



Optimasi Papan Akustik Berbahan Pelepah Pisang, Eceng Gondok, dan Sekam Padi sebagai Peredam Kebisingan

Rahayu¹, Zulfian², dan Mega Nurhanisa^{3*}

^{1,3}Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura

²Program Studi Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura

Email: meganurhanisa@physics.untan.ac.id

*Corresponding Author

Abstrak

Kebisingan menjadi suatu masalah yang sering timbul di lingkungan masyarakat. Beberapa penelitian sebelumnya menemukan potensi material alam yang ramah lingkungan mampu menyerap bunyi. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sifat fisis dan mekanis papan akustik berdasarkan komposisi campuran material pelepah pisang, eceng gondok, dan sekam padi serta menganalisis pengaruh campuran komposisi material pelepah pisang, eceng gondok, dan sekam padi. Papan akustik dibuat kemudian diuji sifat fisis, sifat mekanis, dan nilai koefisien penyerapan bunyi (α) menggunakan metode tabung impedansi satu mikrofon. Pembuatan papan akustik dengan perbandingan material dan perekat 70%:30%, dan perbandingan variasi komposisi material pelepah pisang, eceng gondok, dan sekam padi untuk sampel A (60% : 10% : 0), sampel B (20% : 0 : 50%), sampel C (0 : 10% : 60%), dan sampel D (20% : 10% : 40%). Hasil penelitian sifat fisis dan mekanis memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-4449-2006 yaitu nilai densitas pada semua sampel, kadar air pada sampel B, C, dan D, serta keteguhan rekat internal pada sampel B dan C. Hasil pengujian nilai koefisien penyerapan bunyi papan akustik dikategorikan mampu meredam kebisingan dengan memenuhi standar *International Organization for Standardization* (ISO) 11654 yaitu lebih besar dari 0,15. Nilai koefisien penyerapan bunyi tertinggi diperoleh sampel D pada ketebalan 1 cm dengan nilai koefisien penyerapan bunyi sebesar 0,287.

Kata kunci: kebisingan; koefisien penyerapan bunyi; papan akustik; sifat fisis-mekanis.

Abstract

Noise is a problem that often arises in the community. Several previous studies have found the potential of environmentally friendly natural materials to absorb sound. The purpose of this study was to determine the physical and mechanical properties of acoustic boards based on the composition of a mixture of banana leaf, water hyacinth, and rice husk materials and to analyze the effect of the mixture of banana leaf, water hyacinth, and rice husk material composition. The acoustic board was then tested for physical properties, mechanical

properties, and sound absorption coefficient (α) using the one-microphone impedance tube method. Making acoustic boards with a material and adhesive ratio of 70%:30%, and a comparison of variations in the composition of banana stem, water hyacinth, and rice husk materials for sample A (60%: 10%: 0%), sample B (20%: 0%: 50%), sample C (0%: 10%: 60%), and sample D (20%: 10%: 40%). The results of the research on physical and mechanical properties meet the Indonesian National Standard (SNI) 01-4449-2006, namely the density value in all samples, moisture content in samples B, C, and D, and internal adhesive firmness in samples B and C. The test results of the sound absorption coefficient value of the acoustic board are categorized as being able to reduce noise by meeting the International Organization for Standardization (ISO) 11654 standard, which is greater than 0.15. The highest sound absorption coefficient value is obtained by sample D at a thickness of 1 cm with a sound absorption coefficient value of 0.287.

Keywords: *acoustic boards; noise; physical-mechanical properties; sound absorption coefficient.*

1. PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan yang sering muncul di lingkungan masyarakat adalah kebisingan [1]. Kebisingan dapat menyebabkan terjadinya gangguan kesehatan berkala, seperti susah tidur, gangguan pada saraf, dan bahkan gangguan psikologi yang mengakibatkan emosi tidak bisa dikontrol sehingga menciptakan keadaan tidak kondusif dan tidak tenang terhadap aktivitas sehari-hari [2]. Oleh karena itu, diperlukan suatu bahan yang mampu meredam polusi suara dengan bahan yang mudah diperoleh dan harga yang ekonomis [1].

Beberapa material akustik yang ramah lingkungan yaitu pelepah pisang, eceng gondok, dan sekam padi. Karakteristik dasar bahan akustik pada serat pelepah pisang, yaitu bahan berpori dengan jaringan seluler yang saling berhubungan [3]. Eceng gondok merupakan tanaman gulma yang memiliki batang berpori dan berserat. Namun, eceng gondok berpotensi sebagai bahan baku dan bahan penguat komposit berbasis serat alam [4]. Selain pelepah pisang dan eceng gondok, sekam padi juga merupakan salah satu material yang bisa dimanfaatkan. Sekam padi mudah ditemukan, jumlahnya melimpah, dan bulirnya bisa digunakan sebagai bahan penyerap bunyi [5].

Nurjannah (2016) [6] melakukan penelitian menggunakan pelepah pisang, eceng gondok, dan rak telur untuk mengetahui nilai tertinggi koefisien penyerapan dinding dari komposisi bahan dan perekat terbaik dengan frekuensi 2.000 Hz. Komposisi pada bahan pelepah pisang dan perekat dengan perbandingan yaitu 50% : 50% diperoleh nilai koefisien penyerapan bunyi sebesar 0,153. Sementara itu, komposisi bahan eceng gondok dan perekat dengan perbandingan yaitu 50% : 50% sebesar 0,103. Dari kedua bahan tersebut, pelepah pisang memenuhi standar ISO 11654 yaitu lebih besar dari 0,15. Defrizal dan Elvaswer (2021) [5] melakukan penelitian karakteristik koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik dari panel sekam padi menggunakan tabung impedansi dengan variasi densitas. Nilai koefisien absorpsi bunyi diperoleh sebesar 0,63 hingga 0,86. Nilai koefisien penyerapan

bunyi dari panel sekam padi menunjukkan bahwa material akustik tersebut mampu meredam kebisingan.

Penelitian sebelumnya tentang pengaruh ketebalan dan ukuran partikel juga telah dilakukan. Variasi ketebalan yang digunakan yaitu 0,5 cm, 1,0 cm, dan 1,5 cm dan variasi ukuran partikel yaitu dengan ayakan 5 mesh, 7 mesh, 10 mesh, 12 mesh, dan 15 mesh. Nilai koefisien penyerapan bunyi dengan ketebalan dan ukuran partikel tertinggi terdapat pada ketebalan 0,5 cm sebesar 0,784 dengan ukuran 5 mesh, dan 1,0 cm sebesar 0,351 dengan ukuran 10 mesh. Ketebalan dan ukuran partikel mempengaruhi nilai koefisien penyerapan bunyi [7]. Hasil penelitian Hardiyanti (2018) [8] dengan variasi ketebalan yaitu 0,7 cm, 1 cm, 1,2 cm, dan 1,5 cm pada frekuensi terbaik yaitu 2.000 Hz. Nilai koefisien penyerapan bunyi terbaik dengan nilai sebesar 0,22 pada ketebalan 0,7 cm.

Pelepah pisang, eceng gondok, dan sekam padi merupakan material akustik ramah lingkungan yang diklasifikasikan sebagai bahan yang mampu mereduksi polusi suara. Pada penelitian sebelumnya belum dikaji secara spesifik mengenai optimasi pengaruh komposisi campuran material pelepah pisang, eceng gondok, dan sekam padi sebagai peredam kebisingan. Penelitian ini juga dilakukan untuk melihat kualitas papan akustik melalui sifat fisis dan mekanis papan dalam meredam kebisingan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan untuk membuat tabung impedansi pada penelitian ini yaitu pipa PVC ukuran 3,4 inci (8,636 cm), *speaker*, audio generator, dan *sound level meter* (SLM). Alat yang digunakan dalam pembuatan papan akustik yaitu, timbangan digital, timbangan analitik, *grinder*, wadah, gelas ukur, gunting, ayakan 10 mesh, oven, cetakan 30 cm × 30 cm, lempeng aluminium 2 buah, *hot press*, desikator, jangka sorong, *stopwatch* dan penggaris. Bahan yang digunakan untuk pembuatan papan akustik yaitu pelepah pisang, eceng gondok, sekam padi, dan tepung tapioka sebagai perekat (matriks).

2.2 Prosedur Kerja

2.2.1 Pembuatan alat tabung impedansi

Tabung impedansi dibuat menggunakan pipa PVC yang memiliki diameter sebesar 3,4 inci. Tabung impedansi ini dibuat dengan panjang pipa adalah 60 cm yang terdiri dari dua bagian yang memiliki panjang masing-masing 30 cm. Kedua bagian ini dihubungkan dengan penghubung pipa berukuran diameter sebesar 3,4 inci dan pada bagian ini dibuat menjadi tempat peletakkan spesimen papan akustik.

Salah satu ujung tabung impedansi (Gambar 1) diberi *speaker* sebagai sumber suara. *Speaker* ini melekat pada ujung tersebut dan diberi kabel penghubung. Kabel penghubung digunakan sebagai penghubung antara *speaker* dengan audio generator. Pada bagian ujung ini ditutup rapat agar sumber suara tidak keluar. Ujung tabung impedansi yang lain diberi penutup juga yang berdiameter 3,4 inci. Tutup pada ujung ini dilubangi pada bagian tengah sebesar diameter mikrofon pada alat SLM. Tabung impedansi ini diberi dudukan sebanyak

dua buah, kedua dudukan ini bertujuan untuk memudahkan peletakkan tabung impedansi dan mencegah agar tabung tidak menggelinding. Tinggi dudukan ini dibuat setinggi 12 cm.



Gambar 1 Alat tabung impedansi

2.2.2 Pembuatan papan akustik

Pembuatan papan akustik dengan mengumpulkan material pelepah pisang, eceng gondok, dan sekam padi. Bahan tersebut kemudian dibersihkan menggunakan air. Material pelepah pisang dan eceng gondok dijemur selama 7 hari, sedangkan sekam padi dijemur selama 3 hari. Pelepah pisang dan eceng gondok dipotong dengan ukuran 1 cm dan dikeringkan dengan oven dengan massa 100 g pada suhu 100°C, kemudian untuk sekam padi dikeringkan dengan oven selama 2 jam pada suhu 100°C. Material pelepah pisang, eceng gondok, dan sekam padi dihaluskan dan diayak dengan ukuran 10 mesh.

Perekat yang digunakan ~~pada penelitian ini~~ adalah tepung tapioka (tepung kanji). Proses pembuatan perekat papan akustik dengan perbandingan komposisi perekat dan air yang dibuat untuk matriks material akustik adalah 1 (500 g) : 3 (1500 ml). Tepung tapioka dan air kemudian dicampurkan secara homogen dalam wajan sambil diaduk di atas kompor dengan api sedang. Campuran tersebut diaduk secara terus-menerus hingga mendidih, kemudian berubah warna bening sedikit keabu-abuan, dan bertekstur kenyal. Campuran tepung tapioka dan air diangkat kemudian didiamkan sampai campuran tersebut dingin sehingga menjadi perekat.

Pembuatan papan akustik dengan menimbang material dan perekat dengan target densitas sebesar 0,7 g/cm³. Ukuran cetakan yang digunakan yaitu 30 cm × 30 cm × 1 cm, sehingga massa total bahan yaitu 630 g. Perbandingan komposisi material dan perekat yang dibuat untuk papan akustik adalah komposisi 70% (441 g) : 30% (189 g) yang dicampurkan secara homogen. Material penyusun papan akustik terbuat dari campuran pelepah pisang, eceng gondok, dan sekam padi. Ketiga komposisi material ini dibuat bervariasi.

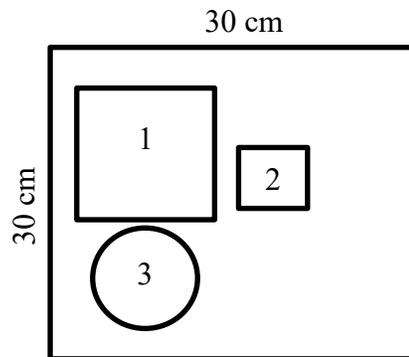
Sampel papan akustik dibuat sebanyak 4 sampel. Komposisi perbandingan masing-masing sampel dapat dilihat pada Tabel 1. Sampel ini meliputi sampel A yaitu pelepah pisang bermassa 378 g dan eceng gondok bermassa 63 g. Sampel B merupakan pelepah pisang bermassa 126 g, dan sekam padi bermassa 315 g. Sampel C yaitu eceng gondok bermassa 63 g dan sekam padi bermassa 378 g. Sampel D memiliki komposisi material yang terdiri dari pelepah pisang bermassa 126 g, eceng gondok bermassa 63 g, dan sekam padi 252 g. Material dan perekat dihomogenkan menggunakan wadah besar dan dimasukkan ke dalam cetakan. Kemudian material dipadatkan dengan cara sisi kiri dan kanan cetakan diletakkan batang besi persegi berukuran 1 cm. Campuran bahan kemudian dikempa dengan menggunakan *hot press* pada suhu 140°C dan tekanan kempa 25 kg/cm² dengan durasi waktu 15 menit. Papan akustik kemudian didiamkan lalu dilepas dari cetakan dan dilakukan pengondisian selama 7 hari.

Tabel 1 Perbandingan komposisi Papan Akustik 70% : 30%

Kode sampel	Perbandingan komposisi sampel (%)			
	Pelepah pisang	Eceng gondok	Sekam padi	Perekat
A	60	10	-	30
B	20	-	50	30
C	-	10	60	30
D	20	10	40	30

2.2.3 Pemotongan papan akustik

Papan akustik yang telah dicetak didiamkan atau dikondisikan selama 7 hari. Dari keempat sampel papan akustik yang telah dicetak tersebut, masing-masing sampel dipotong untuk keperluan pengujian sifat fisis, mekanis, dan nilai koefisien penyerapan bunyi. Ukuran masing-masing untuk keperluan pengujian tersebut disajikan oleh ilustrasi pada Gambar 2. masing-masing sampel pengujian berasal dari satu cetakan sampel yang sama, sehingga diasumsikan memiliki karakteristik yang sama.



Gambar 2 Ilustrasi bentuk pemotongan sampel uji

Keterangan:

1 = sampel uji kerapatan dan kadar air (10 cm × 10 cm)

2 = sampel uji keteguhan rekat internal (5 cm × 5 cm)

3 = sampel uji nilai koefisien penyerapan bunyi (diameter 3,4 inci atau 8,636 cm)

2.2.4 Pengujian papan akustik

Papan akustik yang telah dibuat kemudian diuji sifat fisis dan daya serapnya terhadap bunyi. Setelah mengetahui daya serap terhadap bunyi selanjutnya ditentukan koefisien serap bunyi.

a. Sifat fisis dan mekanis

Sifat fisis yang diuji meliputi parameter densitas dan kadar air. Parameter mekanis yang diuji adalah keteguhan rekat internal (*internal bonding*). Nilai densitas menunjukkan banyaknya massa zat persatuan volume sampel uji berukuran 10 cm × 10 cm dalam keadaan kering udara dan kemudian diukur panjang, lebar, dan tebalnya untuk menentukan volume sampel uji (panjang, lebar, tebal) [9]. Densitas dihitung menggunakan persamaan 1.

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

Uji kadar air sampel uji berukuran 10 cm × 10 cm ditimbang massa awalnya. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 103±2°C dengan durasi waktu selama 24 jam. Sampel uji dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit, kemudian ditimbang [10]. Kadar air papan akustik dapat dihitung berdasarkan persamaan 2.

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{BA-BK}{BK} \times 100 \quad (2)$$

dengan BA merupakan berat awal sampel uji (g) dan BK menyatakan berat kering sampai konstan (g).

Pengujian keteguhan rekat internal (*internal bonding*) dengan pemotongan sampel uji yaitu 5 cm × 5 cm, kemudian diukur panjang dan lebarnya untuk menentukan luas permukaan. Setelah itu, dua buah balok baja berukuran 5 cm × 5 cm diletakkan menjadi satu untuk sampel uji menggunakan lem lilin dan dibiarkan kering. Sampel uji diletakkan pada mesin uji dan balok baja ditarik tegak lurus permukaan sampel uji hingga ditentukan nilai beban maksimum. Keteguhan rekat internal dapat dihitung berdasarkan persamaan 3.

$$IB = \frac{P}{A} \quad (3)$$

dengan *IB* merupakan rekat internal (kgf/cm²), *P* adalah beban maksimal (kgf) dan *A* merupakan luas penampang (cm²).

b. Pengujian nilai koefisien penyerapan bunyi

Pengujian nilai koefisien penyerapan bunyi dengan menggunakan tabung impedansi standardisasi *American Society for Testing and Materials* (ASTM) E1050-98 satu mikrofon. Sampel uji berukuran diameter 3,4 inci dengan variasi ketebalan spesimen uji yaitu 1 cm, 2 cm, dan 3 cm. Pengambilan data intensitas bunyi sebelum melewati spesimen (*I*₀) dengan frekuensi 2.000 Hz, diukur suara yang datang dengan menggunakan alat SLM. Kemudian pengambilan data intensitas bunyi setelah melewati spesimen (*I*) ke tabung impedansi dengan menggunakan frekuensi 2.000 Hz. Hubungan intensitas bunyi dan nilai koefisien penyerapan bunyi ditulis dalam persamaan 4 [11].

$$I = I_0 e^{-\alpha x} \quad (4)$$

Sehingga untuk menentukan koefisien penyerapan bunyi menggunakan persamaan nilai koefisien penyerapan bunyi dihitung dengan rumus persamaan 5 sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{\ln I_0 - \ln I}{x} \quad (5)$$

dengan α merupakan koefisien penyerapan bunyi, *I*₀ adalah intensitas bunyi sebelum melewati material penyerapan (dB), *I* merupakan intensitas bunyi setelah melewati material penyerapan (dB), dan *x* menyatakan ketebalan material penyerapan (cm).

2.3 Analisis Data

Penelitian ini dilakukan dengan pengujian sifat fisis dan mekanis papan akustik dan pengujian peredam kebisingan dengan mengetahui nilai koefisien penyerapan bunyinya. Data yang diperoleh akan dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-4449-2006 untuk sifat fisis-mekanis dan *International Organization for Standardization* -ISO 11654 untuk pengklasifikasian koefisien penyerapan bunyi. Analisis data penelitian dilakukan 4 perlakuan dengan jumlah 3 kali pengulangan. Tabel 2 merupakan standar sifat fisis dan mekanis papan akustik, dan Tabel 3 merupakan standar pengujian peredam kebisingan pada papan akustik.

Tabel 2 SNI 01-4449-2006

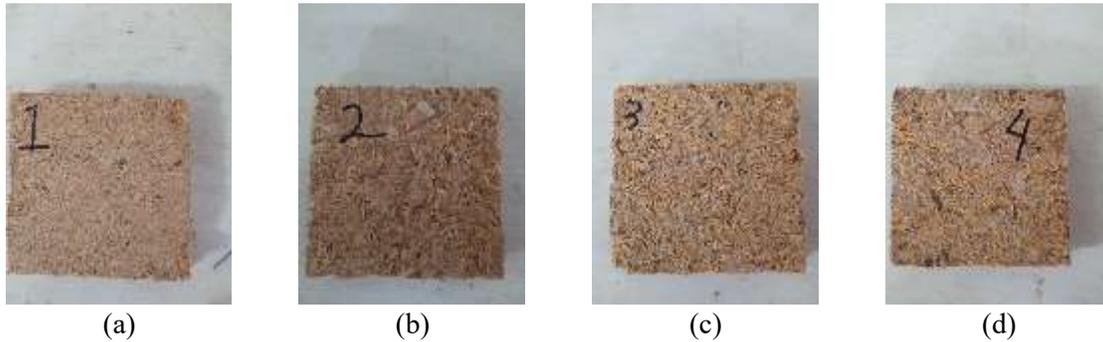
Sifat Fisis Mekanis	SNI 01-4449-2006
Kerapatan (g/cm^3)	0,4-0,84
Kadar air (%)	≤ 13
Keteguhan rekat internal (kgf/cm^2)	$\geq 0,5$

Tabel 3 Koefisien penyerapan bunyi ISO 11654

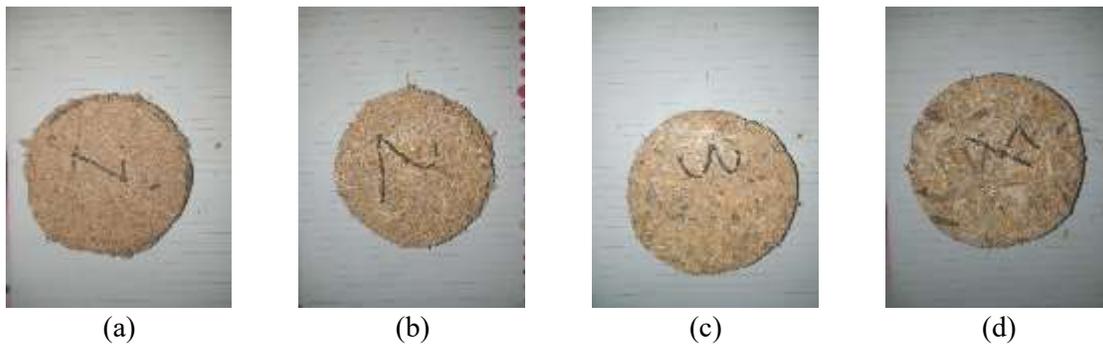
Klasifikasi penyerapan bunyi	Koefisien penyerapan bunyi (α)
A	0,90 - 1
B	0,80 - 0,85
C	0,60 - 0,75
D	0,30 - 0,55
E	0,15 - 0,25
<i>Not classified</i>	0,00-0,10

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian pengoptimalan papan akustik dengan komposisi campuran bahan pelepah pisang, eceng gondok, sekam padi, dan perekat tepung tapioka dengan perbandingan 70% (material) : 30% (perekat). Ketiga variasi bahan dipilih karena dapat mengurangi polusi lingkungan (*biodegradability*). Ada dua pengujian yang dilakukan yaitu sifat fisis dan mekanis dengan menggunakan standardisasi papan serat SNI 01-4449-2006 dan uji nilai koefisien penyerapan bunyi memenuhi ISO 11654 dengan nilai α lebih dari 0,15. Adapun sampel uji papan akustik yang akan diuji sifat fisis dan mekanisnya dapat dilihat pada Gambar 3 dan spesimen uji papan akustik untuk pengujian peredam kebisingan terlihat pada Gambar 4.



Gambar 3 Bentuk papan akustik untuk pengujian sifat fisis dan mekanis (a) sampel A, (b) sampel B, (c) sampel C, dan (d) sampel D



Gambar 4 Bentuk papan akustik untuk uji peredam kebisingan

3.1 Hasil Pengujian Densitas, Kadar Air dan Keteguhan Rekat Internal

Hasil pengujian densitas papan akustik ditunjukkan dalam tabel 4. Variasi komposisi material yang terdiri dari pelepah pisang, eceng gondok, sekam padi, dan perekat (tepung tapioka) memiliki komposisi perbandingan berbeda. Dari hasil pengujian, nilai densitas papan akustik berkisar antara $0,464 \text{ g/cm}^3$ hingga $0,676 \text{ g/cm}^3$. Sampel D memiliki komposisi 20% pelepah pisang, 10% eceng gondok, 40% sekam padi, dan 30% perekat, menunjukkan densitas tertinggi sebesar $0,676 \text{ g/cm}^3$. Sementara itu, nilai densitas terendah terdapat pada sampel B dengan komposisi 20% pelepah pisang, 50% sekam padi, dan 30% perekat yaitu sebesar $0,464 \text{ g/cm}^3$.

Badan Standarisasi Nasional (2006) [12] mensyaratkan densitas papan serat adalah antara $0,4 - 0,84 \text{ g/cm}^3$, sehingga hasil densitas papan akustik pada penelitian ini memenuhi standar SNI 01-4449-2006. Nilai densitas papan akustik yang dihasilkan melalui penelitian ini disimpulkan bahwa papan akustik tersebut merupakan papan dengan nilai densitas sedang yaitu $0,4 \text{ g/cm}^3 - 0,8 \text{ g/cm}^3$ [8], namun tidak mencapai densitas yang ditargetkan yaitu $0,7 \text{ g/cm}^3$. Perbedaan nilai densitas setiap sampel dapat dihasilkan oleh variasi komposisi perbandingan bahan. Komposisi bahan yang digunakan yaitu pelepah pisang, eceng gondok, dan sekam padi, dimana masing-masing memiliki karakteristik fisik yang berbeda.

Karakteristik fisik pada pelepah pisang dan eceng gondok, termasuk struktur bahan yang menyebabkan keduanya cenderung memiliki densitas yang lebih rendah. Di sisi lain, meskipun sekam padi lebih padat, densitasnya tetap tidak cukup tinggi untuk mencapai target densitas $0,7 \text{ g/cm}^3$. Selain pada komposisi bahan, penggunaan perekat juga dapat mempengaruhi nilai densitas pada papan [13]. Perekat tepung tapioka dalam jumlah yang konsisten sebesar 30% disetiap sampel menunjukkan bahwa jumlah perekat dan jenis perekat mungkin tidak cukup untuk mencapai target densitas $0,7 \text{ g/cm}^3$.

Tabel 4 Hasil pengujian densitas papan akustik

No	Kode Sampel	Komposisi Papan (%) (Pelepah pisang : eceng gondok : sekam padi : perekat)	Densitas (g/cm^3)	Kadar Air (%)	Keteguhan rekat internal (kgf/cm^2)
1	A	60:10:0:30	0,483	18,53	0,182
2	B	20:0:50:30	0,464	12,16	0,502
3	C	0:10:60:30	0,516	10,73	0,542
4	D	20:10:40:30	0,676	10,64	0,345

Hasil pengujian menunjukkan nilai kadar air papan akustik adalah berkisar antara 10,64% sampai 18,53%. Nilai kadar air papan akustik tertinggi terdapat pada kode sampel A yaitu 18,53%, sedangkan nilai yang terendah adalah yang terdapat pada kode sampel D yaitu 10,64%. SNI 01-4449-2006 menyatakan bahwa nilai kadar air $\leq 13\%$. Berdasarkan Tabel 4 untuk nilai kadar air pada perlakuan A memiliki kadar air melebihi nilai standar SNI. Sampel A merupakan papan dengan nilai kadar air yang tinggi diperoleh sebesar 18,53%. Tingginya kadar air ini disebabkan oleh sifat dan karakteristik dari bahan baku pelepah pisang dan eceng gondok yaitu banyak mengandung air. Pelepah pisang memiliki kadar air sebesar 80%-90% pada saat sebelum dilakukan penjemuran [14]. Kadar air batang eceng gondok yaitu sebesar 62% [15]. Sampel B mengalami penurunan nilai kadar air sebesar 12,16%. Penurunan kadar air pada sampel ini dapat disebabkan didominasi oleh bahan sekam padi. Penelitian sebelumnya oleh Humaira (2022) [16] menyebutkan bahwa sekam padi dapat mengubah sifat menjadi hidrofobik saat adanya ikatan yang baik antara pengisi (bahan) dengan perekat yang dapat mengurangi pori-pori pada papan, sehingga menyerap air lebih sedikit. Sampel C dengan nilai kadar air sebesar 10,73% lebih rendah karena sekam padi yang dominan dan eceng gondok juga memiliki porositas rendah. Berbeda pada sampel D dengan komposisi seimbang kadar air yang dihasilkan sebesar 10,64%. Komposisi yang seimbang antara bahan dengan porositas rendah seperti sekam padi dan eceng gondok, serta penggunaan pelepah pisang dalam jumlah sedikit, dapat mengurangi kemampuan papan dalam menyerap air.

Kadar air yang terkandung pada papan akustik dihasilkan oleh beberapa faktor seperti, kadar air yang terdapat pada bahan baku, jumlah air yang berada pada perekat, dan sejumlah air yang menguap saat proses pengempaan. Kadar air yang tinggi disebabkan oleh papan yang memiliki sifat higroskopis yang mengandung lignin dan selulosa pada bahan baku, dimana sangat mudah menyerap dan melepaskan air [10]. Sementara itu, adanya ruang

kosong yang menampung partikel air, adanya saluran kapiler yang menjadi penghubung ruang-ruang kosong, dan besarnya luas permukaan partikel [17].

Berdasarkan tabel 4 untuk nilai keteguhan rekat internal yang memenuhi standar SNI yaitu pada sampel B sebesar 0,502 kgf/cm² dan sampel C sebesar 0,542 kgf/cm². Pengujian keteguhan rekat internal pada sampel A diperoleh sebesar 0,182 kgf/cm². Nilai keteguhan rekat internal pada sampel A relatif rendah disebabkan bahan pelepah pisang yang dominan tidak memberikan ikatan yang kuat saat digunakan komposisi tinggi [18]. Sampel B dengan nilai keteguhan rekat internal sebesar 0,502 kgf/cm². Dominasi komposisi sekam padi memiliki meningkatkan keteguhan rekat internal dalam kemampuan mengikat perekat dengan baik [19]. Sampel C dengan nilai keteguhan rekat internal sebesar 0,542 kgf/cm². Nilai keteguhan rekat internal pada sampel B merupakan nilai tertinggi diantara semua sampel, menunjukkan bahwa menggunakan komposisi dengan jumlah besar pada sekam padi dapat meningkatkan keteguhan rekat internal karena sifat fisis sekam padi yang mendukung pengikatan yang lebih kuat [19]. Sampel D adalah komposisi yang seimbang menunjukkan nilai keteguhan rekat internal sebesar 0,345 kgf/cm². Sekam padi pada sampel ini mendominasi cukup besar, namun nilai keteguhan rekat internalnya lebih rendah dibandingkan sampel B dan C. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya campuran bahan dengan karakteristik fisik yang berbeda sehingga mengurangi efektivitas ikatan perekat. Hasil pengujian keteguhan rekat internal dipengaruhi oleh komposisi bahan. Bahan sekam padi memiliki permukaan yang kasar dapat meningkatkan keteguhan rekat internal, sementara pada bahan pelepah pisang dan eceng gondok memiliki serat yang lebih lemah sehingga menurunkan kekuatan ikatan. Penggunaan jenis material dan perekat yang efektif sangat penting untuk mencapai keteguhan rekat internal yang optimal [20].

3.2 Analisis Nilai Koefisien Penyerapan Bunyi Papan Akustik

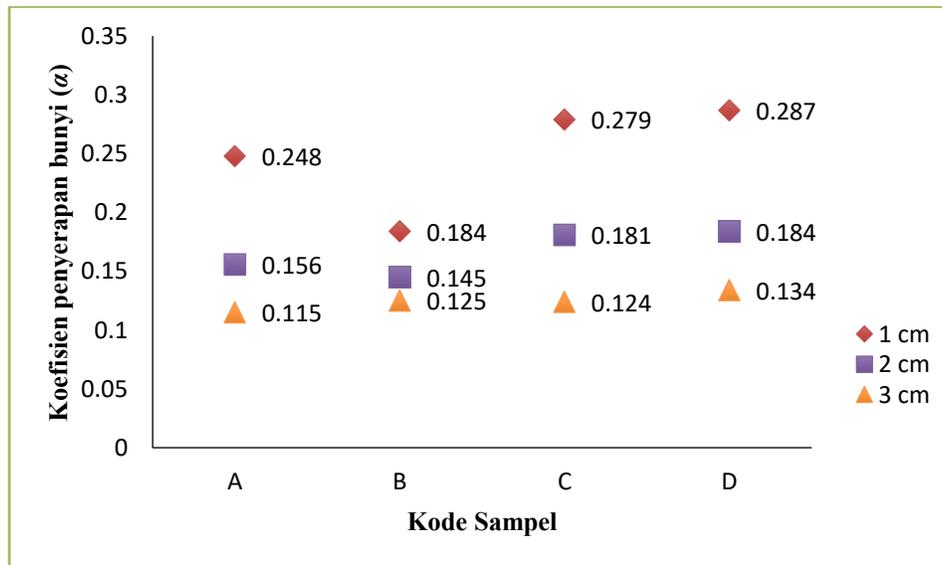
Pengukuran intensitas bunyi dilakukan dengan menggunakan sumber suara berfrekuensi 2.000 Hz dan variasi ketebalan spesimen uji sebesar 1 cm, 2 cm, dan 3 cm. Pengujian ini tidak melibatkan pengujian sifat fisis dan mekanis, tetapi menggunakan papan yang sama. Data yang diperoleh digunakan untuk menghitung koefisien penyerapan bunyi yang kemudian dianalisis untuk memahami pengaruh komposisi material dalam menyerap polusi suara. Hasil pengambilan data pada intensitas bunyi dengan detektor bunyi berupa SLM dapat dilihat seperti pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil pengukuran data intensitas bunyi

Kode Sampel	Tebal Papan (cm)	I_0 (dB)	I (dB)			I (dB)
			1	2	3	
A	1	86,7	67,1	68,2	67,7	67,6
B	1	88,9	73,4	74,2	74,0	73,9
C	1	88,5	67,3	66,6	67,0	66,9
D	1	88,5	66,7	66,3	66,1	66,4
A	2	91,0	66,1	66,8	66,6	66,5
B	2	90,4	67,8	66,9	68,1	67,6

Kode Sampel	Tebal Papan (cm)	I_0 (dB)	I (dB)			I (dB)
			1	2	3	
C	2	88,3	61,3	61,9	61,1	61,4
D	2	88,5	61,2	61,1	61,3	61,2
A	3	88,6	62,6	62,8	62,9	62,7
B	3	89,4	61,2	61,4	61,2	61,3
C	3	88,5	61,0	61,0	61,2	61,0
D	3	89,8	60,8	60,5	60,7	60,6

Data pengukuran intensitas bunyi ditunjukkan dalam tabel 5. Pada tabel tersebut intensitas bunyi awal memiliki rentang sebesar 88,3 dB hingga 91,0 dB. Sementara itu, nilai intensitas bunyi setelah melewati spesimen uji dengan variasi ketebalan sebesar 60,6 dB hingga 73,9 dB. Data tersebut menunjukkan bahwa intensitas bunyi mengalami penurunan seiring bertambahnya ketebalan spesimen uji. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya mengenai pengaruh ketebalan bahan terhadap penurunan nilai intensitas bunyi akhir [11]. Penurunan paling signifikan terlihat pada sampel ketebalan 3 cm dengan nilai intensitas bunyi awal sebesar 88,6 dB hingga 89,8 dB. Sementara itu, untuk nilai intensitas bunyi akhir sebesar 60,6 dB hingga 62,7 dB. Dari hasil pengambilan data intensitas bunyi dapat diperoleh nilai koefisien penyerapan bunyi seperti pada Gambar 5.



Gambar 5 Hasil uji peredam kebisingan

Nilai koefisien (α) ditunjukkan dalam Gambar 5 berdasarkan komposisi bahan yang berbeda dalam pembuatan papan akustik. Pada ketebalan 1 cm sampel D dengan komposisi perbandingan yaitu 20% pelepah pisang, 10% eceng gondok, 40% sekam padi, dan 30% perekat memiliki nilai α tertinggi sebesar 0,287, diikuti oleh sampel C (0% :10% : 60% : 30%) dengan nilai α sebesar 0,279, sampel A (60% : 10% : 0% : 30%) sebesar 0,248, dan sampel B (20% : 0% : 50% : 30%) sebesar 0,184. Pada ketebalan 2 cm nilai α tertinggi juga

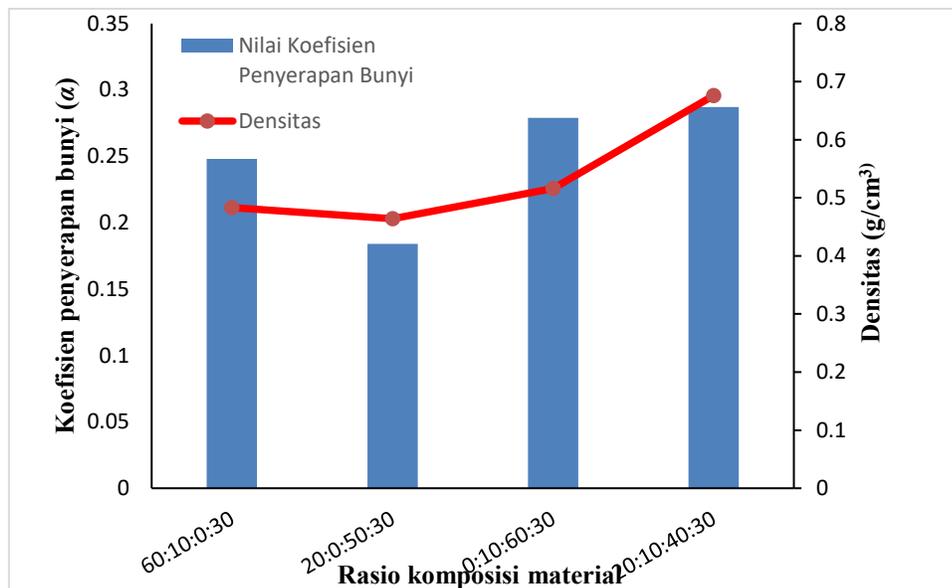
diperoleh sampel D sebesar 0,184, diikuti sampel C sebesar 0,181, sampel A sebesar 0,156, dan sampel B sebesar 0,145. Pada ketebalan 3 cm sampel D tetap menghasilkan nilai α tertinggi sebesar 0,134, diikuti oleh sampel B sebesar 0,125, sampel C sebesar 0,124, dan sampel A sebesar 0,115.

Pada penelitian ini, ditemukan bahwa sampel B dengan ketebalan 1 cm memiliki koefisien penyerapan bunyi yang hampir sama dengan sampel C dan D dengan ketebalan 2 cm, yaitu 0,184. Fenomena ini menunjukkan bahwa ketebalan spesimen uji bukanlah satu-satunya faktor yang dapat mempengaruhi efektivitas penyerapan bunyi. Faktor lain yang mempengaruhi nilai koefisien penyerapan bunyi adalah densitas, kadar air, serta ruang pori-pori pada papan [1]. Selain itu, penurunan nilai koefisien penyerapan bunyi pada sampel B dan C dengan ketebalan 3 cm menunjukkan bahwa pada ketebalan spesimen uji bertambah papan akustik mengalami kehilangan efisiensi dalam penyerapan bunyi, dimana bunyi lebih banyak dipantulkan daripada diserap. Menurut penelitian Suryani (2016) [7], peningkatan ketebalan spesimen uji dapat menyebabkan terjadinya pembuangan energi dan mengalami penyerapan gelombang bunyi yang saling melemahkan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa komposisi bahan yang berbeda secara substansial mempengaruhi nilai koefisien penyerapan bunyi (α) pada variasi ketebalan spesimen uji. Pada ketebalan 1 cm, komposisi sampel D (20% : 10% : 40% : 30%) menghasilkan efisiensi penyerapan bunyi tertinggi. Oleh sebab itu, kombinasi yang seimbang antara pelepah pisang, eceng gondok, dan sekam padi memberikan komposisi yang optimal dalam menyerap bunyi. Sementara itu, pada ketebalan 2 cm dan 3 cm, semua sampel mengalami penurunan nilai α , sedangkan pada sampel D tetap menunjukkan hasil terbaik. Hal ini dapat disimpulkan bahwa keseimbangan dalam komposisi bahan tidak hanya efektif pada ketebalan yang tipis tetapi juga pada ketebalan yang lebih besar. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Puspitarini, dkk. (2021) [21], dan didukung oleh penelitian Nurjannah (2016) [6].

Hubungan koefisien penyerapan bunyi dan densitas papan akustik ditunjukkan pada Gambar 6. Sampel D dengan nilai koefisien penyerapan bunyi tertinggi sebesar 0,287 pada densitas 0,676 g/cm³. Sampel C dengan nilai koefisien penyerapan bunyi sebesar 0,279 pada densitas 0,516 g/cm³. Sampel A dan B masing-masing dengan nilai koefisien penyerapan bunyi sebesar 0,248 dan 0,184 pada densitas 0,483 g/cm³ dan 0,464 g/cm³. Dari grafik, terlihat bahwa ada hubungan timbal balik antara densitas dan nilai koefisien penyerapan bunyi. Semakin tinggi densitas material, semakin tinggi pula koefisien penyerapan bunyi [22]. Hal ini menunjukkan bahwa material dengan densitas lebih tinggi memiliki kemampuan lebih baik dalam menyerap bunyi. Sampel D, dengan densitas tertinggi sebesar 0,676 g/cm³, menghasilkan nilai koefisien penyerapan bunyi tertinggi sebesar 0,287. Keseimbangan dalam komposisi bahan juga berperan penting seperti pada sampel D yang memiliki komposisi bahan yang seimbang antara pelepah pisang, eceng gondok, dan sekam padi menunjukkan hasil koefisien penyerapan bunyi yang optimal. Penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Nurjannah (2016) [6] bahwa komposisi bahan yang seimbang efektif pada ketebalan yang berbeda. Pada penelitian ini menghasilkan bahwa baik densitas material maupun keseimbangan komposisi material adalah faktor utama dalam menentukan

efektivitas papan akustik untuk penyerapan bunyi. Penelitian ini memberikan wawasan penting dalam desain material akustik yang lebih optimal dan ramah lingkungan.



Gambar 6 Hubungan rasio komposisi material dengan koefisien penyerapan bunyi dan densitas papan akustik.

4. SIMPULAN

Sampel dengan komposisi pelepah pisang, eceng gondok, sekam padi, dan perekat dengan rasio 20% : 10% : 40% : 30% memiliki nilai koefisien penyerapan bunyi yang lebih baik dibandingkan sampel yang lainnya untuk semua variasi ketebalan. Hasil ini menunjukkan bahwa pengaruh komposisi material sangat penting dalam mencapai papan akustik yang dapat menyerap bunyi. Nilai koefisien penyerapan bunyi pada sampel ini sebesar 0,287 dengan ketebalan 1 cm. Nilai koefisien penyerapan bunyi ini diduga dipengaruhi oleh nilai densitas sampel. Nilai densitas pada sampel ini sebesar $0,676 \text{ g/cm}^3$. Hal ini menunjukkan bahwa material dengan densitas lebih tinggi memiliki kemampuan lebih baik dalam menyerap bunyi.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada Ibu Dr. Dwiria Wahyuni, M.Sc. dan Bapak Yuris Sutanto, M.Sc. yang telah banyak memberikan saran dalam penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Hasan, S. Sahara, and S. Zelviani, "Pengujian Kerapatan Dan Kadar Air Serta Pengujian Koefisien Absorpsi Untuk Mengetahui Pengaruh Variasi Ketebalan Dan Frekuensi Terhadap Papan Akustik Berbahan Dasar Daun Pandan Duri (*Pandanus Tectorius*)," *JFT J. Fis. dan Ter.*, vol. 6, no. 2, pp. 113–120, 2019, doi:

- 10.24252/jft.v6i2.11707.
- [2] A. Amri, C. I. Erliana, and R. A. Fairuza Lubis, “Analisis Pengaruh Kebisingan Terhadap Kelelahan Karyawan Di Bagian Operasi-1 Pt. Pupuk Iskandar Muda, Krueng Geukuh, Aceh Utara,” *Ind. Eng. J.*, vol. 8, no. 1, pp. 22–29, 2019, doi: 10.53912/iejm.v8i1.377.
- [3] Suharyani and D. Mutiari, “Limbah Pelelah Pisang Raja Susu sebagai Alternatif Bahan Dinding Kedap Suara,” *Sinektika*, vol. 13, no. 1, pp. 62–68, 2013.
- [4] L. D. Putri and A. Mahyudin, “Analisis Pengaruh Persentase Volume Serat Eceng Gondok dan Serat Pinang Terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradasi Komposit Hibrid Matrik Epoksi,” *J. Fis. Unand*, vol. 8, no. 3, pp. 288–294, 2019, doi: 10.25077/jfu.8.3.288-294.2019.
- [5] M. Defrizal and E. Elvaswer, “Karakterisasi Koefisien Absorpsi Bunyi dan Impedansi Akustik Dari Sekam Padi,” *J. Fis. Unand*, vol. 10, no. 3, pp. 351–356, 2021, doi: 10.25077/jfu.10.3.351-356.2021.
- [6] Nurjannah, “Koefisien penyerapan dinding akustik dari komposisi bahan pelepas pisang, eceng gondok dan rak telur,” *Skripsi*, 2016.
- [7] I. Suryani, “Pengaruh Ketebalan dan Ukuran Partikel Terhadap Koefisien Bunyi Bahan Akustik yang Terbuat dari Ampas Tebu,” *Skripsi*, 2016.
- [8] Hardiyanti, “Pengujian Kerapatan, Kadar Air dan Koefisien Absorpsi Papan Akustik dengan Menggunakan Bahan Dasar Daun Lontar (*Borassus Flabellifer*),” *Skripsi, Univ. Negeri Alauddin Makkassar*, 2019.
- [9] N. Nuryati, R. R. Amalia, and N. Hairiyah, “Pembuatan Komposit dari Limbah Plastik Polyethylene Terephthalate (PET) Berbasis Serat Alam Daun Pandan Laut (*Pandanus Tectorius*),” *J. Agroindustri*, vol. 10, no. 2, pp. 107–117, 2020, doi: 10.31186/j.agroindustri.10.2.107-117.
- [10] Fauziah, D. Wahyuni, and B. P. Lapanporo, “Analisis Sifat Fisik dan Mekanik Papan Partikel Berbahan Dasar Sekam Padi,” *Positron*, vol. 4, no. 2, pp. 60–63, 2014, doi: 10.26418/positron.v4i2.8728.
- [11] A. S. Rohman, A. Yulianto, and U. Nurbaiti, “Aplikasi Styrofoam sebagai Absorpsi Bunyi,” *J. Teor. dan Apl. Fis.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–10, 2022, doi: 10.23960/jtaf.v10i1.2817.
- [12] (SNI) Standar Nasional Indonesia, “Papan Serat (SNI 01-4449-2006),” 2006, [Online]. Available: http://arkn-fpd.org/data_content/standard/SNI_01-4449-2006_Papan_serat.pdf
- [13] H. Nurdin and N. Rivai, “Pengaruh Perekat Terhadap Kerapatan Papan Komposit Berbahan Baku Ampas Tebu,” *Pros. Semin. Nas.*, vol. 3, no. 52, pp. 7–13, 2014.
- [14] F. Fauziati, “Pemanfaatan dan Prospek Pelelah Batang Pisang Kepok sebagai Bahan Baku Mebel,” *Jurnal Riset Teknologi Industri*, vol. 2, no. 4. p. 1, 2016. doi: 10.26578/jrti.v2i4.1408.
- [15] A. Aisyah and F. A. Dartono, “Studi Kasus Serat Eceng Gondok Pada Produk Kerajinan Di Industri Kreatif Bengkok Craft,” *J. Kriya ISI Surakarta*, vol. 19, no. 2, pp. 176–198, 2022, doi: 10.33153/ornamen.v19i2.4593.

- [16] T. Humaira, B. Kurniawan, J. H. At-Tsaqib, and S. Hasanah, “Produksi Papan Partikel Berbahan Dasar Sekam Padi dan Polystyrene,” *Einstein*, vol. 10, no. 2, p. 1, 2022, doi: 10.24114/einstein.v10i2.36265.
- [17] P. H. Tjahjanti, Sutarman, E. Widodo, and A. T. Kusuma, “The Use of Mushroom Growing Media Waste for Making Composite Particle Board,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 196, no. 1, 2017, doi: 10.1088/1757-899X/196/1/012024.
- [18] M. Meliana and A. Asri, “Analisis Pengaruh Ukuran Serat Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Komposit Berbahan Serat Batang Pisang Kepok,” *Prism. Fis.*, vol. 9, no. 3, p. 221, 2021, doi: 10.26418/pf.v9i3.50089.
- [19] A. Andi, D. Setyawati, and N. Nurhaida, “Kualitas Papan Partikel Limbah Sekam Padi dan Limbah Finir Berdasarkan Susunan Lapisan Partikel dan Kadar Perekat,” *J. Hutan Lestari*, vol. 9, no. 1, pp. 112–124, 2021.
- [20] A. Nasution, A. Wahab, and D. Nuari, “Analisis Pengaruh Benang Wol dan Limbah Batang Pisang dalam Rancangan Produk Komposit Peredam Bunyi Ruang Akustik,” *J. Sist. Tek. Ind.*, vol. 20, no. 2, pp. 53–62, 2018, doi: 10.32734/jsti.v20i2.490.
- [21] Y. Puspitarini, F. M. A. S, and A. Yulianto, “Koefisien Serap Bunyi Ampas Tebu sebagai Bahan Peredam Suara,” *J. Fis.*, vol. 4, no. 2, pp. 96–100, 2014.
- [22] A. K. Dewi and Elvaswer, “Material Akustik Serat Pelelah Pisang (*Musa Acuminax Balbasiana Calla*) sebagai Pengendali Polusi Bunyi,” *J. Fis. Unand*, vol. 4, no. 1, pp. 78–82, 2015.