

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebisingan lingkungan merupakan salah satu risiko utama terhadap kesehatan dan kesejahteraan manusia. Sumber gangguan utama adalah transportasi, termasuk lalu lintas jalan, kereta api, dan pesawat terbang serta aktivitas industri. Dampak gangguan tidak hanya terbatas pada gangguan pendengaran tetapi juga dapat berkontribusi terhadap berbagai masalah kesehatan *non-auditori* (Khomenko et al., 2022). Kebisingan lingkungan merupakan masalah signifikan yang mempengaruhi kesehatan mulai dari gangguan kognitif hingga stres emosional dan gangguan fungsi kekebalan tubuh (Khosro et al., 2025). Organisasi kesehatan dunia (WHO) menyampaikan bahwa gangguan lingkungan dalam jangka panjang dapat meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular dan hipertensi (Tarrazó-Serrano et al., 2025).

Untuk menangani masalah gangguan tersebut, beberapa langkah alternatif pengendalian kebisingan seperti penggunaan bahan penyerap kebisingan digunakan untuk mengurangi tingkat paparan populasi yang berisiko. Serat kaca, wol mineral, busa sel terbuka, dan ubin akustik adalah beberapa di antara peredam komersial berserat mineral dan sintesis atau berpori. Serat alami menjadi bahan inovatif untuk isolasi termal dan akustik, terutama di sektor bangunan di negara berkembang dengan tantangan daur lain (Taban et al., 2019). Serat alami termasuk sisa agroindustri dan pengikat berbasis bio telah muncul sebagai bahan baku alternatif yang potensial dalam konstruksi penggunaan serat alami untuk aplikasi penyerapan suara (Figueiredo et al., 2025). Komposit yang diperkuat serat alami memiliki sifat termal, ketahanan kimia dan isolasi yang baik terhadap lingkungan (Gopinath et al., 2021).

Kemampuan biodegradabilitas serat alami memiliki dampak lingkungan yang lebih rendah. Selain itu, serat alami juga mampu mengurangi limbah dan mendorong keberlanjutan dalam praktik industri ringan seperti sifatnya yang ringan sehingga dapat meningkatkan efisiensi bahan bakar dan menurunkan emisi (Thandavamoorthy et al., 2024). Dalam aplikasi material komposit, serat alami yang berbasis biodegradabilitas dapat mencapai sifat mekanik yang baik pada kekuatan tarik dan kekuatan lentur (Ramirez et al., 2024). Serat alami adalah sumber daya yang berkelanjutan secara lingkungan yang dapat digunakan sebagai penguat pada pembuatan biokomposit yang sesuai untuk berbagai aplikasi dan juga dapat



dan ramah lingkungan (Mundhe & Kandasubramanian, 2024). Bahan baku dari sumber-sumber alami dapat digunakan untuk bahan polimer konvensional yang dapat terurai secara hayati. Perlakuan kimiawi seperti perlakuan alkali harus digunakan permukaan serat dalam pembentukan ikatan yang lebih baik penguat (Saikumar Reddy et al., 2022). Komposit yang diuji ke tabung impedansi. Metode ini dipilih karena sederhana,

praktis dan material yang diperlukan relatif sedikit dibandingkan metode ruang dengung (*reverberation sabine*). Pada metode tabung impedansi, nilai koefisiensi absorpsi bunyi dapat ditentukan dengan menghitung perbandingan amplitudo tekanan maksimum dan amplitudo tekanan minimum (Risma & Elvaswer, 2020).

Salah satu industri yang menghasilkan limbah dalam jumlah besar di seluruh dunia adalah industri kopi, yang mana 45% biji kopi terbuang sia-sia baik dalam bentuk sekam, kulit, ampas, atau kulit perak kopi (Ghazvini et al., 2022). Kopi merupakan komoditas pertanian yang banyak diperdagangkan secara global kedua setelah minyak, dengan nilai ekspor mencapai USD 36,3 miliar. Dua spesies utama yang dibudayakan adalah Kopi Arabika sebesar 64% (produksi global) dan Kopi Robusta sebesar 35% (Tsigkou et al., 2025). Pemrosesan buah kopi menghasilkan sekam, kulit kopi, ampas, yang mewakili 45% dari buah kopi. Kulit perak kopi dikenal sebagai sekam kopi yang merupakan kulit tipis yang menutupi biji kopi hijau yang dilepaskan selama proses pemanggangan (Garcia & Kim, 2021).

Kopi menjadi salah satu minuman yang sering dikonsumsi di dunia. Kopi ditanam di sekitar 80 negara di seluruh dunia, menghasilkan produk sampingan dalam jumlah besar seperti ampas, cangkang, kulit perak dan limbah kopi setelah di proses (Choi et al., 2022). Kulit perak kopi (*Coffee Silver Skin*) adalah salah satu limbah alami yang potensial. Diperkirakan sekitar 5,5 ton kopi diproduksi di seluruh dunia, 6,4% (Abdi et al., 2021a). Kulit perak kopi merupakan produk sampingan dari proses pemanggangan kopi yang terdiri dari lapisan terdalam biji kopi. Saat ini, Kulit perak kopi tidak memiliki alternatif yang baik untuk pembuangan ke TPA. Misalnya, pembuangan kulit perak kopi sebagai limbah padat dan dibakar begitu saja karena tidak bersifat ekonomis (Sarasini et al., 2018).

Kulit perak kopi (*Coffee Silver Skin*) diperoleh setelah pemanggangan biji kopi yang berkisar sekitar 4,2% dari kandungan biji kopi. Produk sampingan yang dihasilkan dapat berguna untuk aplikasi industri karena memiliki kadar air yang rendah. Kulit perak kopi mengandung lignin (29%), selulosa (24%), dan hemiselulosa (17%). Kandungan komposisi tersebut memiliki fungsi sebagai pengisi alami dalam material komposit. Pemanfaatan kulit perak kopi dalam bahan komposit berkontribusi dalam pengelolaan limbah (Kumar et al., 2024). Kulit Perak Kopi memiliki nilai nutrisi yang baik, dengan kandungan protein (18,9 %), serat pangan (34,7%), serta kadar lemak yang rendah (3,0%). Selain itu, Kulit perak kopi mengandung senyawa bioaktif seperti polifenol dan melanoidin yang memiliki potensi antioksidan, serta peptida. Kulit perak kopi juga memiliki karakteristik struktural yang memungkinkan penggunaannya sebagai pengisi bahan biokomposit. Pemanfaatan kulit perak kopi terus diteliti karena memiliki nilai yang berpotensi mengurangi pencemaran lingkungan (Nolasco



an di atas, penulis bertujuan untuk memanfaatkan kulit perak kopi untuk dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan peredam akustik komposit sebagai peredam akustik yang mampu menyerap suara dan efektif dalam mengurangi frekuensi suara baik rendah maupun tinggi karena itu, penulis akan melakukan berbagai pengujian untuk

mengetahui performa akustik dari material yang dihasilkan berbasis kulit perak kopi (*Coffee Silver Skin*), dengan judul penelitian “**Karakterisasi Sifat Akustik Material Komposit Berbasis Kulit Perak Kopi Menggunakan Metode Tabung**”.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Mengukur nilai koefisien absorpsi suara pada komposisi bahan komposit yang terbuat dari Kulit Perak Kopi (*Coffee Silver Skin*) sebagai material akustik.
2. Mengetahui pengaruh variasi ketebalan pada material komposit pada Kulit Perak Kopi (*Coffee Silver Skin*).

1.3 Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini berkontribusi dalam pengelolaan limbah organik, khususnya limbah kulit perak kopi. Pemanfaatan limbah ini dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan memberikan potensi nilai ekonomis sebagai bahan baku alternatif dalam industri material akustik.
2. Penelitian ini memberikan peluang terhadap pengembangan material komposit akustik berbasis bahan alami yang ramah lingkungan. Material ini berpotensi menjadi solusi inovatif dalam teknologi peredam suara yang efisien dan berkelanjutan.



BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2024 – Mei 2025 bertempat di Laboratorium Fisika Material dan Energi, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Laboratorium Sains dan Teknologi bangunan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

2.2 Bahan dan Alat

2.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Kulit Perak Kopi (*Coffe Silver Skin*)
2. Resin Epoksi
3. Katalis *Hardener*
4. *Aquades*
5. NaOH 40%
6. Pelembab

2.2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Neraca Digital
2. Oven
3. Gelas ukur
4. Wadah
5. Cetakan Bundar (diameter 10 cm)
6. Pengaduk
7. Tabung Impedansi
8. *Alumunium foil*
9. Saringan

2.3 Metode Penelitian

2.3.1 Preparasi Kulit Perak Kopi

Kulit perak kopi dikumpulkan dan dibilas menggunakan air kemudian dijemur matahari selama 3 hari untuk menghilangkan kadar air yang ada pada kulit perak kopi (*Coffee Silver Skin*). Setelah kering, kulit perak kopi dimasukkan ke dalam larutan NaOH 40% selama 30 menit, kemudian dibilas dengan air bersih hingga serat bersih dari larutan dan kemudian kulit perak kopi dimasukkan ke dalam oven selama 1 jam pada suhu 110 derajat celsius.

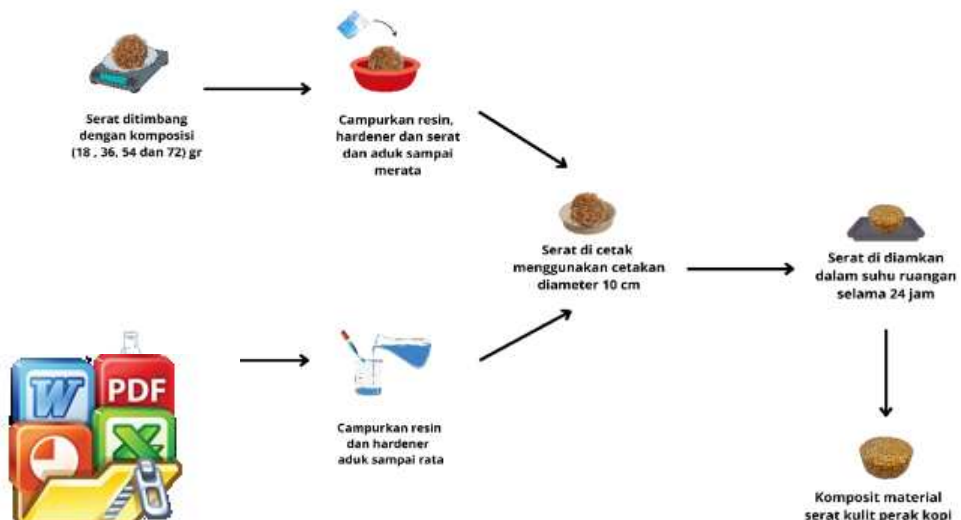




Gambar 1. Skema Preparasi Serat Kulit Perak Kopi.

2.3.2 Pembuatan Komposit Kulit Perak Kopi

Kulit perak kopi yang telah dikeringkan kemudian ditimbang sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan. Selanjutnya, kulit perak kopi dicampurkan dengan resin epoksi serta katalis (*hardener*) dengan menggunakan perbandingan 1:2. Proses pencampuran dilakukan secara merata menggunakan alat pengaduk (spatula) selama kurang lebih 3-5 menit hingga campuran sampel menjadi homogen. Setelah campuran homogen, campuran dituangkan ke dalam cetakan silinder berdiameter 10 cm. Sampel kemudian dibiarkan pada suhu ruang selama 24 jam untuk proses pengerasan. Selanjutnya, sampel komposit dilepaskan dari cetakan dan siap untuk dilakukan pengujian.



Gambar 2. Skema pembuatan komposit.

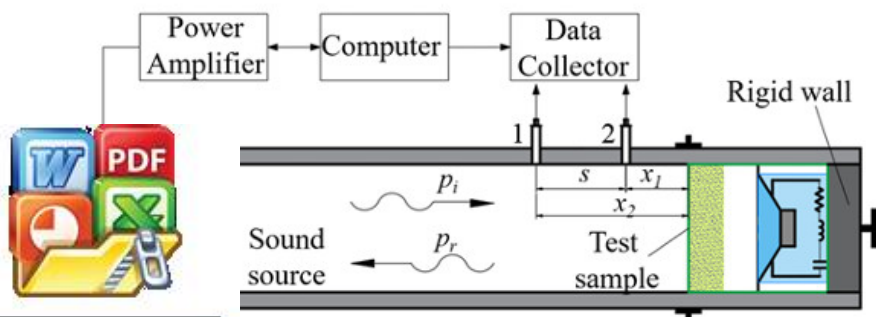
Berikut adalah variasi komposisi dan variasi ketebalan material akustik Kulit Perak Kopi (*Coffee Silver Skin*).

Tabel 2 Variasi Komposit Material :

Kode Sampel	Komposisi (gr)		Diameter (cm)	Ketebalan (cm)
	Kulit Perak Kopi	Resin Epoksi + Katalis		
Sampel a	18	8	10	1
Sampel b	36	18	10	2
Sampel c	54	27	10	3
Sampel d	72	36	10	4

2.3.3 Uji Nilai Koefisien Absorpsi Suara (α)

Koefisien absorpsi bunyi merupakan efisiensi absorpsi bunyi suatu bahan pada frekuensi tertentu terhadap bunyi yang datang pada bahan. Koefisien ini dinyatakan dalam α . Semakin besar α maka semakin baik digunakan sebagai peredam suara. Nilai α berkisar dari 0 sampai 1. Jika α bernilai 0, artinya tidak ada bunyi yang diserap sedangkan jika α bernilai 1, artinya 100% bunyi yang datang diserap oleh bahan (SHELEMO, 2023). Terdapat dua metode standar yang digunakan untuk mengukur koefisien serapan bunyi yaitu metode rasio gelombang tegak (ISO 105432-1) dan metode transfer fungsi (ISO 105342-2). Kedua metode dirancang untuk pengukuran pada sampel kecil. Metode rasio gelombang tegak mapan, tapi lambat sehingga diganti dengan metode transfer fungsi karena kecepatan dan akurasi dalam pengukuran (Nasution et al., 2018).



Pada penelitian ini, pengukuran nilai koefisien absorpsi (α) menggunakan metode transfer fungsi (ISO 105342-2). Proses pengukuran penyerapan suara dalam tabung impedansi dimulai dengan tekanan suara pada posisi 1 dan posisi 2 dikumpulkan dengan menggunakan dua mikrofon 14 *inchi* MPA416 dimana fungsi transfer kompleks dari tekanan suara pada dua posisi dihitung, kemudian faktor pantulan kompleks insiden normal ditentukan dan diperoleh koefisien penyerapan insiden normal dan impedansi akustik pada permukaan sampel. Terdapat dua buah mikrofon pada posisi x_1 dan x_2 . Tekanan bunyi pada posisi ini masing-masing adalah (Li et al., 2023) :

$$p_1 = p_I e^{jk_0 x_1} + p_R e^{-jk_0 x_1} \quad (3.1)$$

$$p_2 = p_I e^{jk_0 x_2} + p_R e^{-jk_0 x_2}$$

fungsi transfer dari medan suara total, gelombang akustik yang dipantulkan, dan gelombang akustik yang datang pada posisi 1 dan posisi 2 di definisikan sebagai :

$$\begin{aligned} H_{12} &= \frac{p_2}{p_1} = \frac{e^{jk_0 x_2} + r e^{-jk_0 x_2}}{e^{jk_0 x_1} + r e^{-jk_0 x_1}} \\ H_I &= \frac{p_{2I}}{p_{1I}} = e^{-jk_0(x_1 - x_2)} = e^{-jk_0 s}, \\ H_R &= \frac{p_{2R}}{p_{1R}} = e^{jk_0(x_1 - x_2)} = e^{jk_0 s} \end{aligned} \quad (3.2)$$

Keterangan :

p_I adalah amplitudo gelombang datang (Pa)

p_R adalah amplitudo gelombang pantul (Pa)

x_1 adalah jarak antara sampel dan mikrofon terjauh (m)

x_2 adalah jarak antara sampel dan mikrofon terdekat (m)

s adalah jarak antar mikrofon (m)

j adalah bilangan imajiner

k adalah bilangan gelombang akustik (rad/m)

e adalah eksponensial

H_R adalah fungsi transfer untuk gelombang pantul

H_I adalah fungsi transfer untuk gelombang datang

r adalah faktor refleksi

koefisien pantulan dihitung sebagai :

$$r = \frac{H_{12} - H_1}{H_R - H_{12}} \cdot e^{j2k_0 x_1} \quad (3.3)$$

Keterangan :

$$H_1 = e^{-jks}$$



konservasi energi, koefisien penyerapan bunyi α dinyatakan

$$\alpha = 1 - |r|^2 \quad (3.4)$$

2.4 Analisis Data

Analisis data dilakukan berdasarkan hasil pengukuran koefisien serapan suara menggunakan metode tabung impedansi pada ruangan tertutup. Sampel komposit Kulit Perak Kopi (*Coffee Silver Skin*) yang diletakkan dalam *holder* pada tabung yang dikenai gelombang suara berfrekuensi 200-1600 Hz melalui *amplifier*. Mikrofون yang ada dalam tabung mendeteksi gelombang pantulan dan dicatat oleh komputer. Hasil pengukuran ditampilkan dalam bentuk grafik yang menunjukkan nilai koefisien serapan suara terhadap frekuensi. Dari grafik tersebut, dijelaskan pengaruh variasi ketebalan sampel terhadap kemampuan bahan dalam menyerap suara.

2.5 Pelaksanaan penelitian

