



Analisis Nilai Koefisien Absorpsi Bunyi Material Akustik Dari Kulit Kacang Tanah (*Arachis Hypogaea*) Menggunakan Metode Tabung Impedansi

Khesya Namira Imdani¹ dan Nurlaela Rauf^{2*}

¹*Laboratorium Fisika Material dan Energi, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin*

²*Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin*

Email: n-rauf@fmipa.unhas.ac.id

*Corresponding Author

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh ketebalan sampel terhadap nilai koefisien absorpsi bunyi dari komposit berbahan dasar kulit kacang tanah dan resin epoksi menggunakan metode tabung impedansi. Komposit diuji dalam tiga variasi ketebalan, yaitu 1 cm, 2 cm, dan 3 cm, untuk mengetahui pengaruh ketebalan terhadap kemampuan material dalam menyerap gelombang bunyi pada rentang frekuensi 200–1600 Hz. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan ketebalan material berbanding lurus dengan peningkatan nilai koefisien absorpsi. Pada ketebalan 1 cm, nilai maksimum α sebesar 0,11 meningkat menjadi 0,34 pada ketebalan 2 cm dan mencapai 0,78 pada ketebalan 3 cm. Material akustik tersebut menunjukkan performa terbaik pada frekuensi 1600 Hz dengan ketebalan 3 cm. Hal ini menunjukkan bahwa kulit kacang tanah memiliki potensi sebagai alternatif material akustik ramah lingkungan

Kata kunci: Koefisien Absorpsi Bunyi, Kulit Kacang Tanah, Material Akustik, Peredam Suara, Tabung Impedansi.

Abstract

This research aims to analyze the effect of sample thickness on the sound absorption coefficient of a composite material based on peanut shells and epoxy resin using the impedance tube method. The composites were tested in three thickness variations, namely 1 cm, 2 cm, and 3 cm, to determine the effect of thickness on the material's ability to absorb sound waves in the frequency range of 200–1600 Hz. The test results indicate that an increase in material thickness is directly proportional to an increase in the sound absorption coefficient value. At a thickness of 1 cm, the maximum α value of 0.11 increased to 0.34 at a thickness of 2 cm and reached 0.78 at a thickness of 3 cm. The acoustic material showed the best performance at a frequency of 1600 Hz with a thickness of 3 cm. This indicates that peanut shells have the potential as an environmentally friendly acoustic material alternative.

Keywords: Acoustic Material, Impedance Tube, Peanut Shell, Sound Absorber, Sound Absorption Coefficient.

1. PENDAHULUAN

Polusi suara merupakan bentuk pencemaran yang tidak terlihat namun berdampak signifikan terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Suara yang tidak diinginkan atau mengganggu, dengan intensitas melebihi 70 desibel, dapat membahayakan kesehatan, terutama di wilayah padat penduduk seperti perkotaan dan pinggiran kota [1]. Sumber kebisingan meliputi transportasi, industri, serta aktivitas masyarakat lainnya seperti penggunaan mesin dan hiburan malam. Paparan kebisingan dapat terjadi di berbagai tempat seperti rumah, sekolah, dan tempat kerja, serta berpotensi mengganggu aktivitas dan menurunkan produktivitas [2]. Meskipun kebisingan transportasi menjadi kontributor utama polusi suara di lingkungan urban, perhatian terhadap dampaknya masih terbatas. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kebisingan jenis ini dapat memengaruhi kesehatan, khususnya sistem kardiovaskular dan metabolik [3].

Salah satu solusi untuk meredam polusi suara adalah dengan memperbesar efisiensi penyerapan suara dengan cara meningkatkan efisiensi mekanis, morfologi struktural material dan luas permukaan. Mekanisme kerja bahan peredam suara adalah sebagai berikut: Tabrakan antara gelombang suara dan dinding sel mengubah energi suara menjadi kalor ketika gelombang suara mengalir melalui pori-pori yang terbuka [4]. Lingkungan yang tidak mungkin diubah sepenuhnya menjadi kendala dalam upaya meniadakan polusi kebisingan. Namun, paparan kebisingan dalam jangka panjang dapat menyebabkan masalah kesehatan yang lebih serius daripada kerusakan pendengaran. Oleh karena itu, solusi untuk mengatasi polusi kebisingan hingga ke level yang dapat dikelola sangat dibutuhkan [5].

Seiring dengan meningkatnya kesadaran akan masalah kebisingan, penggunaan bahan penyerap suara dalam bangunan semakin umum. Salah satu bahan yang sering digunakan adalah *glass wool*, yang terbuat dari campuran pasir kuarsa, batu kapur, dan hingga 80% kaca daur ulang. Komposisi ini membuat *glass wool* didominasi silika. Namun, perlu diperhatikan bahwa *glass wool* berbasis silika memiliki potensi efek alergenik dan karsinogenik. Selain *glass wool*, terdapat bahan penyerap suara sintetis lainnya seperti poliester, polipropilena, dan material mikro-perforasi [6]. Meskipun efektif, bahan-bahan peredam suara konvensional memiliki dampak buruk terhadap lingkungan maupun kesehatan pekerja yang terlibat dalam proses produksinya karena berbasis petrokimia dan tidak terbarukan sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan hingga masalah ekologi yang serius [7]. Oleh karena itu, pengembangan peredam suara alami dan berkelanjutan semakin mendapat perhatian dalam beberapa tahun terakhir [8].

Material alami memegang peranan penting dalam bidang akustik. Pemanfaatan material alami terus berkembang karena sifatnya yang memungkinkan pengembangan material akustik dengan biodegradabilitas tinggi dan biaya rendah. Kinerja akustik material alami dapat dimodifikasi melalui variasi komposisi, porositas, ketebalan, dan sifat lainnya. Material serat alami, dengan porositas internalnya yang ideal untuk penyerapan suara, memberikan resistivitas aliran udara yang tinggi. Hal ini menjadikan material serat alami banyak digunakan dalam aplikasi akustik [9].

Salah satu pendekatan inovatif untuk meningkatkan kualitas akustik ruangan sekaligus mengatasi masalah lingkungan adalah dengan memanfaatkan bahan-bahan alami

dan berkelanjutan sebagai peredam suara. Penggunaan bahan alami ini tidak hanya efektif meredam suara, tetapi juga memberikan kontribusi positif terhadap lingkungan. Seiring dengan perkembangan isu ini, sejumlah negara telah mengesahkan peraturan yang mewajibkan penggunaan bahan yang berkelanjutan dan dapat terurai secara hayati dalam sektor konstruksi. Upaya regulasi ini bertujuan untuk mendorong penggunaan bahan yang ramah lingkungan, mengurangi dampak pencemaran, serta mendukung praktik produksi yang bertanggung jawab dan dapat didaur ulang [10]. Dalam beberapa tahun terakhir, penelitian yang dilakukan mengenai penggunaan serat alami seperti kenaf [11], rami [12], sekam padi [13], gandum [14], ampas tebu [15], sabut kelapa [16], kulit jagung [17], serat kapuk [18], biji-bijian buah (persik, aprikot, kurma, plum dan ceri hitam) [19] dan luffa [20].

Segura dkk. meneliti perbedaan termal dan akustik pada berbagai jenis biji buah. Hasilnya menunjukkan perbedaan kecil, yang diduga disebabkan oleh morfologi permukaan dan persentase rongga udara, mengingat struktur berpori dan berserat yang serupa. Panel setebal 25 mm dari batu buah seperti ceri dan zaitun, yang memiliki persentase rongga permukaan lebih rendah (sekitar 8-8,5%), menunjukkan koefisien penyerapan akustik hampir 70% pada 1000 Hz dan nilai insulasi akustik antara 25 dan 30 dB pada 1500 Hz [21]. Selain itu, penelitian ini menguji kemampuan serat kelapa sawit sebagai penyerap suara. Sampel serat dibuat dengan berbagai ketebalan dan kepadatan, lalu diuji menggunakan tabung impedansi dan ruang gema. Hasilnya menunjukkan bahwa ketebalan dan kepadatan serat sangat mempengaruhi kemampuan penyerapan suara. Sampel dengan ketebalan 55 mm dan kepadatan 175 kg/m^3 memberikan penyerapan suara terbaik, terutama pada frekuensi menengah dan tinggi [22].

Penelitian lainnya menunjukkan bahwa limbah herbal berpotensi sebagai sumber daya berkelanjutan untuk menyerap suara. Dengan ketebalan 20-70 mm, limbah herbal yang diolah menggunakan hidrogen peroksida dan asam asetat glasial memiliki koefisien penyerapan suara lebih tinggi (porositas 74,7%) dibandingkan bahan ramah lingkungan lainnya. Ketersediaan limbah herbal yang melimpah dari industri herbal menjadikannya bahan yang praktis untuk panel dinding, mendukung pengurangan limbah dan ekonomi sirkular. Penggunaan limbah herbal juga selaras dengan tujuan keberlanjutan, mengurangi ketergantungan pada bahan tak terbarukan [23].

Serbuk kulit kacang tanah adalah bahan lignoselulosa yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Seperti kebanyakan residu pertanian, kulit kacang tanah diproduksi dalam jumlah besar setiap tahun dan dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan yang tepat [24]. Sebagian besar kulit kacang tanah yang merupakan limbah dari proses pengolahan kacang tanah umumnya dibuang atau dibakar, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan volume limbah [25].

Berdasarkan penjelasan uraian diatas penulis bermaksud memanfaatkan kulit kacang tanah sebagai komposit material akustik untuk pengendali kebisingan kemudian diukur kemampuan absorpsi bunyinya, karena kulit kacang tanah memiliki kemampuan yang baik sebagai bahan penyerap bunyi serta ramah lingkungan. Hal ini juga salah satu upaya yang dilakukan untuk mengelola bahan alam yang efektif sehingga dapat digunakan untuk tujuan lebih berguna. Oleh karena itu, penulis akan melakukan penelitian yang berjudul “Analisis

Koefisien Absorpsi Bunyi Material Akustik dari Kulit Kacang Tanah (*Arachis Hypogaea*) Menggunakan Metode Tabung Impedansi”.

2. METODE PENELITIAN

a) Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi neraca digital, oven, cetakan berbentuk lingkaran berdiameter 10 cm, mortar dan pestle, gelas ukur, wadah pencampur, spatula, aluminium foil, gunting, penggaris, *desiccant (silica gel)*, serta tabung impedansi untuk pengujian koefisien absorpsi bunyi material. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas kulit kacang tanah sebagai filler dan resin epoksi sebagai matriks.

b) Preparasi Kulit Kacang

Dalam penelitian ini, kulit kacang yang digunakan diperoleh dari produk kacang tanah kemasan yang banyak beredar di pasaran. Kulit kacang yang telah dipilih dan dibersihkan dari kotoran menggunakan air mengalir. Pengeringan dilakukan dalam oven dengan suhu yang terkontrol dengan api atas bawah, yaitu 150°C , selama periode waktu 90 menit. Tujuan dari proses pengeringan ini adalah untuk menghilangkan kandungan air yang tersisa dalam kulit kacang secara menyeluruh. Proses pengeringan ini berperan besar dalam menyiapkan kulit kacang untuk tahap selanjutnya. Kulit kacang harus benar-benar kering sebelum dihancurkan dengan mortar karena kandungan air yang tinggi dapat memengaruhi tekstur dan kualitas hasil akhir. Proses penumbukan dilakukan menggunakan mortar dan pestle hingga bahan tersebut berbentuk serpihan.



Gambar 1. Persiapan kulit kacang tanah.

c) Pembuatan Material Akustik

Kulit kacang tanah yang telah menjadi serpihan dikomposisikan dengan matriks perekat berupa resin epoksi. Proses pengerasan resin epoksi memerlukan penambahan katalis dengan rasio resin epoksi cairan A dan cairan B 2:1 [26]. Resin epoksi memiliki keunggulan berupa sifat antibakteri dan antivirus, tahan terhadap proses pembersihan, serta tetap mempertahankan kekuatan mekaniknya, sehingga cocok digunakan sebagai material multifungsi yang mendukung keberlanjutan dan perlindungan lingkungan [27]. Serpihan kulit kacang dan resin epoksi dicampurkan dalam wadah dengan rasio 1:2 (berat serpihan kulit kacang dua kali berat campuran resin epoksi). Rasio 1:2 digunakan untuk memastikan

matrix cukup untuk mengikat *filler* secara merata. Campuran tersebut kemudian dicetak dalam cetakan berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan variasi ketebalan 1 cm, 2 cm, dan 3 cm. Cetakan dilapisi aluminium foil pada bagian dalam atas dan bawah untuk mencegah penempelan dengan material lainnya. Proses pengeringan dilakukan pada suhu ruang selama 24 jam. Material akustik yang telah kering kemudian diuji kemampuan penyerapan suaranya.

Tabel 1. Komposisi bahan dan ketebalan sampel material akustik kulit kacang tanah.

Ketebalan (cm)	Serpihan Kulit Kacang Tanah (gr)	Resin Epoksi (gr)
1	11	22
2	26	52
3	41	82

d) Uji Nilai Koefisien Absorpsi Suara (α)

Pengukuran nilai koefisien absorpsi suara (α) pada penelitian ini menggunakan tabung impedansi berdasarkan standar ISO 10534-2:1998. Tabung impedansi ini digunakan dengan metode fungsi alih untuk mendapatkan nilai tekanan bunyinya kemudian dihitung nilai koefisien absorpsi bunyinya. Sampel diletakkan didalam holder pada tabung impedansi berdiameter 10 cm yang terhubung dengan amplifier serta komputer. Koefisien penyerapan suara insiden normal α secara langsung ditentukan menurut standar ISO 10534-2 (1998), mengikuti metode fungsi alih [28].



Gambar 2. Pembuatan material akustik.

Metode ini memerlukan dua mikrofon untuk dipasang di dalam tabung. Metode fungsi alih digunakan untuk mengetahui sifat akustik dari material akustik kulit kacang tanah berbentuk silinder. Caranya adalah dengan mengukur tekanan suara di dua posisi mikrofon yang tetap di dalam tabung, lalu data tersebut dimasukkan ke dalam perhitungan fungsi alih akustik untuk mendapatkan nilai koefisien serapan bunyi pada berbagai frekuensi [29]. Metode fungsi alih ini menggunakan sinyal derau putih (rentang frekuensi yang luas) dan koefisien penyerapan dihitung dari fungsi alih yang diukur dari spektrum dari dua mikrofon, H_{12} . Dari satu pengukuran, koefisien penyerapan dapat diperoleh untuk berbagai frekuensi yang diinginkan [30]. Sehingga persamaan gelombang dalam tabung ialah:

$$p_1 = P_I e^{jk_0 x_1} + P_R e^{-jk_0 x_1} \quad (1)$$

$$p_2 = P_I e^{jk_0 x_2} + P_R e^{-jk_0 x_2} \quad (2)$$

Koefisien pantulan yang diukur, r diberikan oleh:

$$r = \frac{H_{12} - H_1}{H_R - H_{12}} \cdot e^{2jk_0 x_1} \quad (3)$$

Dengan $k_0 = \frac{2\pi f}{c_0}$, $H_{12} = \frac{p_2}{p_1}$, $H_1 = e^{-jk_0 s}$ dan $H_R = e^{jk_0 s}$. Maka koefisien penyerapan suara kemudian ditentukan [31].

$$\alpha = 1 - |r|^2 \quad (4)$$

Dengan keterangan rumus:

P_1, P_2 : Tekanan bunyi pada mikrofon 1 dan 2 (Pa)

p_I : Amplitudo gelombang datang (Pa)

p_R : Amplitudo gelombang pantul (Pa)

x_1 : Jarak mikrofon 1 dari permukaan sampel (m)

x_2 : Jarak mikrofon 2 dari permukaan sampel (m)

j : Bilangan imajiner

k : Bilangan gelombang akustik (rad/m)

e : Eksponensial

H_R : Fungsi alih untuk gelombang pantul

H_1 : Fungsi alih untuk gelombang datang

c : Kecepatan rambat suara di udara (m/s)

f : Frekuensi suara (Hz)

s : Jarak antar mikrofon (m)

r : Koefisien pantulan

e) Analisis Data

Pengukuran akan menghasilkan data hasil pengukuran koefisien absorpsi bunyi material akustik pada komputer yang terhubung dengan tabung impedansi. Grafik dari hasil pengukuran akan menunjukkan nilai koefisien absorpsi bunyi pada rentang frekuensi yang ditentukan. Hasil data akan menunjukkan hubungan koefisien absorpsi bunyi material variasi ketebalan dengan frekuensi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a) Material Akustik

Pada penelitian ini, material akustik menggunakan kulit kacang tanah divariasikan pada tingkat ketebalannya. Tujuannya untuk mengetahui pengaruh ketebalan sampel terhadap koefisien absorpsi bunyinya. Adapun variasi ketebalan terdiri dari 3 sampel yang diberi keterangan sampel dengan ketebalan 1 cm, 2 cm dan 3 cm dengan diameter sampel masing-masing 10 cm. Berikut gambar material akustik kulit kacang tanah dengan variasi ketebalan 1 cm, 2 cm dan 3 cm.

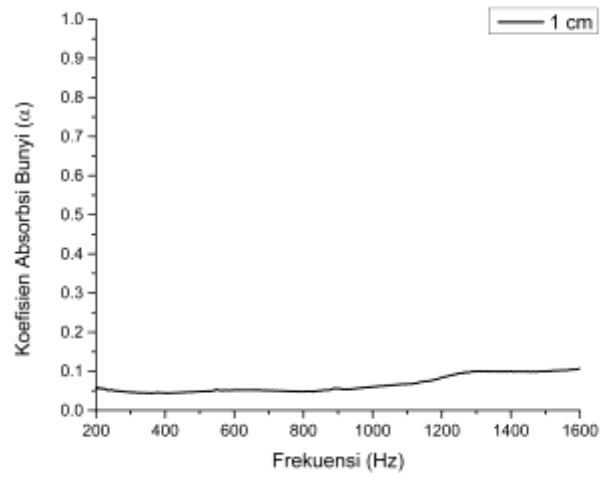


Gambar 3. Sampel material akustik dengan variasi ketebalan 1 cm, 2 cm, dan 3 cm.

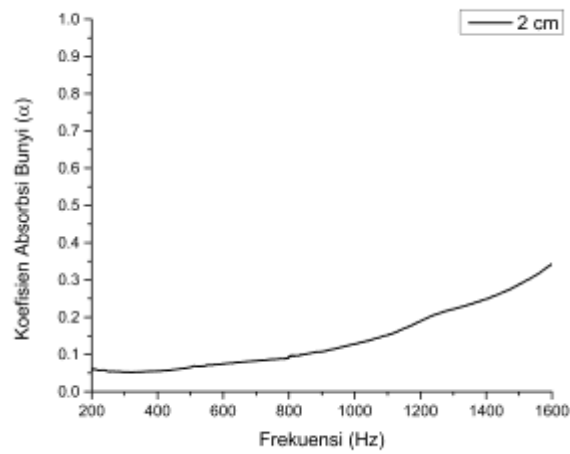
Karakteristik permukaan material akustik hasil pencampuran resin epoksi dan kulit kacang tanah menunjukkan tekstur yang kasar dan tidak rata dengan struktur berpori. Permukaan material memperlihatkan adanya rongga dan celah antar partikel *filler* yang membentuk pori terbuka. Struktur permukaan tersebut berperan dalam meningkatkan mekanisme absorpsi bunyi melalui gesekan udara dan disipasi energi akustik di dalam pori material.

b) Nilai Koefisien Absorpsi Bunyi (α)

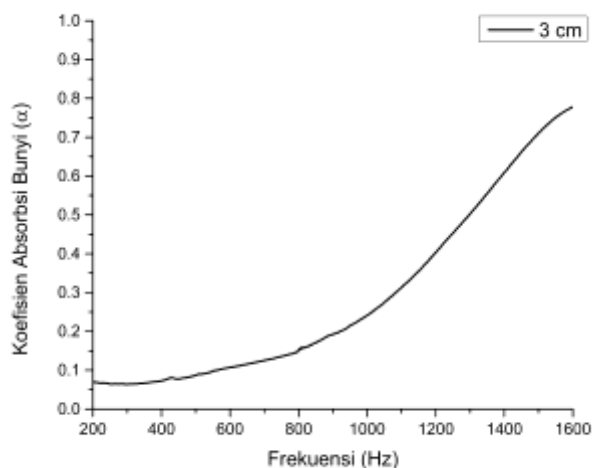
Pada ujung tabung terdapat *loudspeaker* sebagai sumber gelombang sinusoidal dan material uji terdapat pada ujung tabung lainnya. Mikrofon yang terdapat di dalam tabung dihubungkan dengan *amplifier*. Kemudian *amplifier* dihubungkan dengan osiloskop. *Loudspeaker* digunakan sebagai sumber bunyi yang dihubungkan dengan generator sinyal yang frekuensinya dapat divariasikan. Frekuensi yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dengan frekuensi respon dari mikrofon yang digunakan, yaitu frekuensi pada rentang 200 Hz hingga 1600 Hz [32].



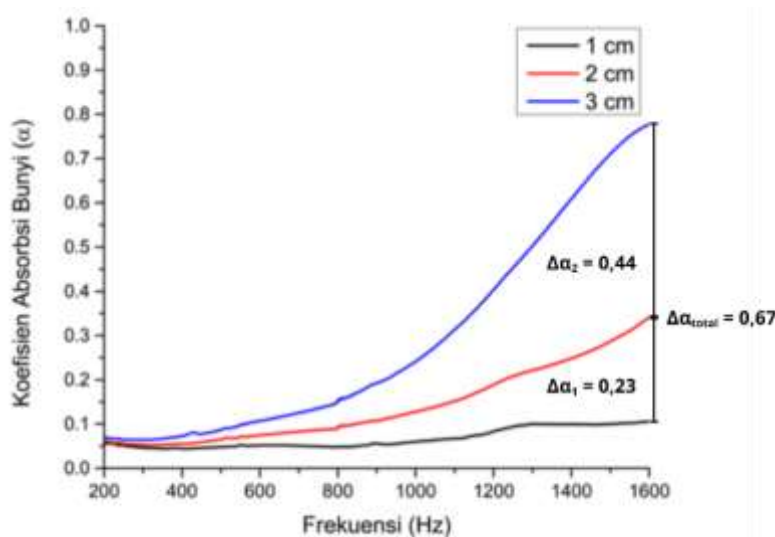
Gambar 4. Grafik koefisien absorpsi bunyi untuk sampel dengan ketebalan 1 cm.



Gambar 5. Grafik koefisien absorpsi bunyi untuk sampel dengan ketebalan 2 cm.



Gambar 6. Grafik koefisien absorpsi bunyi untuk sampel dengan ketebalan 2 cm.



Gambar 7. Grafik koefisien absorpsi bunyi untuk sampel dengan ketebalan 1 cm, 2 cm, dan 3 cm.

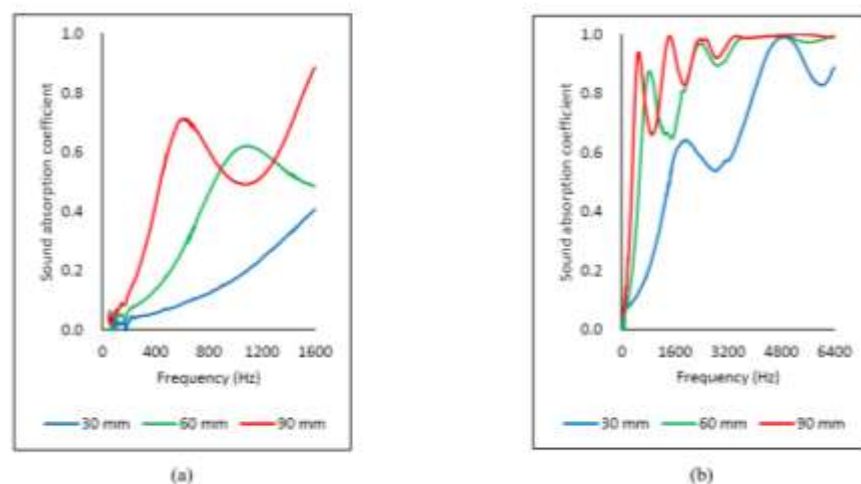
Pengujian ini dilakukan untuk tiga sampel dengan ketebalan yang berbeda (1 cm, 2 cm dan 3 cm). Koefisien penyerapan suara diukur dengan menggunakan metode tabung impedansi rentang frekuensi dari 200 hingga 1600 Hz. Gambar 7 menggambarkan grafik koefisien penyerapan suara frekuensi untuk tiga sampel dengan ketebalan yang berbeda. Dapat dilihat pada gambar 4, dari grafik tersebut terlihat bahwa nilai koefisien absorpsi bunyi berada dalam rentang 0,04 hingga 0,11, dengan peningkatan seiring bertambahnya frekuensi. Pada frekuensi rendah, yaitu 200 Hz, nilai koefisien absorpsi tercatat sebesar 0,06, kemudian mengalami sedikit penurunan menjadi 0,04 pada 400 Hz. Hal ini dapat disebabkan oleh sifat dasar material yang cenderung kurang efektif menyerap gelombang bunyi pada frekuensi

rendah, yang memiliki panjang gelombang lebih besar dan membutuhkan material dengan ketebalan yang lebih besar atau struktur berpori yang lebih kompleks untuk diserap secara efisien. Seiring dengan bertambahnya frekuensi, terlihat adanya kenaikan bertahap pada nilai koefisien absorpsi, mencapai 0,08 pada 1250 Hz, 0,10 pada 1400 Hz, dan mencapai puncaknya pada 0,11 di 1600 Hz. Karena pada sampel ini koefisien absorpsinya masih dibawah 0,15 maka dapat disimpulkan bahwa lebih banyak suara yang dipantulkan pada material ini daripada yang diserap [33].

Berdasarkan gambar 6 dapat diamati bahwa nilai α menunjukkan tren kenaikan yang cukup signifikan seiring bertambahnya frekuensi. Pada rentang frekuensi rendah, yaitu antara 200 Hz hingga 400 Hz, nilai α masih tergolong rendah yaitu sebesar 0,05- 0,06. Peningkatan nilai α yang mulai tampak pada frekuensi di atas 1000 Hz, di mana grafik menunjukkan kurva menaik dengan gradien yang lebih besar. Rentang koefisien absorpsinya berada pada 0,05-0,34. Dengan demikian, meskipun terdapat peningkatan koefisien absorpsi dibandingkan Gambar 6, material ini masih belum masuk kategori penyerap akustik efektif secara penuh, namun termasuk pada material akustik yang hampir tidak menyerap dengan koefisien absorpsi paling tinggi 0,34 pada frekuensi 1600 Hz [33].

Gambar 7 menunjukkan grafik hubungan antara frekuensi (Hz) dan koefisien absorpsi bunyi (α) pada material dengan ketebalan 3 cm. Dari data tersebut terlihat bahwa pada frekuensi rendah (200–400 Hz), nilai α masih berada pada kisaran rendah yaitu 0,07-0,15. Namun, mulai dari 600 Hz hingga 1600 Hz, terjadi peningkatan yang sangat signifikan. Terutama pada 1200 Hz hingga 1600 Hz, nilai α melonjak dari 0,40 ke 0,78, menandakan bahwa material ini memiliki efektivitas penyerapan bunyi yang sangat tinggi pada frekuensi menengah. Semakin tebal material berpori, semakin tinggi tingkat penyerapan suara yang dapat dicapai pada rentang frekuensi yang lebih luas penyerapan meningkat seiring dengan bertambahnya ketebalan material relatif terhadap panjang gelombang suara. Menurut standar ISO 11654, material dengan nilai $\alpha > 0,5$ dikategorikan sebagai penyerap bunyi yang efisien [33]. Oleh karena itu, dengan nilai α mencapai 0,78 pada 1600 Hz, material ini sudah memenuhi kriteria sebagai material akustik yang efektif. Dengan bertambahnya ketebalan sampel, koefisien penyerapan suara meningkat untuk semua jenis material karena menyediakan lebih banyak area untuk gelombang suara untuk menghilang dalam material melalui efek viskos dan gesekan. Untuk material memiliki kerapatan yang sama dan peningkatan ketebalan menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan koefisien penyerapan suara [34].

Lonjakan kecil pada grafik koefisien absorpsi bunyi terjadi karena beberapa faktor. Salah satunya adalah resonansi lokal, yaitu saat ukuran pori atau ketebalan material cocok dengan panjang gelombang suara tertentu, sehingga suara lebih banyak diserap pada frekuensi itu. Pori-pori yang tidak rata juga bisa menyebabkan lonjakan karena menyerap suara di frekuensi yang berbeda-beda. Ketebalan serta adanya ruang udara di belakang material juga ikut menambah efek ini. Jadi, kombinasi dari struktur pori, kerapatan, dan ketebalan bisa menyebabkan peningkatan penyerapan suara secara tiba-tiba di frekuensi tertentu [35] [36].



Gambar 8. Grafik koefisien absorpsi bunyi material akustik dari kulit kacang tanah dengan ketebalan 30 mm, 60 mm dan 90 mm [37].

Pada gambar 8 merupakan grafik koefisien absorpsi material akustik dari kulit kacang tanah dan grafik (a) terlihat bahwa koefisien serapan (α) untuk ketebalan material 30 mm, 60 mm, dan 90 mm sangat rendah pada frekuensi rendah (di bawah 400 Hz), semua masih di bawah 0,4, meski ketebalan 90 mm sedikit lebih unggul. Seiring frekuensi naik, material yang tebal menunjukkan peningkatan koefisien serapan lebih awal. Sampel dengan ketebalan 90 mm, α sudah melewati 0,5 di kisaran 400-500 Hz dan mendekati nilai maksimum mendekati 1,0 setelah 1600 Hz, untuk ketebalan 60 mm, angka 0,5 tercapai sekitar 800-900 Hz dan koefisien absorpsi tertinggi yaitu 1 pada frekuensi 2000 Hz dan 4000-6400 Hz sedangkan ketebalan 30 mm baru melewati 0,5 pada sekitar 1700 Hz dan mencapai koefisien absorpsi tertinggi pada frekuensi sekitar 4800 Hz. Ketiga sampel stabil di nilai α tinggi, walaupun tampak fluktuasi kecil akibat resonansi internal atau gelombang berdiri dalam sampel. Jadi dapat disimpulkan, semakin tebal material akustik kulit kacang tanah, semakin baik kemampuan material ini menyerap suara khususnya pada frekuensi tinggi. Hal ini terjadi karena udara yang terperangkap dalam rongga-rongga kulitnya memberikan perlawanan (viskositas) terhadap gelombang suara, sehingga energi suara diserap di dalamnya. Dengan struktur rongga yang semakin kompleks dan jumlah ruang yang lebih banyak pada kulit yang tebal, jalur gelombang suara menjadi lebih panjang dan penyerapan pun semakin efektif [37].

Nilai koefisien absorpsi suara pada gambar 8 menunjukkan pola naik turun yang disebabkan oleh struktur pori kulit kacang tanah yang tidak seragam dan saling terhubung. Rongga-rongga antar partikel menciptakan jalur yang memungkinkan gelombang suara masuk dan mengalami disipasi energi melalui gesekan udara di dalam pori (*viscous loss*). Namun, karena distribusi ukuran dan bentuk pori tidak merata, penyerapan suara tidak terjadi secara konsisten pada semua frekuensi. Akibatnya, terjadi fluktuasi nilai absorpsi, terutama pada frekuensi tinggi, di mana gelombang suara lebih sensitif terhadap variasi struktur internal material. Selain itu, permukaan kulit yang kasar dan bentuk partikel yang acak juga turut memengaruhi interaksi gelombang suara dengan material. Pola ini merupakan

karakteristik umum pada bahan berpori alami, di mana resonansi lokal dan jalur rambat udara yang kompleks menyebabkan perbedaan penyerapan suara pada setiap rentang frekuensi [37]. Beberapa perbandingan nilai koefisien absorpsi bunyi material yang digunakan dengan bahan alam lainnya dari berbagai referensi dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Perbandingan koefisien absorpsi bunyi material akustik yang terbuat dari bahan alam.

Bahan	Koefisien Absorpsi Bunyi (α)	Frekuensi (Hz)	Referensi
Kulit Kacang	0,78	1600	Present
Serbuk Kayu	0,90	1800	[38]
Kelapa Sawit	0,87	8000	[39]
Pinang	0,84	8000	[39]
Jerami Padi	0,82	8000	[39]
Pelepah Pisang	0,77	8000	[39]
Eceng Gondok	0,70	8000	[39]
Kulit Durian	0,96	2000	[40]
Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit	0,99	5000	[41]

4. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini, tiga sampel material kulit kacang tanah dengan ketebalan bervariasi, yaitu 1 cm, 2 cm, dan 3 cm, telah diuji dan dianalisis. Koefisien absorpsi bunyi sebagai sifat akustik material dianalisis secara eksperimental menggunakan metode tabung impedansi. Berdasarkan hasil pengujian koefisien absorpsi suara, material komposit berbahan kulit kacang tanah dapat dimanfaatkan sebagai material peredam suara dengan nilai absorpsi tertinggi mencapai 0.78 pada frekuensi 1600 Hz dengan ketebalan 3 cm. Serta variasi ketebalan material akustik berbahan kulit kacang tanah berpengaruh terhadap kemampuan absorpsi bunyi. Material akustik yang lebih tebal cenderung menghasilkan nilai koefisien absorpsi yang lebih tinggi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Karki, T. B., Manandhar, R. B., Neupane, D., Mahat, D., & Ban, P. (2024). Critical Analysis of Noise Pollution and Its Effect on Human Health. *International Journal of Educational and Life Sciences*, 2(2), 161–176. <https://doi.org/10.59890/ijels.v2i2.1372>

- [2] Thompson, R., Smith, R. B., Bou Karim, Y., Shen, C., Drummond, K., Teng, C., & Toledano, M. B. (2022). Noise pollution and human cognition: An updated systematic review and meta-analysis of recent evidence. In *Environment International*, 158. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106905>
- [3] Münzel, T., Daiber, A., Engelmann, N., Röösli, M., Kuntic, M., & Banks, J. L. (2024). Noise causes cardiovascular disease: it's time to act. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 35, 24-33 <https://doi.org/10.1038/s41370-024-00732-4>
- [4] Mohammadi, B., Ershad-Langroudi, A., Moradi, G., Safaiyan, A., & Habibi, P. (2022). Mechanical and sound absorption properties of open-cell polyurethane foams modified with rock wool fiber. *Journal of Building Engineering*, 48. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103872>
- [5] Nyumutsu, J., Agyei-Agyemang, A., Andoh, Y., Tawiah, P. O., & Asaaga, B. A. (2023). The Potential of Sawdust and Coconut Fiber as Sound-Reduction Materials. In *Journal of Applied Engineering and Technological Science*, 4(2).
- [6] Hassani, P., Soltani, P., Ghane, M., & Zarrebini, M. (2021). Porous resin-bonded recycled denim composite as an efficient sound-absorbing material. *Applied Acoustics*, 173. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2020.107710>
- [7] Samaei, S. E., Berardi, U., Soltani, P., & Taban, E. (2021). Experimental and modeling investigation of the acoustic behavior of sustainable kenaf/yucca composites. *Applied Acoustics*, 183. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2021.108332>
- [8] Ehsan Samaei, S., Berardi, U., Taban, E., Soltani, P., & Mohammad Mousavi, S. (2021). Natural fibro-granular composite as a novel sustainable sound-absorbing material. *Applied Acoustics*, 181. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2021.108157>
- [9] Taban, E., Amininasab, S., Soltani, P., Berardi, U., Abdi, D. D., & Samaei, S. E. (2021). Use of date palm waste fibers as sound absorption material. *Journal of Building Engineering*, 41. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102752>
- [10] Lashgari, M., Taban, E., SheikhMozafer, M. J., Soltan, P., Attenborough, K., & Khavanin, A. (2024). Wood chip sound absorbers: Measurements and models. *Applied Acoustics*, 220. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2024.109963>
- [11] Ehsan Samaei, S., Berardi, U., Asilian Mahabadi, H., Soltani, P., & Taban, E. (2023). Optimization and modeling of the sound absorption behavior of polyurethane composite foams reinforced with kenaf fiber. *Applied Acoustics*, 202. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2022.109176>
- [12] Sengupta, S., Basu, G., Datta, M., Debnath, S., & Nath, D. (2021). Noise control material using jute (*Corchorus olitorius*): effect of bulk density and thickness. *Journal of the Textile Institute*, 112(1), 56–63. <https://doi.org/10.1080/00405000.2020.1744222>
- [13] Narattha, C., Wattanasiriwech, S., & Wattanasiriwech, D. (2024). Sustainable, multifunctional fly ash geopolymer composite with rice husk aggregates for improved acoustic, hygric, and thermal performance. *Construction and Building Materials*, 445. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.137743>

- [14] Kamal Tafzeelul and Wajih, I. and S. V. and R. Y. and S. M. A. (2021). Evaluation of Agricultural Waste Natural Fiber as an Acoustic Absorber for Reduction of Industrial Noise. In A. A. and H. F. Muzammil Mohammad and Khan (Ed.), *Ergonomics for Improved Productivity* (pp. 335–341). Springer Singapore.
- [15] Mehrzad, S., Taban, E., Soltani, P., Samaei, S. E., & Khavanin, A. (2022). Sugarcane bagasse waste fibers as novel thermal insulation and sound-absorbing materials for application in sustainable buildings. *Building and Environment*, 211. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.108753>
- [16] Jang, E. S. (2023). Sound Absorbing Properties of Selected Green Material—A Review. In *Forests* 14(7). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/f14071366>
- [17] Fattahi, M., Taban, E., Soltani, P., Berardi, U., Khavanin, A., & Zaroushani, V. (2023). Waste corn husk fibers for sound absorption and thermal insulation applications: A step towards sustainable buildings. *Journal of Building Engineering*, 77. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.107468>
- [18] Kassim, D. H., Putra, A., & Ramlan, R. (2023). Enhancement of sound absorption of coir fiber using thin layer of kapok fibers. *Journal of Natural Fibers*, 20(1). <https://doi.org/10.1080/15440478.2022.2164103>
- [19] SheikhMozafari, M. J., Taban, E., Soltani, P., Faridan, M., & Khavanin, A. (2024). Sound absorption and thermal insulation performance of sustainable fruit stone panels. *Applied Acoustics*, 217. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2023.109836>
- [20] Halashi, K., Taban, E., Soltani, P., Amininasab, S., Samaei, E., Moghadam, D. N., & Khavanin, A. (2024). Acoustic and thermal performance of luffa fiber panels for sustainable building applications. *Building and Environment*, 247. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.111051>
- [21] Segura, J., Montava, I., Juliá, E., & Gadea, J. M. (2024). Acoustic and thermal properties of panels made of fruit stones waste with coconut fibre. *Construction and Building Materials*, 426. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.136054>
- [22] Taban, E., Amininasab, S., Soltani, P., Berardi, U., Abdi, D. D., & Samaei, S. E. (2021). Use of date palm waste fibers as sound absorption material. *Journal of Building Engineering*, 41. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102752>
- [23] Kolya, H., & Kang, C. W. (2024). Herbal waste as a renewable resource for sound absorption: An eco-conscious approach for wall panel. *Journal of Building Engineering*, 82. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.108249>
- [24] Oulidi, O., Nakkabi, A., Boukhlifi, F., Fahim, M., Lgaz, H., Alrashdi, A. A., & Elmoualij, N. (2022). Peanut shell from agricultural wastes as a sustainable filler for polyamide biocomposites fabrication. *Journal of King Saud University - Science*, 34(6). <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.102148>
- [25] Cheng, X., Zhang, L., Li, L., Wu, H., Zheng, J., Li, J., & Yi, T. (2025). Efficient construction of peanut shell-derived N-doped porous carbon materials for high-performance symmetric supercapacitors. *Diamond and Related Materials*, 151. <https://doi.org/10.1016/j.diamond.2024.111881>

- [26] Abdulhameed, J. I., Ali, A. H., Kara, İ. H., Mahan, H. M., Konovalov, S. V., & Al-Nedawi, N. M. (2024). Preparing Eco-friendly Composite from End-life Tires and Epoxy Resin and Examining Its Mechanical, and Acoustic Insulation Properties. *International Journal of Nanoelectronics and Materials (IJNeaM)*, 17(1)<https://doi.org/10.58915/ijneam.v17i1.514>
- [27] Rigo, M., Khatami, H., Mansi, A., Marcelloni, A. M., Proietto, A. R., Chiominto, A., Amori, I., Bargellini, A., Marchesi, I., Frezza, G., Lipani, F., Cermelli, C., Rossini, A., Quaresimin, M., Zappalorto, M., Pontefisso, A., Pastrello, M., Rossetto, D., Modesti, M., ... Bertani, R. (2024). Revealing Commercial Epoxy Resins' Antimicrobial Activity: A Combined Chemical–Physical, Mechanical, and Biological Study. *Polymers*, 16(18). <https://doi.org/10.3390/polym16182571>
- [28] ISO 10534-2. (1998). *Acoustics-Determination of Sound Absorption Coefficient and Impedance in Impedance Tubes*.
- [29] Aygun, H., Gomez-Agustina, L., & Mundula, S. (2023). Acoustic wave propagation through eco-friendly porous panels at normal incidence. *Building Acoustics*, 30(4), 359–372. <https://doi.org/10.1177/1351010X231202014>
- [30] Shen, Z. Y., Huang, C. J., & Liu, K. W. (2022). Development and Applications of a Pressurized Water-Filled Impedance Tube. *Sensors*, 22(10). <https://doi.org/10.3390/s22103827>
- [31] Li, X., Cao, Z., Xu, L., & Liu, B. (2023). Sound Absorption of the Absorber Composed of a Shunt Loudspeaker and Porous Materials in Tandem. *Polymers*, 15(14). <https://doi.org/10.3390/polym15143051>
- [32] Andari, R. (2019). Pengukuran Koefisien Absorpsi Komposit Serbuk Gergaji Sebagai Material Pengendali Kebisingan. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 8(2). <https://doi.org/10.21063/JTE.2018.3133822>
- [33] ISO 11654. (1997). *Acoustics-Determination of Sound Absorbers for Use in Buildings-Rating of Sound Absorption*.
- [34] Putri, Y., & Elvasver. (2017). Pengaruh Ketebalan Komposit Serat Sabut Kelapa terhadap Koefisien Absorpsi Bunyi dan Impedansi Akustik Menggunakan Metode Tabung Impedansi. *Jurnal Fisika Unand*, 6(3).
- [35] Kuznetsova, S., Deleplanque, S., Dubus, B., & Miniaci, M. (2023). *Hierarchical meta-porous materials as sound absorbers*. <http://arxiv.org/abs/2310.19151>
- [36] Van Damme, B., Cavalieri, T., Nguyen, C.-T., & Perrot, C. (2024). *Enhancement of the sound absorption of closed-cell mineral foams by perforations: Manufacturing process and model-supported adaptation*. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2024.113540>
- [37] Jang, E. S. (2022). Peanut Shells as an Environmentally Beneficial Sound-Absorbing Material. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 50(3), 179–185. <https://doi.org/10.5658/WOOD.2022.50.3.179>
- [38] Marcellino Henrikus, F., Sutresno, A., & Ferdy Samuel Rondonuwu, dan. (2025). Pengujian Material Absorpsi Bunyi dari Serbuk Kayu Menggunakan Tabung Impedansi Dua Mikrofon. In *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 3(1).

- [39] Syahputra, P. (2024). *Karakteristik Koefisien Absorpsi Bunyi dan Impedansi Akustik dari Serat Alam Menggunakan Metode Tabung*. 12(4), 548–553. <https://doi.org/10.25077/jfu.12.4.548-533.2023>
- [40] Aziza, Y., & Elvaswer, E. (2022). Pengaruh Ketebalan Panel Akustik dari Limbah Kulit Durian terhadap Koefisien Absorpsi dan Impedansi Akustik. *Jurnal Fisika Unand*, 11(2), 208–213. <https://doi.org/10.25077/jfu.11.2.208-213.2022>
- [41] Nikon, M. (2023). *Karakterisasi Koefisien Absorpsi Bunyi dan Impedansi Akustik dari Panel Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Menggunakan Metode Tabung*. 12(3), 493–499. <https://doi.org/10.25077/jfu.12.3.493-499.2023>