Gb. 11. Rerata mortalitas rayap
Fig. 11. Average mortality of termites

Kehilangan berat juga dapat dipengaruhi karakteristik sampel dimana papan partikel berbahan serat *mesocarp* kelapa sawit lebih mudah rusak daripada serbuk kayu sengon. Preferensi rayap umumnya tertuju pada bahan yang dapat digigit dengan mudah dan cepat hancur (Anjarani, 2018 dalam Maulida 2020). Hal ini memudahkan rayap untuk memakan sampel pengujian sehingga papan dengan kandungan serat *mesocarp* kelapa

sawit lebih banyak kehilangan berat.

Analisis keragaman nilai kehilangan berat dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap *Analysis of Variance* (RAL ANOVA) sebagaimana ditampilkan pada Tabel 7. Tabel 7 memperlihatkan bahwa komposisi bahan memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap kehilangan berat, ditunjukkan oleh nilai F.hitung yang lebih besar dari taraf signifikansi 1%.

Tabel 7. Analisis keragaman untuk kehilangan berat papan partikel
Table 7. Analysis of variance for particleboard weight loss

SV (Source of Variation)	DB (Degrees of Freedom)	JK (Sum of Squares)	MK (Mean of Squares)	F.Hit (F.Value)	F.Tabel (F.Table)		Keterangan (Remarks)
					5%	1%	
Perlakuan (Treatment)	4	11,1851	2,7962	8,6978**	3,478	5,9943	Berpengaruh sangat nyata (Very significant difference)
GALAT (Error)	10	3,2149	0,3214				
TOTAL	14	14,4					

3.2.2. Mortalitas rayap

Rerata mortalitas rayap berkisar antara 91,52 - 100% (Gambar 11). Walaupun hasil ANOVA menunjukkan komposisi bahan tidak berpengaruh nyata terhadap mortalitas rayap, namun hasil penelitian menunjukkan bahwa papan partikel dengan kombinasi bahan *mesocarp* kelapa sawit dan serbuk kayu sengon 25:75% memiliki angka kematian rayap paling sedikit yaitu 91,52% sedangkan untuk angka kematian paling banyak berada pada perlakuan mesocarp kelapa sawit dan serbuk kayu sengon 75: 25%. Hal ini bertentangan dengan penelitian Viviana dan Tavita (2019) yang menyatakan semakin tinggi komposisi serbuk kayu dalam papan partikel, semakin tinggi pula mortalitas rayap. Hal ini disebabkan rayap cenderung menghindari bahan yang keras karena sulit digigit dan dihancurkan. Kayu sengon memiliki sifat mekanik yang lebih keras dibandingkan dengan *mesocarp* kelapa sawit, sehingga lebih resisten terhadap serangan rayap. Selain itu, faktor lain yang mempengaruhi kematian rayap adalah jamur yang tumbuh papan partikel dimana pada perlakuan yang lebih banyak

serat sawit cenderung lebih cepat berjamur daripada yang lebih banyak kayu sengon. Pengaruh makan rayap juga dapat mempengaruhi mortalitas rayap. Menurut Tampubolon et al., (2015) kematian rayap dapat disebabkan oleh jenis kayu yang lebih keras. Hal ini dapat menjelaskan pada papan partikel yang lebih keras akan menyulitkan rayap untuk memakan sampel pengujian.

Faktor lingkungan juga dapat mempengaruhi mortalitas rayap. Rislyana et al. (2015) menyatakan ketidakmampuan rayap beradaptasi dengan lingkungan baru dapat berakibat pada kematian rayap. Menurut Arinana et al., (2016), Suhu optimal pada sarang rayap tanah (*Coptotermes Curvignathus*) adalah 29,4–33,8°C sedangkan pada penelitian ini suhu rata-rata berada pada 21°C dan kelembapan 55%.

Analisis keragaman nilai mortalitas rayap dengan Rancangan Acak Lengkap *Analysis of Variance* (RAL ANOVA) (Tabel 8). Tabel 8 memperlihatkan bahwa variasi komposisi bahan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap mortalitas rayap, hal ini ditunjukkan oleh nilai F.hitung yang lebih kecil dari taraf signifikansi 1%.

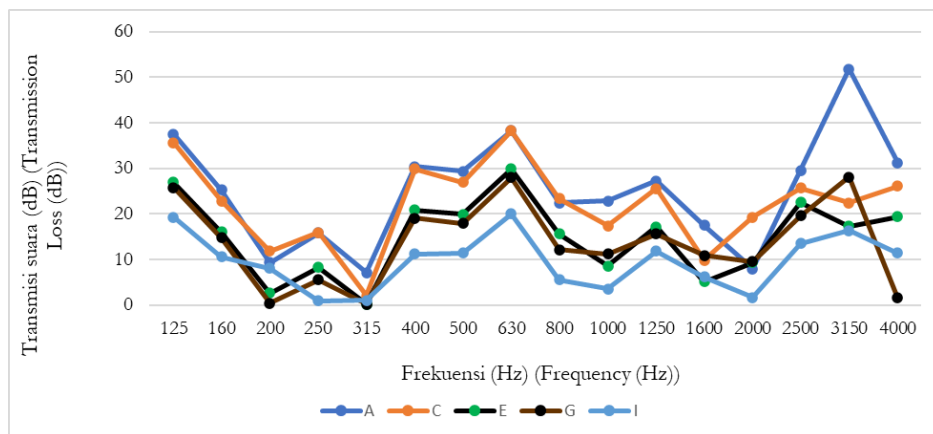
Tabel 8. Analisis keragaman untuk mortalitas rayap
Table 8. Analysis of variance for termite mortality

SV (Source of Variation)	DB (Degrees of Freedom)	JK (Sum of Squares)	MK (Mean of Squares)	F.Hit (F.Value)	F.Tabel (F.Table)		Keterangan (Remarks)
					5%	1%	
Perlakuan (Treatment)	4	53,0666	13,2666	0,6677 ^{un}	3,478	5,9943	Tidak Berpengaruh Nyata (No significant difference)
GALAT (Error)	10	198,67	19,8666				
TOTAL	14	251,7333					

3.3. Peredam Suara Papan Partikel

Menurut Alim dan Anggoro (2020), *Sound Transmission Loss* atau *Transmission Loss* (STL/TL) didefinisikan sebagai kapasitas bahan untuk menghambat dan mereduksi suara pada frekuensi tertentu. Sebagaimana dijelaskan oleh Utomo et al. (2021), *Sound Transmission Class* (STC) merupakan salah satu parameter penting yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas material dalam meredam suara. Menurut Suandi (2009) STC adalah parameter yang menunjukkan kemampuan rata-rata suatu material dalam menahan dan mereduksi transmisi suara pada beragam frekuensi. Gambar 12 merupakan data hasil *Transmission loss* pada masing-masing perlakuan komposisi bahan. Berdasarkan hasil penelitian, nilai TL berkisar antara 0,2 - 51,1 dB. Gambar 12 menunjukkan bahwa pada frekuensi rendah <500 Hz, papan partikel dengan komposisi serat *mesocarp* kelapa sawit dan partikel kayu sengon 0:100% menunjukkan nilai TL yang lebih

tinggi dibandingkan variasi bahan lainnya. Fenomena serupa juga diamati pada frekuensi menengah (500-1000 Hz) dan frekuensi tinggi (>1000 Hz), nilai TL untuk komposisi serat *mesocarp* kelapa sawit dan partikel kayu sengon 0:100% masih lebih tinggi. Papan partikel dengan komposisi serat *mesocarp* kelapa sawit dan partikel kayu sengon 0:100% menunjukkan nilai TL tertinggi pada frekuensi 3150 Hz yaitu sebesar 51,1 dB. Sementara TL terendah yaitu sebesar 0,2 dB terdapat pada papan partikel dengan komposisi bahan serat *mesocarp* kelapa sawit dan partikel kayu sengon 50:50% dan 75:25% pada frekuensi 315 Hz. Secara umum, nilai STC pada papan menunjukkan penurunan pada rentang frekuensi 200–315 Hz, kemudian meningkat kembali pada rentang frekuensi 400 - 630 Hz, kecuali pada papan dengan komposisi bahan *mesocarp* kelapa sawit dan partikel kayu sengon 0:100% meningkat pada frekuensi 3150 Hz.



Keterangan (Remark): A : *Mesocarp* : serbuk kayu sengon (*Mesocarp* : sengon wood powder) 0/100 %
C : *Mesocarp* : serbuk kayu sengon (*Mesocarp* : sengon wood powder) 25/75 %
E : *Mesocarp* : serbuk kayu sengon (*Mesocarp* : sengon wood powder) 50/50 %
G : *Mesocarp* : serbuk kayu sengon (*Mesocarp* : sengon wood powder) 75/25 %
I : *Mesocarp* : serbuk kayu sengon (*Mesocarp* : sengon wood powder) 100/0 %

Gambar 12. Sound Transmission Loss (dB) papan partikel
Figure 12. Sound Transmission Loss (dB) of particle board

Komposisi papan dengan 100% kayu sengon menghasilkan nilai TL yang lebih besar daripada komposisi bahan lain. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Lestari et al. (2018), yang menyatakan bahwa papan berbahan serbuk kayu memiliki kemampuan redam suara lebih tinggi dibandingkan papan berbahan serat. Kondisi tersebut diduga dipengaruhi oleh perbedaan tingkat

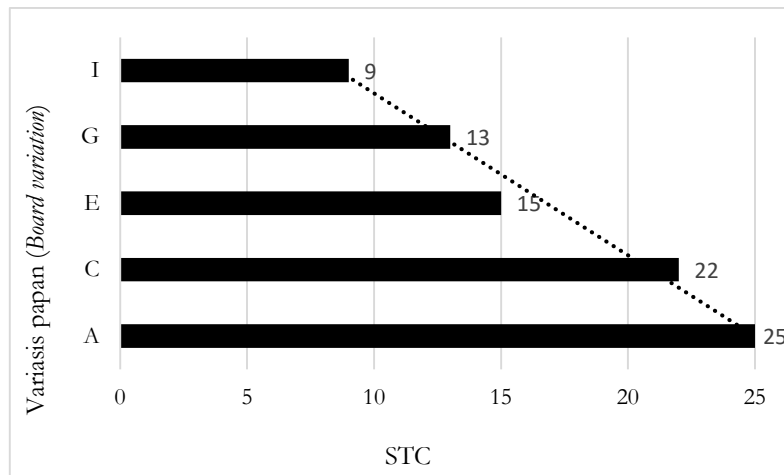
porositas, di mana porositas menjadi salah satu faktor yang memengaruhi nilai Transmission Loss (TL). Ketika gelombang suara menyentuh suatu material, mereka akan mengalami resonansi. Semakin tinggi porositas suatu material, maka resonansi yang dihasilkan akan semakin kuat, sehingga energi suara yang dipantulkan menjadi lebih kecil. Suara yang terpantulkan akan memiliki

amplitudo gelombang suara yang tinggi, sehingga koefisien penyerapan suara akan rendah (Yuliantika & Elvaswer, 2018).

Menurut Anistasya et al., (2024), penggunaan serbuk gergaji pada dinding ruangan dapat mengurangi 53% atau 37,6 db dari tingkat kebisingan rata-rata, sementara Sadik dan Amalia (2023) melaporkan bahwa pada penggunaan serat alam, hasil tertinggi yang diperoleh sebesar 28 db. Sehingga dapat dipahami jika nilai TL pada papan partikel dengan kandungan sengan 100% lebih tinggi daripada menggunakan serat sawit 100%.

Selain TL, dalam bidang akustik dikenal pula

Sound Transmission Class/STC, yaitu nilai atau rating hasil pengukuran rata-rata suatu material terhadap kemampuan meredam suara dimana makin tinggi nilai STC maka semakin tinggi pula kemampuannya untuk meredam suara. Dalam penelitian ini, papan partikel dengan komposisi serat *mesocarp* kelapa sawit dan partikel kayu sengan 0:100% memiliki nilai STC tertinggi yaitu 25 (Gambar 13). Standar ASTM-E413-10 tidak mencantumkan batas nilai STC yang diperkenankan, namun menurut Raymond et al (1976) nilai minimal STC yang ditoleransi adalah sebesar 25 untuk spot kamar tidur.



Keterangan (Remark): A : *Mesocarp* : serbuk kayu sengan (*Mesocarp* : sengan wood powder) 0/100 %
 C : *Mesocarp* : serbuk kayu sengan (*Mesocarp* : sengan wood powder) 25/75 %
 E : *Mesocarp* : serbuk kayu sengan (*Mesocarp* : sengan wood powder) 50/50 %
 G : *Mesocarp* : serbuk kayu sengan (*Mesocarp* : sengan wood powder) 75/25 %
 I : *Mesocarp* : serbuk kayu sengan (*Mesocarp* : sengan wood powder) 100/0 %

Gambar 13. Sound Transmission Class (STC) papan partikel
Figure 13. Sound Transmission Loss (dB) of particle board

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Sebagian papan hasil penelitian ini memiliki sifat fisik yang telah memenuhi SNI 03-2105-2006. Kadar air serta pengembangan tebal papan telah sesuai dengan standar SNI 03-2105-2006. Untuk kerapatan, hanya papan dengan komposisi bahan serat *mesocarp* kelapa sawit dan serbuk kayu sengan 50:50% yang memenuhi target kerapatan sebesar 0,4 g/cm³. Berdasarkan hasil pengujian, papan partikel menunjukkan sifat resisten terhadap serangan rayap tanah. Hal ini dibuktikan dengan kehilangan berat papan partikel campuran *mesocarp* dan kayu sengan lebih kecil dari kontrol (papan partikel kayu sengan solid) dan mortalitas rayap pada papan partikel dengan kombinasi bahan *mesocarp* kelapa sawit dan kayu sengan lebih besar dari kontrol. Komposisi bahan mempengaruhi kualitas redam suara papan partikel. Nilai Sound Transmission Loss (TL) yang diperoleh adalah antara 0,2-51,1 dB dan nilai Sound Transmission Class (STC)

berkisar 9-25. Papan dengan nilai STC 25 dapat digunakan untuk bahan interior dalam ruangan seperti kamar tidur. Hasil pengujian redam suara menunjukkan papan partikel dengan komposisi 100% serbuk kayu sengan memiliki nilai STC tertinggi (25) dan merupakan nilai minimal yang disyaratkan. Penelitian lanjutan diperlukan berupa perlakuan pendahuluan pada *mesocarp* kelapa sawit sebelum dibuat menjadi papan untuk meningkatkan daya redam suaranya sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai alternatif produk interior peredam suara di masa depan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Tanjungpura dan Fakultas Kehutanan atas pendanaan penelitian ini melalui skema dana DIPA, berdasarkan surat perjanjian kontrak penelitian nomor 2305/UN22.7/PT.01.03/2024 tanggal 23 April 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, R., Khabibi, J., & Adelka, Y.F. (2021). Karakteristik papan partikel dari campuran limbah akasia (*Acacia mangium Willd.*) dan kulit kelapa muda (*Cocos nucifera* L.). *Jurnal Silva Tropika*, 5(1), 366-381.
- Abdurachman & Hadjib, N. (2020). Sifat papan partikel dari kayu kulit manis (*Cinnamomum burmanii* BL). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 9(2):128-141.
- Anistasya, N.F., Hendri, D., & Fauziah, I.Y. (2024). Penggunaan serbuk gergaji kayu sengon sebagai soundproofing pada dinding dan lantai kos putri rahayu Studi Kasus: (Kamar Tidur Kos Putri Rahayu). *Prosiding Seminar Karya & Pameran Arsitektur Indonesia* (hal. 410-428).
- Arinana, Philippines, I., Bahtiar, E.T., Koesmaryono, Y., Nandika, D., Rauf, A., ... & Sumertajaya, I.M. (2016). *Coptotermes curvignathus* Holmgren (Isoptera: Rhinotermitidae) capability to maintain the temperature fluctuation inside its nests. *Journal of Entomology*, 13(5-6), 199-202.
- Astari, L., Syamani, F. A., & Prasetyo, K.W. (2019). Sifat fisik, mekanik dan akustik papan partikel berbahan dasar batang jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 11(1), 41-52.
- American Society for Testing and Materials (ASTM). (2010). Classification for Rating Sound Insulation (ASTM-E413-10). ASTM International.
- Alim, M. I., & Anggoro, D. (2017). Pengukuran Transmission Loss (TL) dan Sound Transmission Class (STC) pada Suatu Sampel Uji. Diakses dari DOI: 10.13140/RG.2.2.19507.17448
- Athariqa, D., Selvi, M. O., & Dicky, D. (2022). Urea-Formaldehid Konsentrat Sebagai Bahan Baku Resin Urea-Formaldehid. *Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 6(1), 11-21.
- Rifaida, E., Mukti, W., & Rini, M. 2014. Pembuatan dan karakterisasi peredam suara dari bahan baku serat alam. *Jurnal Arena Tekstil* 29(1), 1-8.
- Fransiskus, H., Hartono, R., & Sucipto, T. (2015). Kualitas Papan Partikel dari Campuran Sabut Kelapa dan Partikel Mahoni dengan Berbagai Variasi Kadar Perekat Phenol Formaldehida. *Peronema Forestry Science Journal*, 4(2), 53-61.
- Haryanti, A., Norsamsi, N., Sholiha, P. S. F., & Putri, N. P. (2014). Studi pemanfaatan limbah padat kelapa sawit. *Konversi*, 3(2), 20-29.
- Haygreen, J.G., & Bowyer, J.L. (1996). Hasil hutan dan ilmu kayu. Suatu pengantar. Hadikusuma S.A., Penerjemah: Prawiro, H.S., editor. Terjemahan dari: *Forest Product and Wood Science, An Introduction*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Indrayani, Y., & Fatmawati, D. (2019). Effect of bait density on consumption rates and mortality of subterranean termite *Coptotermes curvignathus*. *Journal of Biological Researches*, 24(2), 90-94.
- Kuswarini, S. (2009). Papan partikel dari tandan kosong kelapa sawit. *Jurnal Riset Industri*, 3(3). 185-189.
- Laksono, A.D., Ernawati, L., & Maryanti, D. (2019). Pengaruh fraksi volume komposit polyester berpenguat limbah serbuk kayu bangkirai terhadap sifat material akustik. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 10(3), 277-285.
- Lestari, R.Y., Harsono, D., Cahyana, B.T., Atmaja, B.T., & Asmoro, W.A. (2018). Tingkat redaman suara papan komposit dari tandan kosong kelapa sawit dan serbuk kayu akasia. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Inovasi Industri Tahun* (hal. 31-38).
- Maloney, T.M. (1993). *Modern Particleboard and Dry Process Fiberboard Manufacturing*. Miller Freeman Inc, New York.
- Maulida, N.A. (2021). Pengaruh jenis perekat pada uji keawetan papan partikel dari Serat tandan kosong kelapa Sawit dan serbuk batang tembakau terhadap serangan rayap tanah (Skripsi Sarjana). Universitas Brawijaya, Malang.
- Mikael, I., Hartono, R., & Sucipto, T. (2015). Kualitas papan partikel dari campuran ampas tebu dan partikel mahoni dengan berbagai variasi kadar perekat phenol formaldehida. *Peronema Forestry Science Journal*, 4(2), 45-52.
- Nugroho, T. A., & Salamah, Z. (2015). Pengaruh lama perendaman dan konsentrasi biji sengon (*Paraserianthes falcataria* L.). *JUPEMASI-PBIO*, 9(8), 230-236.
- Nugroho. (2008). *Rancangan Percobaan*. UNIB Press.
- Purwanto, D., Riset, B., & Banjarbaru, S. I. (2016). Sifat fisis dan mekanis papan partikel dari limbah campuran serutan rotan dan sebuk kayu. *Jurnal Riset Industri*, 10(3), 125-133.
- Putra, A. S. (2020). Penentuan koefisien serap bunyi papan partikel dari limbah pelepah kelapa Sawit. *Jurnal Surya Teknik*, 7(2), 182-185.
- Raymond, D., Berendt & Edith, L. R. Corliss (1976). *Quieting: A Practical Guide to Noise Control*. National Bureau of Standards Handbook 119. U.S. Government Printing Office, Washington.
- Rislyana, F., Harlia, Sitorus B. (2015). Bioaktivitas ekstrak batang kecombrang (*Etlingera elatior* (Jack) R.M.Sm.) terhadap rayap *Coptotermes curvignathus* sp. *Jurnal Kimia Khatulistiwa* 4(3): 9- 15.
- Roza, D., Dirhamsyah, M, Nurhaida. (2015). Sifat fisik dan mekanik papan partikel dari kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*. L) dan serbuk sabut kelapa (*Cocos nucifera*. L). *Jurnal Hutan Lestari*, 3(3), 374-382.
- Sadik, R., & Amalia, R. (2023). Produksi dan karakterisasi material komposit peredam suara berbahan serat alam dengan metode sintetik *Hand Lay-Up*. *Jurnal Ilmiah Bidang Ilmu Kerekayasaan*, 44(2), 130-138.

- Suandi, A. (2009). Karakteristik sound transmission loss pintu akustik yang digunakan sebagai penghalang kebisingan. *Jurnal Purifikasi*, 10(2), 125–132.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). (2006). Papan Partikel (SNI 03-2105-2006). Badan Standarisasi Nasional.
- Sornnuwat Y. (1996). Wood Consumption and survival of subterranean termite *Coptotermes gestroi* Wasmann. Proceedings The 1996 Annual Meeting of International Research Group on Wood Preservation. Stockholm. Sweden.
- Susilo, Y.D. (2017). Kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin serat sawit hasil fermentasi jamur pelapuk. (Skripsi Sarjana). Universitas Hasanudin, Makassar.
- Siahaan, M. Y. R., & Dariantio, D. (2020). Karakteristik koefisien serap suara material concrete foam dicampur serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan metode *Impedance Tube*. *Journal of Mechanical Engineering Manufactures Materials and Energy*, 4(1), 85-93.
- Tampubolon, A.E., Oemry, S., & Lubis, L. (2015). Uji daya hidup rayap tanah (*Coptotermes curvignathus* Holmgren) (Isoptera: Rhinotermitidae) dalam berbagai media kayu di laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(3), 864-869.
- Trisanti, P. N., HP, S. S., Nura'ini, E., & Sumarno, S. (2018). Ekstraksi selulosa dari serbuk gergaji kayu sengon melalui proses delignifikasi alkali ultrasonik. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 19(3), 113-119.
- Viviana, M., & Tavita, G. E. (2019). Keawetan papan partikel dari batang sorgum dan kayu akasia dengan perekat *Urea Formaldehida* terhadap serangan rayap tanah. *Jurnal Hutan Lestari*, 7(2), 763-772.
- Zhang, J., Song, F., Tao, J., Zhang, Z., & Shi, S. Q. (2018). Research progress on formaldehyde emission of wood-based panel. *International Journal of Polymer Science* 2018. doi:10.1155/2018/9349721.