



## Pengaruh Penambahan Serat Daun Pandan Duri Pada Komposit Sekam Padi Dengan Matriks Epoxy Terhadap Koefisien Absorpsi Bunyi

Diwa Lingga Auliadi<sup>1)</sup>, Nani Mulyaningsih<sup>2\*)</sup>, Sri Hastuti<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup> Program Studi S1 Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik, Universitas Tidar

e-mail: [nani\\_mulyaningsih@untidar.ac.id](mailto:nani_mulyaningsih@untidar.ac.id)

### ABSTRAK

Polusi bunyi merupakan masalah klasik dan berkelanjutan di Indonesia sehingga dibutuhkan solusi material yang ramah lingkungan, terjangkau, dan efektif dalam meredam bunyi. Serat daun pandan duri dan sekam padi dipilih karena ketersediaannya melimpah dan biaya rendah. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen menggunakan variasi fraksi volume serat dan sekam padi bermatriks resin epoxy. Pengujian yang dilakukan meliputi pengukuran koefisien absorpsi bunyi dengan metode direct method, uji ketangguhan impact, dan pengamatan struktur morfologi menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM). Hasil pengujian menunjukkan bahwa komposit dengan komposisi 25% serat daun pandan duri, 5% sekam padi, dan 70% resin epoxy (Spesimen I) memiliki nilai rata-rata koefisien absorpsi bunyi tertinggi sebesar 0,36, yang masuk dalam klasifikasi kelas D berdasarkan standar ISO 11654. Nilai ini menunjukkan kemampuan redaman bunyi yang baik. Selain itu, nilai ketangguhan impact spesimen terbaik rata-rata mencapai 0,064 J/mm<sup>2</sup>, menandakan performa mekanik yang cukup baik. Hasil uji SEM mengungkapkan ikatan fisik antara serat dan matriks tanpa interaksi kimia yang signifikan. Dengan demikian, komposit serat daun pandan duri dan sekam padi bermatriks resin epoxy berpotensi sebagai material alternatif peredam bunyi yang murah dan ramah lingkungan.

Kata Kunci: Komposit, Serat pandan duri, Sekam padi, Epoxy, Peredam bunyi

### ABSTRACT

Noise pollution is a classic and ongoing issue in Indonesia, necessitating environmentally friendly, affordable, and effective sound-dampening material solutions. Screw pine (pandan duri) leaf fibers and rice husks were chosen due to their abundant availability and low cost. This research was conducted experimentally using variations in the volume fraction of fiber and rice husk within an epoxy resin matrix. The tests carried out included measurement of the sound absorption coefficient using the direct method, impact toughness testing, and morphological structure observation using a Scanning Electron Microscope (SEM). The test results showed that the composite with a composition of 25% screw pine leaf fiber, 5% rice husk, and 70% epoxy resin (Specimen I) had the highest average sound absorption coefficient value of 0.36, which falls under Class D classification based on ISO 11654 standards. This value indicates good sound absorption capability. Additionally, the best specimen's average impact toughness reached 0.064 J/mm<sup>2</sup>, indicating reasonably good mechanical performance. SEM analysis revealed physical bonding between the fibers and the matrix without significant chemical interaction. Therefore, the composite of screw pine leaf fiber and rice husk with an epoxy resin matrix shows potential as a low-cost and environmentally friendly alternative sound-absorbing material.

Keywords: Composite, Duri pandan fiber, Rice husk, Epoxy, Sound absorber

### 1. Pendahuluan

Permasalahan kebisingan atau polusi suara merupakan isu lingkungan klasik yang masih menjadi tantangan di berbagai wilayah di Indonesia. Kebisingan didefinisikan sebagai suara yang tidak diinginkan dan berpotensi menimbulkan ketidaknyamanan bagi individu yang mendengarnya. Sumber kebisingan sangat beragam, mulai

dari interaksi verbal dalam ruang tertutup hingga aktivitas transportasi yang meningkat pesat, terutama penggunaan kendaraan bermotor dengan beragam tipe [1]. Sektor industri juga menyumbang tingkat kebisingan yang signifikan akibat pengoperasian alat berat dalam skala besar. Paparan kebisingan secara terus-menerus diketahui dapat

mengakibatkan gangguan pendengaran dan menghambat komunikasi verbal yang efektif [2].

Upaya untuk mengurangi tingkat kebisingan dalam suatu ruang telah banyak dilakukan, salah satunya melalui penerapan material peredam bunyi. Material akustik umumnya diaplikasikan pada permukaan dinding sekat dan plafon ruangan, dan sebagian besar berbentuk panel, resonator, atau bahan berpori [3]. Salah satu material konvensional yang digunakan secara luas adalah *glasswool*, yang memiliki nilai koefisien absorpsi sebesar 0,44 pada frekuensi 2000 Hz [4]. Meskipun efektif dalam menyerap suara, *glasswool* memiliki sejumlah kelemahan, antara lain mudah mengalami erosi dan serpihannya dapat membahayakan kesehatan jika terhirup. Di samping itu, harga material ini relatif tinggi, sehingga mendorong pencarian alternatif yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan.

Pengembangan material peredam bunyi berbasis komposit menjadi salah satu alternatif yang potensial [5]. Komposit merupakan hasil penggabungan dua atau lebih material dengan sifat mekanik yang saling melengkapi, biasanya terdiri atas penguat (*filler*) dan matriks sebagai pengikat [6]. Kombinasi material dalam komposit dapat bersumber dari bahan organik, anorganik, maupun logam, dengan kecenderungan yang semakin besar terhadap pemanfaatan serat alami. Serat alami dipilih karena memiliki keunggulan mekanis, ketersediaan yang melimpah, biaya produksi yang rendah, serta sifatnya yang ramah lingkungan dan mudah terurai secara alami [7].

Penelitian terdahulu belum banyak yang membahas tentang penambahan serat daun pandan duri pada komposit sekam padi dengan matriks epoxy maka penelitian ini diarahkan untuk bereksperimen merancang material komposit peredam bunyi berbasis serat alami, khususnya serat daun pandan duri dan sekam padi. Kedua material ini dipilih karena keberadaannya yang melimpah di lingkungan lokal dan nilai ekonomis yang terjangkau. Penelitian ini juga menitikberatkan pada variasi fraksi volume dalam pembentukan komposit untuk mengkaji performa akustiknya secara lebih komprehensif. Hasil dari eksperimen ini diharapkan dapat berkontribusi dalam penyediaan material peredam bunyi yang efektif, ekonomis, dan berkelanjutan.

## 2. Metode

### 2.1. Alat

Dalam pelaksanaan penelitian ini alat yang digunakan meliputi:

1. Sound level meter
2. Speaker
3. Timbangan digital
4. Tone generator
5. *Scanning Electron Microscope* (SEM)
6. Mesin uji impact.

### 7. Cetakan komposit

#### 2.2. Bahan

Bahan-bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi:

1. Daun pandan duri,
2. Sekam padi
3. Resin epoxy *polyamide* dan *hardener*,
4. Cairan alkalis NaOH 5%,
5. Mentega sebagai *release agent*

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, di mana pendekatan yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap objek yang diteliti serta membandingkan hasil yang diperoleh dari berbagai variasi perlakuan [8]. Proses eksperimental mencakup pembuatan komposit, pengujian redaman bunyi, uji ketangguhan impact, serta analisis morfologi menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

#### 2.3. Proses Pembuatan Komposit

Pembuatan komposit dilakukan dengan metode *hand lay-up*. Langkah pertama adalah mempersiapkan semua bahan dan peralatan yang diperlukan. Sekam padi dan daun pandan duri dibersihkan terlebih dahulu, kemudian serat daun pandan dipotong sepanjang 1 cm. Serat tersebut kemudian direndam dalam larutan NaOH 5% selama dua jam untuk meningkatkan kekuatan serat. Selanjutnya, cetakan dilumuri dengan mentega sebagai *release agent*. Campuran resin epoxy dan *hardener* diaduk, kemudian dituangkan ke dalam cetakan yang telah diisi dengan campuran serat dan sekam padi. Komposit dibuat dalam sembilan variasi fraksi volume sebagaimana tercantum dalam Tabel 1. Setelah dibiarkan hingga kering, komposit dikeluarkan dari cetakan, dibersihkan, dan dirapikan sesuai dimensi spesimen pengujian.

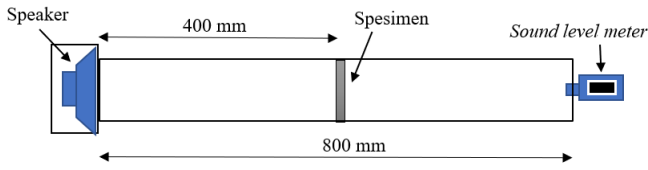
**Tabel 1.** Variasi fraksi volume komposit

No.	Matrik	Sekam padi	Serat daun pandan duri	Kode Spesimen
1.	90 %	5 %	5 %	A
2.	85 %	10 %	5 %	B
3.	80 %	15 %	5 %	C
4.	75 %	20 %	5 %	D
5.	70 %	25 %	5 %	E
6.	85 %	5 %	10 %	F
7.	80 %	5 %	15 %	G
8.	75 %	5 %	20 %	H
9.	70 %	5 %	25 %	I

#### 2.4. Pembuatan Tabung Pengujian Redaman Bunyi

Tabung pengujian redaman bunyi dibuat secara manual menggunakan pipa PVC berdiameter 76,2 mm dan panjang

800 mm. Di salah satu ujung pipa dipasang speaker sebagai sumber suara, dan di ujung lainnya dipasang *sound level meter* sebagai alat pengukur intensitas bunyi. Spesimen komposit akan diletakkan di tengah tabung sebagai media peredam. Gambar 1 menunjukkan Konstruksi tabung pengujian.



**Gambar 1.** Konstruksi tabung pengujian

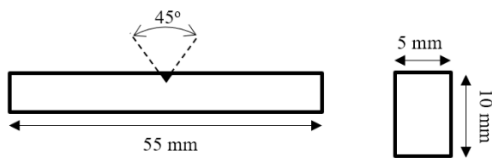
2.5. Pengujian Spesimen

2.5.1. Pengujian Redaman Bunyi

Pengujian redaman bunyi dilakukan menggunakan metode langsung (*direct method*). Spesimen komposit ditempatkan di titik tengah tabung pengujian, lalu frekuensi suara diatur berdasarkan standar ISO 11654 yaitu pada 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, dan 4000 Hz. Prosedur dimulai dengan menyalakan speaker dan *sound level meter*, lalu frekuensi diatur melalui *audio frequency generator*. Data intensitas bunyi pada setiap frekuensi dicatat. Proses ini diulang untuk setiap variasi fraksi volume spesimen [9].

2.5.2. Pengujian Ketangguhan Impact

Uji impact bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik komposit saat diberi beban kejut. Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji impact yang tersedia di Laboratorium Bahan Teknik, Departemen Teknik Mesin, Universitas Gadjah Mada. Spesimen yang digunakan mengacu pada standar ASTM E23.



**Gambar 2.** Standar ASTM E23

Perhitungan Harga Impak (HI) pada spesimen yang telah diuji dapat dihitung dengan rumus berikut

$$HI = \frac{E}{A} \text{ dengan } E = G \cdot R(\cos\beta - \cos\alpha) \dots\dots\dots (1)$$

- Dimana : HI = Harga Impact (J/mm<sup>2</sup>)
- E = Energi terserap (J)
- A = Luas penampang (mm<sup>2</sup>)
- G = Berat pendulum (N)
- R = Jarak pendulum ke pusat (m)
- cos $\alpha$  = Sudut pendulum sebelum mengenai spesimen (°)
- cos $\beta$  = Sudut pendulum setelah mengenai

spesimen (°)

2.5.3. Uji Scanning Electron Microscope (SEM)

Analisis SEM dilakukan pada spesimen yang memiliki nilai redaman bunyi terbaik. Langkah-langkahnya meliputi pengambilan spesimen dari hasil uji impact, penempatan pada *specimen holder*, memasukkan holder ke dalam alat SEM, memvakum ruang spesimen, dan mengamati hasil gambar morfologi melalui komputer [10].

3. Hasil dan Pembahasan

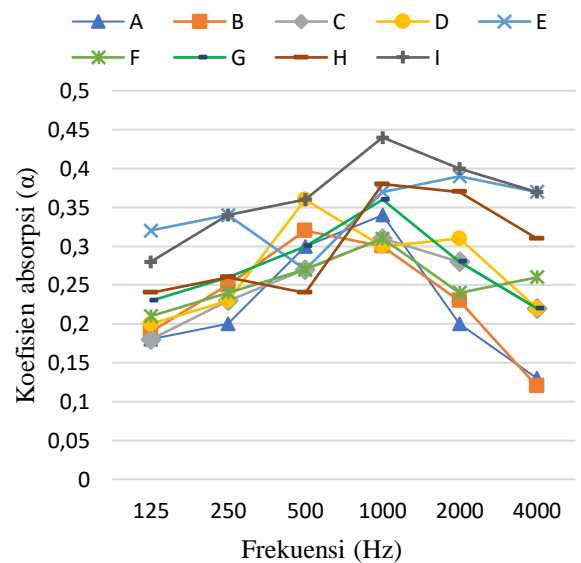
3.1 Pengujian Kemampuan Redaman Bunyi

Pengujian koefisien absorpsi suara ini menggunakan 5 Spesimen komposit dengan variasi serat daun pandan duri dan 5 Spesimen komposit dengan variasi sekam padi. Pengujian absorpsi suara komposit mengacu pada standar ISO 11654 pada frekuensi 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz. Pengambilan data nilai koefisien absorpsi suara dilakukan dengan cara mengukur intensitas bunyi awal ( $I_0$ ) dan intensitas bunyi setelah ada Spesimen ( $I_1$ ). Nilai koefisien absorpsi suara ( $\alpha$ ) dihitung menggunakan persamaan berikut

$$\alpha = \frac{I_0 - I_1}{I_0} \dots\dots\dots (2)$$

- Dengan :  $\alpha$  = koefisien absorpsi bunyi
- $I_0$  = intensitas bunyi tanpa material peredam (dB)
- $I_1$  = intensitas bunyi setelah dipasang material peredam (dB)

Berikut ditunjukkan grafik hubungan koefisien absorpsi bunyi terhadap fungsi fekuensi pada variasi komposisi sekam padi dan serat daun pandan duri dengan metode *direct method*.



**Gambar 3** Hasil koefisien absorpsi dengan variasi sekam padi

Gambar 3. menunjukkan hasil koefisien absopsi spesimen A sampai spesimen I memiliki pola grafik yang hampir sama. Koefisien absopsi 0,44 merupakan nilai puncak yang diperoleh dari pengujian tersebut yang terdapat pada spesimen I di frekuensi 1000 Hz, sedangkan nilai terendahnya 0,12 terdapat pada spesimen B di frekuensi 4000 Hz. Spesimen I memiliki nilai koefisien penyerapan bunyi tertinggi dibandingkan spesimen lain hampir pada semua frekuensi pengujian karena mempunyai kandungan serat yang lebih dominan dibandingkan spesimen lainnya.

Berikut disajikan data hasil nilai rata-rata koefisien absopsi bunyi dari keseluruhan pengujian spesimen yang telah dilakukan menggunakan metode *direct method*.

**Tabel 2.** Nilai rata-rata koefisien absopsi seluruh spesimen

Spesimen	Variasi fraksi volume		Koefisien absopsi ( $\alpha$ )
	Sekam padi	Serat daun pandan duri	
A	5 %	5 %	0,22
B	10 %	5 %	0,23
C	15 %	5 %	0,25
D	20 %	5 %	0,28
E	25 %	5 %	0,34
F	5 %	10 %	0,26
G	5 %	15 %	0,28
H	5 %	20 %	0,31
I	5 %	25 %	0,36
Rata-rata			0,27

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai rata-rata dari setiap jenis spesimen yang digunakan dalam pengujian redaman bunyi ini memiliki nilai koefisien absopsi bunyi ( $\alpha$ ) berada diatas nilai minimum koefisien absopsi bunyi ( $\alpha$ ) sebagai material peredam bunyi sesuai dengan standar ISO 11654 yaitu dengan nilai minimal  $\alpha = 0,15$ . Berdasarkan tabel tersebut spesimen I memiliki nilai rata-rata koefisien absopsi bunyi tetinggi yaitu dengan nilai  $\alpha = 0,36$ , jika dikasifikasikan dalam kelas koefisien absopsi bunyi maka spesimen I masuk dalam material peredam bunyi kelas D (ISO 11654). Sedangkan spesimen yang memiliki nilai rata-rata koefisien absopsi bunyi terendah terdapat pada spesimen A dengan nilai rata-rata koefisien absopsi bunyi  $\alpha = 0,22$  yang termasuk dalam kalsifikasi material peredam bunyi kelas E (ISO 11654).

Pada spesimen yang dominan sekam padi cenderung lebih kaku dan memiliki bentuk yang lebih besar sehingga sulit untuk dibentuk, sedangkan spesimen dengan dominan

serat daun pandan duri memiliki bentuk yang tipis dan halus sehingga dalam proses pembuatannya lebih mudah dibentuk. Hal ini sesuai dengan data yang ditampilkan pada Tabel 2 dimana semakin banyak komposisi serat daun pandan duri maka nilai koefisien absopsi bunyinya semakin tinggi.

3.2 Pengujian Ketangguhan Impact

Pengujian ketangguhan *impact* ini menggunakan dua spesimen komposit dengan nilai koefisien absopsi terbaik dari hasil pengujian yang diperoleh dari Tabel 2. Pada Tabel 2 menunjukan spesimen terbaik yaitu pada spesimen E dan spesimen I. Pengujian harga *impact* menggunakan mesin uji *impact* yang berada di Laboratorium Bahan Teknik, Departemen Teknik Mesin, Universitas Gadjah Mada. Data hasil pengujian *impact* disajikan pada Tabel 3 berikut

**Tabel 3.** Hasil pengujian ketangguhan *impact*

Variasi spesimen	Pengujian ke	A (mm <sup>2</sup> )	Sudut $\alpha$ (°)	Sudut $\beta$ (°)
(Spesimen E)	1	52,3	30	29
70% Matriks, 25% Sekam dan 5% Serat Daun Pandan Duri	2	52,6	30	29,2
	3	51,7	30	28,7
	<b>Rata-rata</b>			
(Spesimen I)	1	64,6	30	28,1
70% Matriks, 5% Sekam dan 25% Serat Daun Pandan Duri	2	69,1	30	27,5
	3	59,0	30	27
	<b>Rata-rata</b>			

Hasil pengujian ketangguhan *impact* yang diperoleh dari Tabel 3 diatas kemudian dihitung menggunakan rumus (1) guna memperoleh harga *impact* spesimen. Hasil perhitungan harga *impact* spesimen E dan spesimen I ditunjukkan pada Tabel 4 berikut

**Tabel 4.** Hasil harga *impact*

Variasi Spesimen	Pengujian ke-	$\alpha$ (°)	$\beta$ (°)	E (J)	HI (J/mm <sup>2</sup> )
(Spesimen E)	1.	30	29	1,4	0,026
	2.	30	29,2	1	0,02
	3.	30	28,7	1,7	0,033
<b>Rata-rata</b>					0,0263
(Spesimen I)	1.	30	28,1	2,6	0,4
	2.	30	27,5	3,4	0,49
	3.	30	27	4	0,68

Daun Pandan Duri	Rata-rata	0,5233
------------------	-----------	--------

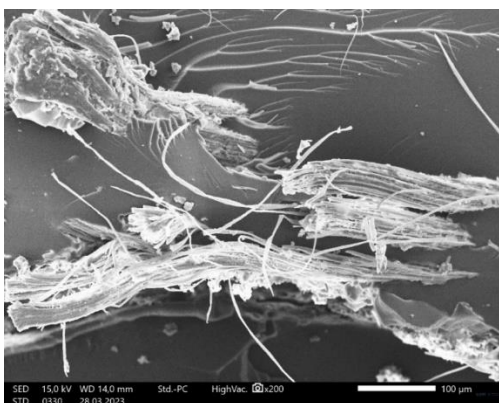
Tabel 4 diatas menunjukkan perbedaan signifikan antara spesimen E dan spesimen I, hal ini menunjukkan bahwa kandungan serat daun pandan duri yang lebih tinggi pada spesimen I memberikan pengaruh yang besar terhadap peningkatan ketangguhan impak komposit. Hal ini dapat disebabkan karena serat alami seperti serat pandan duri memiliki sifat mekanik yang lebih baik dalam menyerap energi benturan dibandingkan sekam padi yang lebih rapuh dan cenderung getas.

Morfologi serat daun pandan duri yang lebih panjang dan lentur juga berpotensi meningkatkan perambatan retak, defleksi serat, dan penyerapan energi selama proses impak, sehingga mampu menahan energi lebih besar sebelum terjadi patahan. Sebaliknya, spesimen E dengan dominasi sekam padi cenderung menunjukkan ketangguhan impak yang rendah karena karakteristik sekam padi yang lebih keras dan mudah retak sehingga tidak mampu menyerap energi dengan efisien saat terjadi tumbukan [11].

Hasil pengujian *impact* ini menunjukkan korelasi positif antara ketangguhan *impact* dengan koefisien absorpsi bunyi, terutama pada komposit yang mengandung serat daun pandan duri dalam jumlah banyak. Dominasi serat daun pandan duri menjadi kunci dalam meningkatkan performa mekanik dan akustik secara simultan pada komposit ini.

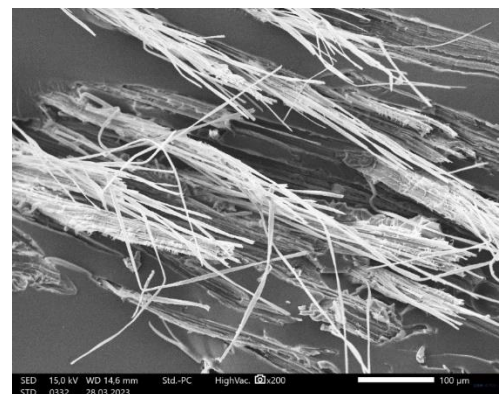
### 3.3 Pengujian *Scanning Electron Microscope (SEM)*

Pengujian *Scanning Electron Microscope* akan memperlihatkan morfologi dari komposit dengan nilai redaman adsorpsi terbaik yaitu spesimen I. Spesimen I memiliki variasi fraksi volume 70% matriks, 5% sekam padi dan 25% serat daun pandan duri. Untuk mengetahui morfologi komposit digunakan mesin Uji *Scanning Electron*. Hasil pengujian SEM ditunjukkan gambar dibawah ini (Gambar 4).



**Gambar 4.** Hasil pengujian SEM komposit spesimen E.

Gambar 4 diatas merupakan gambar hasil pengujian SEM untuk komposit 70% matriks, 25% sekam padi dan 5% serat daun pandan duri pada perbesaran 200x dengan skala 100 micron. Dapat diamati bahwa jarak antar serat lebih berjauhan dibandingkan Gambar 5, jumlah serat juga terlihat lebih sedikit, sehingga lebih sedikit pula celah antara serat dengan matriks. Hal ini yang menyebabkan nilai koefisien absorpsi dari material komposit spesimen E berada dibawah nilai koefisien absorpsi komposit spesimen I. Gambar tersebut juga menunjukkan distribusi serat yang lebih renggang dan lebih sedikit menghasilkan area ikatan yang lebih terbatas, sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya patahan getas di area matriks, serta patahan tarik di sekitar serat [12] [13]



**Gambar 5.** Hasil pengujian SEM komposit spesimen I.

Sementara itu, hasil pengujian SEM pada komposisi komposit 70% matriks, 5% sekam padi dan 25% serat daun pandan duri untuk perbesaran 200x pada skala 100 micron ditunjukkan seperti Gambar 5. Gambar tersebut dapat diketahui bahwa matriks dan serat tidak bertautan secara kimia, tetapi hanya saling berkaitan satu sama lain. Pada Gambar 5 (spesimen I), terlihat adanya celah-celah antara serat pandan duri dan matriks epoxy, hal ini mengindikasikan patahan intergranular, di mana kegagalan terjadi antara serat dan matriks akibat ikatan yang lemah. Struktur ini juga menunjukkan kemungkinan terjadinya delaminasi, yaitu terpisahnya lapisan komposit akibat tegangan yang melebihi kekuatan ikatan antarmuka. Berdasarkan penelitian (Haezar, 2016), peredaman bunyi terjadi akibat dari penghamburan energi akustik menjadi energi panas. Ketika bunyi memasuki bahan berpori, molekul udara akan berosilasi diantara celah-celah bahan tersebut sehingga terjadilah mekanisme penghamburan bunyi. Osilasi inilah yang menyebabkan berubahnya arah dari gelombang bunyi tersebut serta menyebarkan gelombang bunyi ke semua arah sehingga gelombang bunyi kehilangan momentum untuk memantul kembali ke arah datangnya bunyi. Berdasarkan mekanisme tersebut dapat disimpulkan bahwa celah pada suatu material sangat

berperan penting dalam proses peredaman bunyi suatu material [14] [15].

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kombinasi serat daun pandan duri, sekam padi, dan resin epoxy berpengaruh signifikan terhadap nilai koefisien absorpsi bunyi pada material komposit yang dihasilkan. Proses ekstraksi serat pandan duri dilakukan secara manual melalui penyisiran dan dilanjutkan dengan perendaman dalam larutan alkali NaOH 5% selama dua jam, yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan mekanik serat. Seluruh bahan kemudian dicetak menggunakan metode *hand lay-up* untuk membentuk panel komposit peredam bunyi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa spesimen A, dengan komposisi fraksi volume sekam padi 5%, serat pandan duri 5%, dan resin epoxy 90%, memiliki nilai rata-rata koefisien absorpsi bunyi terendah ( $\alpha = 0,22$ ). Sebaliknya, spesimen I, yang mengandung sekam padi 5%, serat pandan duri 25%, dan resin epoxy 70%, mencatat nilai rata-rata koefisien absorpsi tertinggi sebesar  $\alpha = 0,36$ . Seluruh spesimen dalam penelitian ini menunjukkan nilai koefisien di atas ambang minimum standar ISO 11654 ( $\alpha = 0,15$ ), yang mengindikasikan kelayakan komposit ini sebagai material peredam bunyi [16].

Secara lebih spesifik, nilai koefisien absorpsi bunyi terendah ditemukan pada spesimen B ( $\alpha = 0,12$ ) pada frekuensi 4000 Hz, sementara nilai tertinggi dicapai oleh spesimen I ( $\alpha = 0,44$ ) pada frekuensi 1000 Hz. Jumlah serat pandan duri dalam komposit terbukti menjadi faktor kunci dalam peningkatan performa akustik. Hal ini dapat dilihat dari perbandingan spesimen dengan kandungan serat pandan duri lebih tinggi menunjukkan performa redaman bunyi yang lebih baik dibandingkan dengan spesimen dengan kandungan sekam padi, meskipun keduanya memiliki komposisi resin yang sama. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa peningkatan fraksi volume serat pandan duri dalam struktur komposit mampu meningkatkan efektivitas redaman bunyi, baik secara rata-rata maupun pada puncak frekuensi tertentu, menjadikan material ini potensial untuk dikembangkan sebagai alternatif material peredam suara berbasis limbah organik yang ramah lingkungan.

#### Daftar Pustaka

- [1] Y. M. Kartikaratri, A. Subagio, and H. Widyandari, "Pembuatan komposit serat serabut kelapa dan resin fenol formadehide sebagai material peredam akustik," *Berk. Fis.*, vol. 15, no. 3, pp. 87–90, 2012.
- [2] A. Aminudin and J. A. Utama, "Rancang bangun alat ukur koefisien penyerapan suara bahan peredam suara mobil dengan metode impedansi akustik," in *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, 2019, pp. 339–346.

- [3] T. Suhaemi and S. H. J. Tongkukut, "Koefisien serap bunyi papan partikel dari bahan serbuk kayu kelapa," *J. MIPA*, vol. 2, no. 1, pp. 56–59, 2013.
- [4] J. D. O. Situmeang, "Pengaruh Fraksi Volume Serat Partikel Terhadap Penyerapan Suara Pada Aplikasi Peredam Suara Komposit Serat Bambu Dengan Metode Compression Molding," 2021, Institut Teknologi Kalimantan.
- [5] H. E. H. A. P. Anggoro, "Analisa Sifat Akustik Dan Morfologi Material Komposit Polypropylene Berpenguat Serat Bambu Dan Rami," 2016, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [6] F. B. K. Kurniawan, "Komposit Serat Bambu Dengan Variasi Orientasi Susunan Serat Sebagai Material Alternatif Peredam Suara," *Jur. Tek. Mesin. Fak. Sains Dan Teknol. Univ. Sanata Dharma Yogyakarta*, 2018.
- [7] Elfaleh, I., Abbassi, F., Habibi, M., Ahmad, F., Guedri, M., Nasri, M. and Garnier, C. A comprehensive review of natural fibers and their composites: An eco-friendly alternative to conventional materials. *Results in Engineering*, Vol. 19, pp.101271. 2023.
- [8] S. Sugiyono, "Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta," Procrastination Task Avoid. Theory, Res. Treat. New York Plenum Press. Yudistira P, Chandra, 2017.
- [9] Ghozali, Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS. 21 Update *PLS Regresi*. Semarang: Badan Penerbit Universitas. Diponegoro, 2013.
- [10] Zhu, Yanjun, Zhiguo Cao, Hao Lu, Yanan Li, and Yang Xiao. "In-field automatic observation of wheat heading stage using computer vision." *Biosystems Engineering Vol 143*. pp. 28-41. 2016.
- [11] H. Dwi, L. R. Pinandita, and P. N. Mubarak, The Mechanical Properties of the Sea Pandan Leaves (Pandanus Tectorius) Fiber-Reinforced Epoxy Composite Were Assessed Using Bending Tests. In 2023 Annual Technology, Applied Science and Engineering Conference (ATASEC 2023) (pp. 185-194). Atlantis Press, 2024.
- [12] A. Hariyanto, "Analisis SEM (Scanning Electron Microscope) Dan Foto Mikro Pada Material Komposit Serat Tangkai Jagung Dengan Matriks Plastik Polipropilen," *AutoMech J. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 01, 2023.
- [13] Irawan, Ryan Ardhitya, et al. "Pengaruh Volume Serat Aren terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Komposit Bermatrik Resin Polyester." *AutoMech: Jurnal Teknik Mesin Vol 4.No. 01*. pp 15-20. (2024).

- [14] B. I. P. Pradana, Pengaruh Fraksi Berat Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Komposit Bahan Akustik Polypropylene/Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit pada Aplikasi Door Panel Mobil (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember), 2017.
- [15] Kalauni, Kishor, and S. J. Pawar. "A review on the taxonomy, factors associated with sound absorption and theoretical modeling of porous sound absorbing materials." *Journal of Porous Materials* Vol 26. No 6 pp. 1795-1819. 2019.
- [16] K. Khotimah and H. Soeprianto, "SIFAT penyerapan bunyi pada komposit serat batang pisang (SBP) "POLYESTER," *J. Penelit. Pendidik. IPA*, vol. 1, no. 1, 2015.