Newton-Maxwell Journal of Physics
Vol. 6, No. 1, April 2025
e-ISSN: 2775-5894

Karakteristik Daya Serap Bunyi Komposit Akustik Berbahan Pelepah Pisang (*Musa paradisiaca*) Berdasarkan Variasi Komposisi

Nur Winda Rahmadhani[1], Dwiria Wahyuni[1], Asifa Asri[1*]
[1] Program Studi Fisika, Universitas Tanjungpura, Indonesia

ARTICLE INFO

Riwayat Artikel:
Draft diterima: 25 September 2024
Revisi diterima: 07 Januari 2025
Diterima: 08 Januari 2025
Tersedia Online: 21 April 2025

Corresponding author:
asifa.asri@physics.untan.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji nilai koefisien absorpsi bunyi dari komposit akustik berpenguat serat pelepah pisang berdasarkan variasi komposisi bahan baku. Variasi komposisi matriks dan filler yang digunakan secara berturut-turut adalah 60:40, 50:50, 40:60, 30:70, dan 20:80. Metode penelitian yang dilakukan dimulai dengan tahap pembuatan papan komposit dengan alat *hot press*; tahap pembuatan sampel uji yang mengacu pada standar SNI-01-4449-2006 dan ISO 11654; tahap pengujian papan komposit akustik pada kerapatan, kadar air, porositas, *internal bonding* (IB), dan daya serap bunyi sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengujian fisis papan komposit pada kerapatan, kadar air, porositas telah memenuhi SNI 01-4449-2006. Tetapi pada pengujian mekanis *internal bonding* (IB) hanya terdapat 1 variasi saja yang memenuhi SNI 01-4449-2006. Komposisi 30:70 (matriks:filler) menghasilkan performa terbaik jika dibandingkan dengan variasi lainnya pada penelitian ini, dengan nilai koefisien absorpsi bunyi (α) sebesar 0,27 pada ketebalan sekitar 1 cm, 0,19 pada ketebalan sekitar 2 cm, dan 0,14 pada ketebalan sekitar 3 cm, dalam rentang frekuensi 1000 Hz hingga 4000 Hz. Oleh karena itu, papan komposit berpenguat serat pelepah pisang ini efektif digunakan sebagai material akustik pada frekuensi 1000 Hz hingga 4000 Hz dengan ketebalan 1 cm - 2 cm dan sesuai dengan ketentuan ISO 11654.

Kata kunci: Koefisien Absorpsi Bunyi, Komposit, Pelepah Pisang, Variasi Komposisi

ABSTRACT

This study examines the sound absorption coefficient value of banana leaf fiber reinforced acoustic composites based on variations in raw material composition. The matrix and filler composition variations used are 60:40, 50:50, 40:60, 30:70, and 20:80, respectively. The research method begins with the stage of making composite boards with hot press tools; the stage of making test samples that refer to the SNI-01-4449-2006 and ISO 11654 standards; the stage of testing acoustic composite boards on density, moisture content, porosity, internal bonding (IB), and sound absorption of samples. The results showed that the physical testing of composite boards on density, moisture content, porosity has met SNI 01-4449-2006. However, in the mechanical testing of internal bonding (IB) there is only 1 variation that meets SNI 01-4449-2006. The composition of 30:70 (matrix: filler) produces the best performance when compared to other variations in this study, with a sound absorption coefficient (α) of 0.27 at a thickness of about 1 cm, 0.19 at a thickness of about 2 cm, and 0.14 at a thickness of about 3 cm, in the frequency range of 1000 Hz to 4000 Hz. Therefore, this banana leaf fiber reinforced composite board is effectively used as an acoustic material at frequencies of 1000 Hz to 4000 Hz with a thickness of 1 cm - 2 cm and in accordance with the provisions of ISO 11654.

Keyword: Banana Frond, Composite, Impedance Tube, Raw Material Composition, Sound Absorption Coefficient.

1. PENDAHULUAN

Kebisingan merupakan polusi bunyi yang tidak diinginkan dari aktivitas manusia yang berasal dari industri atau kendaraan yang dapat mengganggu dan menurunkan kemampuan pendengaran manusia. Kebisingan dapat menimbulkan gangguan pada

kesehatan manusia yang dapat menimbulkan efek psikologis yaitu seperti jenuh dan tertekan. Kebisingan juga dapat menyebabkan gangguan konsentrasi dan komunikasi antar manusia yang berdampak pada kenyamanan lingkungan [1]. Oleh karenanya, diperlukan upaya untuk mengurangi kebisingan, khususnya di daerah seperti perkantoran dan perumahan. Kawasan dengan tingkat kebisingan tinggi memiliki nilai intensitas bunyi di atas 85 dB [2]. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meredam kebisingan ialah menambahkan material yang dapat menyerap dan mereduksi bunyi pada bangunan, yaitu dengan material akustik [3].

Material komposit adalah perpaduan dua atau lebih macam bahan untuk menghasilkan material baru dengan sifat yang lebih baik dari material pembentuknya. Material komposit terdiri dari dua bagian yaitu *filler* sebagai penguat dan matriks sebagai pengikat komposit. Komposit dari serat alam memiliki beberapa kelebihan yaitu mudah didapat, biaya relatif terjangkau, dan memiliki sifat yang cukup baik dalam menyerap bunyi [4]. Beberapa karakteristik material komposit yang ada pada material akustik sangat berpengaruh pada daya serap suara yaitu meliputi kerapatan, porositas, kadar air, temperatur, intensitas, dan frekuensi dari suara [5]. Koefisien absorpsi suara dipengaruhi oleh kerapatan dan porositas material yang termasuk sifat fisis papan komposit [6].

Salah satu serat yang berpotensi digunakan untuk meredam suara adalah pelepah pisang. [7] melaporkan bahwa komposit pelepah pisang dapat digunakan sebagai material peredam suara yang ramah lingkungan. Pelepah pisang yang sudah kering memiliki tekstur berserat dan berpori sehingga dapat digunakan sebagai bahan dasar pada dinding kedap suara [8]. Penelitian ini sekaligus memberikan gambaran dan informasi potensi pelepah pisang yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar komposit peredam suara yang ramah lingkungan. Matriks yang umum digunakan oleh para peneliti adalah jenis polimer. Polimer yang umum digunakan sebagai matriks adalah perekat PVAc (*Polyvinyl Acetate*). Penggunaan *Polyvinyl Acetate* (PVAc) memiliki potensi untuk meningkatkan fisis dan mekanisnya [9]. Penggunaan khusus PVAc terutama diterapkan dalam pembuatan kayu lapis dan papan blok, karena perekat ini dapat meningkatkan kekuatan rekat secara signifikan dan cepat [10].

Studi yang dilakukan [4] mengungkapkan bahwa variasi komposisi matriks (PVAc) dan *filler* (serat pelepah pisang) pada komposit berpengaruh terhadap nilai koefisien absorpsi suara. Dilaporakan bahwa peredam suara yang dihasilkan dari komposisi matriks yang terlalu banyak menyebabkan bunyi tidak dapat diserap dengan baik. Komposisi PVAc 65% dan serat pelepah pisang 35% menghasilkan material akustik dengan nilai koefisien absorpsi bunyi terbaik pada frekuensi 1000 Hz dibandingkan material akustik dengan jumlah serat di bawah 35%. Sejalan dengan kajian sebelumnya [11], papan serat dari kelapa sawit sebagai pengendali kebisingan menunjukkan bahwa semakin besar komposisi serat maka nilai penyerapan bunyinya semakin tinggi.

Penelitian ini mengkaji nilai koefisien absorpsi suara dari komposit berpenguat serat pelepah pisang dengan variasi komposisi matriks dan *filler* secara berturut-turut adalah 60:40, 50:50, 40:60, 30:70, dan 20:80. Penelitian ini bertujuan Mendapatkan nilai koefisien absorpsi bunyi (α) dari papan komposit berpenguat serat pelepah pisang berdasarkan variasi komposisi matriks dan *filler dan* Menganalisis pengaruh variasi komposisi bahan baku papan komposit berpenguat pelepah pisang pada nilai koefisien absorpsi bunyi (α). Koefisien absorpsi bunyi adalah ukuran seberapa baik kemampuan suatu bahan dalam menyerap suara pada frekuensi tertentu. Koefisien absorpsi bunyi (α) merupakan nilai yang menyatakan kemampuan suatu bahan dalam menyerap bunyi.

2. METODE PENELITIAN

1. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan untuk pembuatan komposit diantaranya cetakan komposit yang terbuat dari kayu ukuran (30×30×1) cm, gerinda, gunting, kempa panas (*hot press*), lempeng aluminium 2 buah, dan wadah. Alat-alat yang digunakan untuk pengukuran yaitu desikator, gelas takar, generator fungsi (audio frekuensi generator), jangka sorong digital, mistar, oven, pengeras suara sebagai sumber bunyi untuk uji daya serap bunyi, pipa PVC yang berukuran 3 inci sebagai tabung impedansi, sisir plastik, sound level meter, *tabel saw*, timbangan digital, dan *universal testing machine* (UTM) sebagai alat uji mekanis papan komposit. Bahan yang digunakan adalah akuades, lem lilin, NaOH 2% , pelepah pisang berukuran $\pm$ 10 cm, dan perekat PVAc. *Polyvinyl Acetate* (PVAc) memiliki potensi untuk meningkatkan fisis dan mekanisnya [9].

2. Pembuatan Papan Komposit Akustik

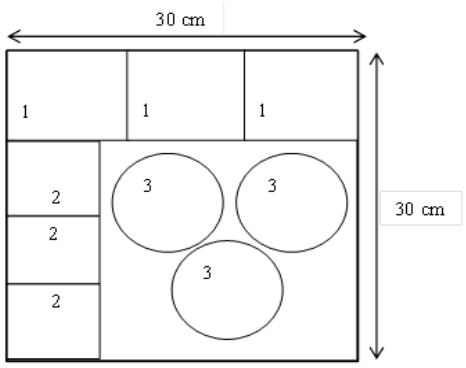
Pembuatan papan komposit dimulai dengan menimbang massa *filler* dan matriks sesuai dengan target kerapatan komposit yang diinginkan yaitu 0,6 g/cm^3. Setelah itu, dilakukan proses pencampuran bahan baku secara manual hingga homogen kemudian dimasukkan ke dalam cetakan berukuran (30×30×1) cm yang beralaskan aluminium foil dan pelat dengan tebal 1 cm. Komposit dikempa dengan *hot press* pada suhu 130℃ dan tekanan 25 N/cm^2 dalam waktu 15 menit. Kemudian langkah-langkah tersebut diulangi untuk 5 variasi komposisi lainnya yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi komposisi bahan baku papan komposit

Variasi Matriks:*filler*	Massa (g)	
	PVAc	*Filler*
60 : 40	324	216
50 : 50	270	270
40 : 60	216	324
30 : 70	162	378
20 : 80	108	432

3. Pembuatan Sampel Uji

Ukuran sampel uji dipotong mengacu pada standar SNI-01-4449-2006 dan ISO 11654. Pemotongan pada pola; 1) sampel uji kerapatan dan sampel uji porositas $(10 \times 10 \times 1)$ cm; 2) sampel uji kekuatan rekat internal $(5 \times 5 \times 1)$ cm; 3) sampel uji daya serap bunyi dan uji kadar air dengan (diameter 8,5 cm×1 cm). Pola pemotongan sampel uji dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pola pemotongan sampel uji

4. Pengujian Papan Komposit Akustik

Kualitas papan komposit diuji mengacu pada SNI-01-4449-2006 dan ISO 11654. Pengujian yang dilakukan terdiri dari kerapatan, kadar air, porositas, kuat rekat internal, dan daya serap bunyi.

a. Kerapatan

Uji kerapatan menggunakan sampel berukuran $(10 \times 10 \times 1)$ cm. Sampel uji tersebut ditimbang dengan timbangan digital agar diperoleh nilai massa sampel dan diukur dimensi panjang, lebar, dan tebalnya menggunakan jangka sorong untuk mengetahuai volume sampel. Perhitungan nilai kerapatan menggunakan persamaan (1) dengan ρ kerapatan papan (g/cm^3), m merupakan massa sampel uji (g), dan V merupakan volume sampel uji (cm^3):

$$\rho = \frac{m}{V} \tag{1}$$

b. Kadar Air

Sampel uji ditimbang massa awalnya dengan timbangan digital dan dicatat sebagai m_a yaitu massa awal sampel, kemudian sampel uji dikeringkan dengan oven selama 2 jam dengan suhu 103°C. Setelah dioven sampel dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit, dan ditimbang kembali dan dicatat sebagai m_k yaitu massa kering sampel. Nilai kadar air (%) dapat dihitung menggunakan persamaan (2) dengan K_A merupakan kadar air sampel (%), m_a merupakan massa awal sampel (g), dan m_k merupakan massa kering sampel (g):

$$K_A = \frac{m_a - m_k}{m_k} \times 100\% \tag{2}$$

c. Porositas

Uji porositas menggunakan sampel kerapatan yaitu berukuran $(10 \times 10 \times 1)$ cm. Sampel ditimbang terlebih dahulu agar dicatat sebagai massa sampel dalam kondisi kering, dan diukur juga panjang, lebar, dan tinggi agar didapat nilai volume pada sampel. Setelah itu, sampel direndam selama 1 jam dengan akuades, kemudian sampel diangkat, dan ditimbang massanya

yang dicatat sebagai massa basah sampel. Nilai porositas (%) dapat dihitung menggunakan persamaan (3) dengan *P* merupakan porositas sampel (%), m_b merupakan massa basah sampel setelah direndam (g), *m* merupakan massa sampel kondisi kering (g), *V* merupakan volume sampel (cm^3), dan ρ_α merupakan massa jenis air (1 g/cm^3):

$$P = \frac{m_b - m}{V} \frac{1}{\rho_\alpha} \times 100\% \quad (3)$$

Kuat rekat internal/*internal bonding* (IB)

Uji kuat rekat internal menggunakan sampel yang berukuran $(5 \times 5 \times 1)$ cm. Hitung luas penampang sampel. Dalam uji ini, sampel direkatkan pada 2 balok besi dibagian atas dan bawah sampel dengan ukuran yang sama menggunakan lem lilin, lalu dibiarkan mengering sekitar kurang lebih 15 menit sampai lem mengeras. Setelah itu, sampel diletakkan di alat uji dengan kedua balok besi ditarik tegak lurus permukaan sampel, sampai beban maksimum (sampel rusak) dan didapat nilainya. Nilai kuat rekat internal (IB) dapat dihitung menggunakan persamaan (4) dengan IB merupakan kuat rekat (N/mm^2), *P* merupakan beban maksimun (N), dan *A* merupakan luas penampang (mm):

$$IB = \frac{P}{A} \quad (4)$$

d. Daya Serap Bunyi

Papan komposit diuji nilai koefisien absorpsinya dengan menggunakan metode tabung impedansi yang mengacu pada ASTM E1050. Tabung pada penelitian ini terbuat dari pipa PVC dengan ukuran 3 inci atau berukuran 8,5 cm dengan panjang 60 cm. Berdasarkan standar ISO 11654 [5] nilai koefisien absoprsi bunyi (α) yang baik yaitu memiliki nilai minimum 0,15 sampai dengan 1. Perhitungan koefisien penyerapan (α) menggunakan persamaan (5) dengan α adalah koefisien absorpsi bunyi, I_0 merupakan intensitas bunyi sebelum dilewatkan sampel (dB), *I* merupakan intensitas bunyi setelah dilewatkan sampel (dB), dan *x* merupakan tebal sampel uji [8] :

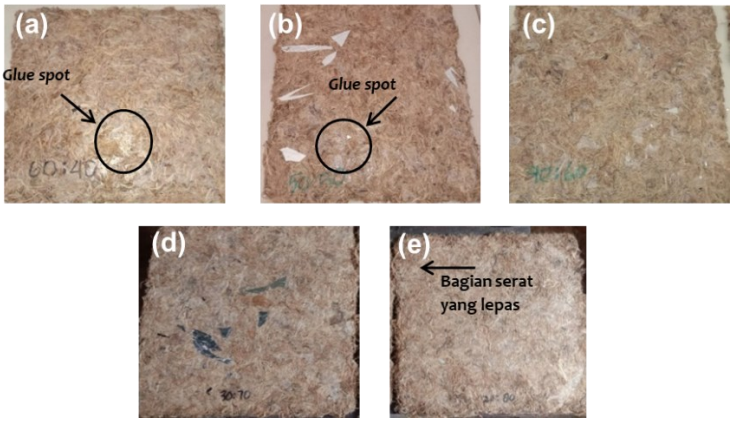
$$I = I_0 e^{-\alpha x} \quad (5)$$

$$\alpha = \frac{Ln\, I_0 - Ln\, I}{x} \quad (6)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pabrikasi Material Akustik

Papan komposit hasil pabrikasi memiliki kondisi yang berbeda. Dapat dilihat pada gambar (a) dan (b) saat komposisi matriks lebih banyak ataupun sama dengan komposisi *filler*nya (60% dan 50%), papan komposit yang dihasilkan cenderung memiliki *glue spot* (antara perekat dan matriks tidak tercampur dengan baik) di beberapa bagian. Namun saat komposisi *filler* yang terlalu banyak (80%) pada gambar (e) terdapat banyak serat yang tidak terikat dengan baik oleh matriks sehingga terlihat di bagian tepi papan terdapat serat yang terlepas. Komposisi 40:60 pada gambar (c) dapat dilihat *glue spot* dan serat yang tidak terikat dengan baik sedikit dibanding dengan komposisi 60:40, 50:50. Komposisi 30:70 (matriks:*filler*) memiliki kondisi yang terbaik. Kondisi ini ditunjukkan dengan tidak adanya *glue spot* maupun serat yang terlepas pada bagian tepi papan. Hasil pembuatan papan komposit dengan 5 variasi komposisi bahan baku secara kualitatif dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil (tampak atas) pembuatan papan komposit dengan variasi komposisi bahan baku matriks dan *filler* secara berturut-turut (a) 60:40, (b) 50:50, (c) 40:60, (d) 30:70, dan (e) 20:80.

2. Hasil Pengujian Material Akustik

a. Kerapatan

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai kerapatan pada kedua jenis sampel uji mengalami peningkatan pada komposisi 30:70 dan 20:80 (matriks:*filler*). Hal ini ditunjukkan dengan bertambahnya komposisi serat, maka nilai kerapatan juga bertambah. Target awal kerapatan papan komposit yang akan dipabrikasi adalah 0,6 g/cm^3. Papan komposit tidak mencapai target, namun variasi 30:70 mendekati target yaitu 0,51-0,54 g/cm^3. Faktor yang menyebabkan tidak tercapainya nilai ini dikarenakan kandungan air yang cukup tinggi pada bahan baku (matriks maupun *filler*). Saat proses pengempaan panas berlangsung terdapat banyak uap air yang keluar dari papan komposit. Hal ini menyebabkan massa akhir papan komposit setelah dikempa mengalami penurunan. Namun, nilai kerapatan untuk seluruh sampel telah memenuhi SNI 01-4449-2006 yang mensyaratkan nilai kerapatan papan komposit berkisar antara 0,35 g/cm^3 hingga 0,8 g/cm^3 [12]. Kerapatan adalah salah satu karakteristik dalam materia akustik. Nilai rata-rata kerapatan untuk semua variasi sampel disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai rata-rata kerapatan untuk setiap variasi komposisi dengan dua jenis sampel uji.

Komposisi matriks : *filler*	Nilai rata-rata kerapatan (g/cm^3)	
	Sampel ukuran SNI berbentuk balok	Sampel akustik berbentuk silinder
60:40	0,39±0,0026	0,42±0,0029
50:50	0,42±0,0027	0,44±0,0053
40:60	0,45±0,0029	0,43±0,0052
30:70	0,51±0,0032	0,54±0,018
20:80	0,46±0,0027	0,48±0,016

b. Kadar Air

Hasil pengukuran menunjukkan nilai rata-rata kadar air mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya jumlah serat. Serat alam secara umum bersifat hidrofilik. Sifat hidrofilik merupakan sifat suatu senyawa yang dapat berikatan dengan air atau dapat mengikat air dengan jumlah yang tinggi. Salah satu kandungan pada serat alam yang bersifat hidrofilik adalah selulosa [4]. Pelepah pisang yang digunakan sebagai *filler* memiliki kandungan selulosa sebesar 60-65% [11]. Sehingga menyebabkan kadar air pada papan komposit akan cenderung bertambah saat komposisi serat meningkat. Nilai kadar air yang diperoleh pada papan komposit berkisar antara 9,87% sampai 10,94%. Secara keseluruhan, nilai kadar air dari papan komposit yang telah dibuat memenuhi standar dari SNI-01-4449-2006 yang mensyaratkan nilai berkisar 5% sampai 13%). Nilai rata-rata kadar air untuk semua variasi sampel disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rata-rata kadar air untuk setiap variasi komposisi.

Komposisi matriks : *filler* (%:%)	Nilai rata-rata kadar air (%)
60:40	9,87 ±0,0288
50:50	10,1±0,0266
40:60	10,1±0,0264
30:70	10,7±0,0216
20:80	10,9±0,0233

c. Porositas

Terdapat perbedaan kondisi porositas untuk setiap papan komposit yang dipabrikasi. Porositas pada papan komposit mengalami peningkatan terutama di komposisi 30:70 dan 20:80 (matriks:*filler*). Berbeda dengan papan komposit yang memiliki jumlah matriks yang banyak, ruang kosong pada papan komposit cenderung rendah (33% s.d. 37%). Nilai rata-rata porositas untuk semua variasi sampel disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata porositas untuk setiap variasi komposisi.

Komposisi matriks:*filler* (%:%)	Nilai rata-rata porositas (%)
60:40	33,5±0,751
50:50	37,4±0,779
40:60	34,9±0,797
30:70	47,1±0,934
20:80	45,3±0,850

d. Kuat Rekat Internal/ *Internal Bonding*

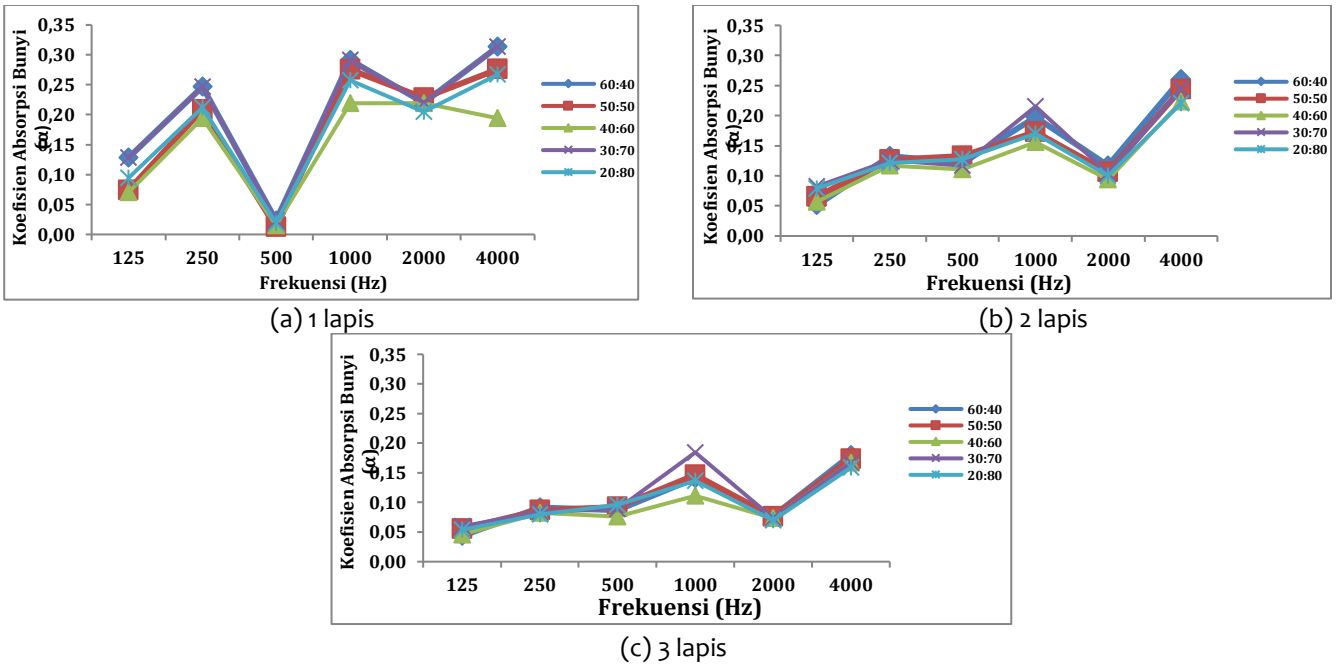
Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pada saat komposisi matriks lebih banyak atau sama dengan komposisi *filler* nya yaitu (60% dan 50%), nilai IB yang dihasilkan cenderung meningkat. Sedangkan pada saat komposisi *filler* bertambah banyak, nilai IB yang didapat semakin menurun (40%, 30%, dan 20%). Nilai IB menurun disebabkan karena menurunnya kekuatan ikatan antara matriks dan bahan penyusun papan komposit yaitu *filler*. Nilai IB yang memenuhi standar dari SNI-01-4449-2006 hanya pada 1 variasi yaitu 50:50 (matriks:*filler*) dan termasuk sampel dengan nilai IB paling baik yaitu 1,87 kgf/cm^3. Meskipun nilai IB pada papan komposit dimiliki oleh sampel dengan jumlah matriks yang tinggi (60% dan 50%). Nilai kuat rekat internal memberikan gambaran kekuatan ikatan antar partikel penyusun bahan. Oleh karena itu, kuat rekat internal salah satu parameter yang dapat digunakan untuk menentukan kualitas papan partikel [13]. Nilai rata-rata IB untuk semua variasi sampel disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai rata-rata kuat rekat internal untuk setiap variasi komposisi.

Komposisi matriks : *filler* (%:%)	Nilai rata-rata kekuatan rekat internal (kgf/cm^2)
60:40	0,80±0,0019
50:50	1,8±0,0019
40:60	0,88±0,0019
30:70	0,34±0,0020
20:80	0,15±0,0020

e. Nilai Koefisien Absorpsi Bunyi (α)

Grafik yang dihasilkan untuk setiap variasi memiliki kecenderungan yang seragam. Berdasarkan bahan penyusunnya, karakterististik frekuensi suara yang mampu diserap oleh material akustik ini adalah pada frekuensi 250 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, dan 4000 Hz untuk ketebalan 1 lapis (sekitar 1 cm). Namun, setelah ketebalannya ditambah hingga 2 dan 3 lapis (1,7 cm hingga 3 cm) hanya ada penyerapan suara di frekuensi 1000 Hz dan 4000 Hz. Besarnya nilai koefisien absropsi suara juga dipengaruhi oleh jenis bahan yang digunakan, temperatur, intensitas dan frekuensi dari suara dan kondisi pada permukaan atau sampel uji, sehingga terdapat nilai koefisen absorpsi yang dihasilkan berbeda pada tiap frekuensi [14].



(a) 1 lapis

(b) 2 lapis

(c) 3 lapis

Gambar 3. Grafik absorpsi bunyi material akustik serat pelepah pisang untuk semua variasi komposisi bahan baku dengan ketebalan (a) 1 lapis, (b) 2 lapis, dan (c) 3 lapis

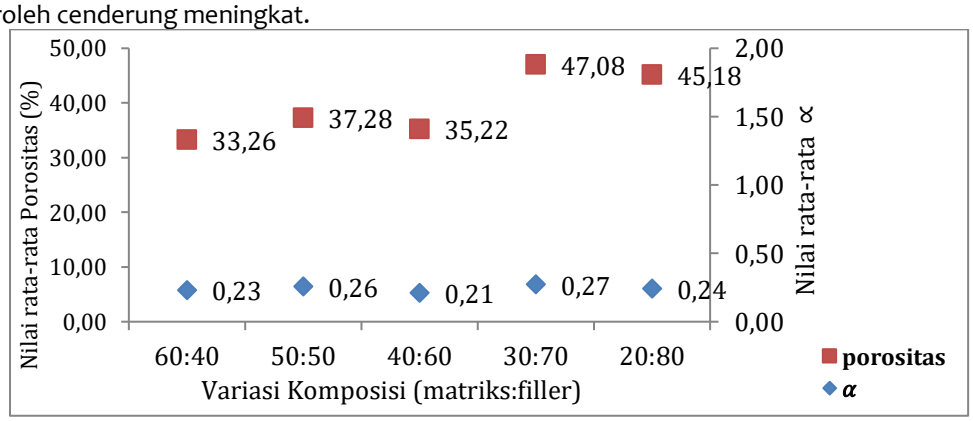
Terutama papan akustik di ketebalan 1 lapis (sekitar 1 cm) pada frekuensi 500 Hz nilai koefisien absorpsinya cenderung menurun disemua frekuensi, dikarenakan beberapa faktor yang memengaruhi diantaranya frekuensi, intensitas bunyi, dan kondisi permukaan atau sampel. Dapat dikatakan bahwa sampel lebih efesien menyerap bunyi pada frekuensi 1000 Hz – 4000 Hz. Sejalan dengan penelitian sebelumnya [15], yang mengatakan bahwa nilai koefisien absorpsi papan akustik dari limbah kulit jagung dengan matriks lem PVAc rata-rata memenuhi standar ISO 11654 pada frekuensi 1000 Hz, 2000 Hz, dan 3000 Hz. Koefisien absorpsi bunyi papan komposit dari serat pelepah pisang dan matriks PVAc untuk berbagai variasi dan ketebalan disajikan pada Gambar 3.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terdapat kecenderungan nilai α yang semakin menurun saat ketebalan papan bertambah. Hal ini mengindikasikan bahwa papan komposit tersebut justru memantulkan suara terutama ketika ketebalannya melebihi 2 cm (3 lapis). Terlihat bahwa nilai α untuk ketebalan sampel 1 lapis dan 2 lapis disemua variasi komposisi bahan baku memenuhi standar ISO 11654. Sehingga, jika papan komposit dengan bahan baku ini akan dijadikan sebagai material akustik maka tidak melebihi ketebalan 2 cm. Hasil nilai rata-rata α pada papan komposit dengan variasi komposisi bahan dari semua ketebalan pada rentang frekuensi 1000 Hz s.d 4000 Hz disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai rata-rata koefisien absorpsi bunyi (α) untuk seluruh variasi komposisi bahan baku terhadap ketebalan papan komposit pada rentang frekuensi 1000 Hz s.d 4000 Hz.

Komposisi matriks : *filler*	Lapisan Papan	Ketebalan (cm)	Nilai rata-rata α	Standar ISO 11654
60:40	1 papan	0,87	0,23 ± 0,061	Memenuhi
	2 papan	1,72	0,19 ± 0,016	Memenuhi
	3 papan	2,61	0,13 ± 0,0070	Tidak Memenuhi
50:50	1 papan	0,91	0,26 ± 0,057	Memenuhi
	2 papan	1,82	0,17 ± 0,014	Memenuhi
	3 papan	2,74	0,13 ± 0,0063	Tidak Memenuhi
40:60	1 papan	0,94	0,21 ± 0,052	Memenuhi
	2 papan	1,87	0,16 ± 0,013	Memenuhi
	3 papan	2,82	0,12 ± 0,0060	Tidak Memenuhi
30:70	1 papan	0,94	0,27 ± 0,051	Memenuhi
	2 papan	1,87	0,19 ± 0,013	Memenuhi
	3 papan	2,83	0,14 ± 0,0060	Tidak Memenuhi
20:80	1 papan	1,00	0,24 ± 0,046	Memenuhi
	2 papan	1,97	0,16 ± 0,012	Memenuhi
	3 papan	2,99	0,12 ± 0,0053	Tidak Memenuhi

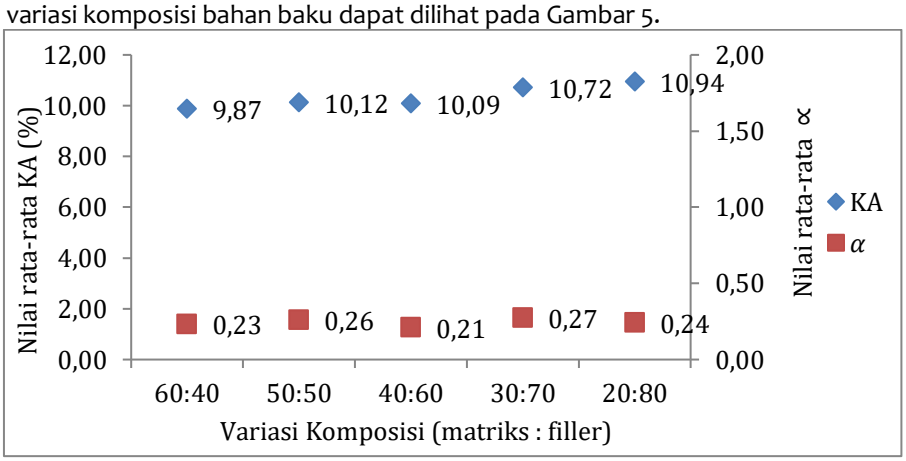
Jika dilihat dari komposisi bahan baku penyusun papan komposit, nilai α yang paling tinggi adalah komposit dengan perbandingan 30:70 (matriks:*filler*). Hal ini diindikasi karena kondisi porositas yang tinggi untuk komposisi tersebut. Terdapat kesesuaian antara porositas dan nilai α. Semakin tinggi pori-pori yang terdapat pada suatu sampel maka nilai koefisien absorpsi bunyi (α) yang diperoleh cenderung meningkat.



Gambar 4. Grafik hubungan antara nilai rata-rata koefisien absorpsi suara dengan nilai rata-rata porositas pada setiap variasi komposisi bahan baku.

Porositas adalah salah satu faktor utama yang memengaruhi nilai koefisien absorpsi bunyi. Bunyi akan diserap lebih banyak melalui pori pori yang ada pada komposit, sehingga nilai koefisien serap bunyi tinggi [16]. Bahan berpori dengan porositas yang tinggi umumnya memiliki perilaku menyerap suara dengan baik. Tingginya porositas menyebabkan bertambahnya koefisien penyerapan suara karena material dapat lebih efektif menyerap suara yang mencapai dan mengenai permukaannya[17] .Hubungan antara nilai rata-rata α dengan nilai rata-rata porositas setiap variasi komposisi bahan baku dapat dilihat pada Gambar 4.

Selain kondisi porositas pada material, kadar air di dalam suatu bahan juga memengaruhi nilai koefisien absorpsi bunyi (α). Faktor penting yang memengaruhi nilai koefisien absorpsi bunyi salah satunya merupakan kadar air [18]. Secara umum apabila nilai kadar air dalam suatu bahan tinggi maka material tersebut akan lebih menyerap bunyi [14]. Berdasarkan dari komposisi bahan baku penyusun papan komposit, nilai kadar air meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah serat. Nilai α juga meningkat sampai dengan komposisi 30:70 (matriks:*filler*). Hal ini dapat dilihat bahwa, papan komposit terbaik terdapat pada variasi 30:70 dan dengan kondisi kadar air yang baik untuk komposisi tersebut. Hubungan antara nilai rata-rata α dengan nilai rata-rata kadar air setiap variasi komposisi bahan baku dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik hubungan antara nilai rata-rata koefisien absropsi bunyi (α) dan nilai rata-rata kadar air.

4. KESIMPULAN

Papan komposit berpenguat serat pelepah pisang dan matriks PVAc berpotensi untuk dijadikan sebagai material akustik dengan komposisi bahan baku yang tepat. Berdasarkan hasil pengukuran menggunakan metode tabung impedansi yang mengacu pada American Standard for Testing Materials (ASTM) E1050, papan komposit berbahan dasar PVAc dan serat pelepah pisang ini berpotensi untuk dijadikan sebagai material akustik dengan komposisi bahan baku yang tepat. Hasil penelitian yang dilakukan untuk uji fisis papan komposit yaitu kerapatan hasil terbaik pada komposisi 30:70 yaitu 0,51-0,54 g/cm^3 dengan memenuhi memenuhi SNI 01-4449-2006. Kadar air hasil yang didapat berkisar antara 9,87% sampai 10,94% yang memenuhi SNI 01-4449-2006. Nilai porositas mengalami peningkatan terutama di komposisi 30:70 dan 20:80 (matriks:*filler*) dibanding dengan komposisi matriks yang tinggi. Sedangkan nilai mekanis pada papan komposit ini yaitu *internal bonding* (IB) yang memenuhi standar dari SNI-01-4449-2006 hanya pada 1 variasi yaitu 50:50 (matriks:*filler*) dan termasuk sampel dengan nilai IB paling baik yaitu 1,87 kgf/cm^3.

Komposisi 30:70 (matriks:*filler*) merupakan komposisi terbaik dengan nilai koefisien absorpsi bunyi (α) sebesar 0,27 untuk ketebalan sekitar 1 cm, 0,19 untuk ketebalan sekitar 2 cm, dan 0,14 pada ketebalan sekitar 3 cm di rentang frekuensi 1000 Hz hingga 4000 Hz. Nilai koefisien absorpsi suara mengalami peningkatan saat komposisi *filler* diperbanyak hingga 70% dan nilai ini justru akan menurun saat komposisi *filler* diatas 70%. Papan komposit berpenguat serat pelepah pisang ini efektif digunakan sebagai material akustik untuk frekuensi 1000 Hz hingga 4000 Hz dengan ketebalan 1 cm - 2 cm.

5. REFERENSI

[1] Kementerian Kesehatan, "Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023," *Kemenkes Republik Indones.*, vol. 151, no. 2, p. Hal 10-17, 2023.

[2] R. Rahmayani, Sahara, and Zelviani, "Jurnal fisika," *Pengukuran Dan Anal. Dosis Prot. Radiasi Sinar-X Di Unit Radiol. Rs. Ibnu Sina Yw-Umi*, vol. 7, no. 2020, pp. 87–96, 2020, doi: 10.24252/jft.v7i2.13801.

[3] A. K. Dewi and Elvaswer, "Material Akustik Serat Pelepah Pisang (Musa Acuminax Balbasiana Calla) sebagai Pengendali

Polusi Bunyi," *J. Fis. Unand*, vol. 4, no. 1, pp. 78–82, 2015.
[4] A. Rizal, E. Elvaswer, and Y. Fitri, "Karakteristik Absorbsi dan Impedansi Material Akustik Serat Alam Ampas Tahu (Glycine Max) Menggunakan Metode Tabung," *J. Ilmu Fis. | Univ. Andalas*, vol. 7, no. 1, pp. 14–18, 2015, doi: 10.25077/jif.7.1.14-18.2015.
[5] Permatasari, "Penentuan Koefisien Serap Bunyi Papan Partikel Dari Limbah Tongkol Jagung," *J. Fis. Unnes*, vol. 4, no. 1, p. 79808, 2014.
[6] K.- Sari, Y. Z. Isnen, N.- Khusaenah, A. N. M. Haryadi, and K. F. Adira, "Sifat Fisis dan Akustik Komposit Serat Daun Lidah Mertua dengan Serbuk Gergaji sebagai Peredam Bunyi," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 16, no. 3, p. 409, 2021, doi: 10.32497/jrm.v16i3.3057.
[7] O. P. U. Gumay, F. Lestari, and M. Triyanti, "Material Dinding Kedap Suara Di Desa Kebon Kolim," *Communnity Dev. J.*, vol. 1, no. 3, pp. 292–295, 2020.
[8] U. Nisa', "Pembuatan Komposit Material Peredam Akustik Berbahan Dasar Dari Serat Sabut Kelapa, Pelepah Pisang, Lidah Mertuua dan Epoxy Resin," 2018.
[9] B. Raharjo, "Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pengganti Alternatif Papan Partikel," *Indones. J. Lab.*, vol. 2, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.22146/ijl.v2i1.54156.
[10] L. Hanif and Rozalina, "PEREKAT POLYVINYL ACETATE (PVAc)," *J. Akar*, vol. 9, no. 1, pp. 50–60, 2020, doi: 10.36985/jar.v9i1.193.
[11] R. P. dan A. M. Elvaswer, "Analisis Gelombang Akustik Pada Papan Serat Kelapa Sawit Sebagai Pengendali Kebisingan," *J. Ilmu Fis. | Univ. Andalas*, vol. 3, no. 1, pp. 16–22, 2011, doi: 10.25077/jif.3.1.16-22.2011.
[12] Badan Standardisasi Nasional, "Sni 01-4449-2006," 2006, [Online]. Available: www.bsn.go.id
[13] J. C. Malau *et al.*, "Kualitas Papan Partikel Batang Pisang Barangan Berdasarkan Variasi Kadar Perekat Phenol Formaldehida (Particle Board Quality from Barangan Banana Stem Variation Based On Phenol Formaldehyde Resin Levels)," no. November 2014, pp. 1–9, 2015.
[14] Meliana and A. Asri, "Analisis Pengaruh Ukuran Serat Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Komposit Berbahan Serat Batang Pisang Kepok," vol. 9, no. 3, pp. 221–227, 2021.
[15] A. Aminudin, J. Arya Utama, J. Setiabudi No, and K. Bandung, "Rancang bangun alat ukur koefisien penyerapan suara bahan peredam suara mobil dengan metode impedansi akustik," *Pros. Semin. Nas. Fis. 5.0*, vol. 1, no. 1, pp. 339–346, 2019.
[16] B. S. E. N. ISO, "Akustik — Peredam suara untuk digunakan pada bangunan — Peringkat penyerapan suara," 1997.
[17] I. Duru'Sarungallo and E. S. M. Aprelita, "Paper review: Analisis karateristik sifat fisis serat alam sebagai material akustik," *Fisika.Ukitoraja.ac.id*, 2019, [Online]. Available: https://fisika.ukitoraja.ac.id/wp-content/uploads/2022/04/10.pdf
[18] I. Kencanawati, P. Kusuma, I. K. G. Sugita, and I. G. N. Priambadi, "Analisis Koefisien Absorpsi Bunyi Pada Komposit Penguat Serat Alam Dengan Menggunakan Alat Uji Tabung Impedansi 2 Microphone," *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 9, no. 1, pp. 105–108, 2016.