

# Pengaruh Variasi Urutan Lapisan terhadap Sifat Akustik dan Termal Komposit Ramah Lingkungan berpenguat Serat Ampas Tebu dan Getah Pinus

Putri Pratiwi<sup>1\*</sup>, Mastariyanto Perdana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang  
Jln. Gajah Mada Jl. Kandis Raya, Kp. Olo, Kec. Nanggalo, Kota Padang, Sumatera Barat

\*Corresponding author. [pratiwi009@gmail.com](mailto:pratiwi009@gmail.com)

## Abstract

*The objective of this study was to compare the effect of variations in layer order on the acoustic and thermal properties of eco-friendly composites. In this study, bagasse fiber was used as a reinforcing agents and pine resin as an adhesive agents. Bagasse fiber divided into two groups, namely large fibers (about 0.37-0.32 mm in diameter) and small fibers (about 0.12-0.17 mm in diameter). Composites were fabricated with a volume fraction of bagasse fiber and pine resin ratio of 70%:30%, the thickness about 0,5 cm. Composite board with different diameters of the fiber have been arranged in the order of the diameter of large fiber (b-b), large and small (b-k), small and large (k-b) and small (k-k). Acoustic and thermal properties is limited to the sound absorption coefficient test, acoustic impedance and thermal conductivity. Acoustic properties were measured using the single-microbe Impedance Tube method. While the measurement of thermal properties is carried out using a thermal conductivity apparatus. The results show that all variations of the composites have a good sound absorption and heat insulation capabilities. Composites with a small-small diameter layer have good sound absorption and heat insulation properties compared to other variations. Meanwhile, for composites with layers b-k and k-b arrangements, the ability to absorb sound and insulate heat is not much different.*

**Keywords:** bagasse fiber, composite, pine resin, thermal conductivity, sound absorption coefficient.

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari variasi urutan lapisan terhadap sifat akustik dan termal komposit ramah lingkungan. Pada penelitian ini, serat tebu digunakan sebagai bahan penguat dan getah pinus sebagai bahan perekat. Serat tebu dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu serat besar (diameter sekitar 0,37-0,32 mm) dan serat kecil (diameter sekitar 0,12-0,17 mm). Komposit dicetak dengan perbandingan fraksi volume serat tebu dan getah pinus sebesar 70%:30%, ketebalan 0,5 cm. Papan komposit serat tebu berdiameter berbeda disusun dengan urutan diameter serat tebu besar – besar (b-b), besar – kecil (b-k), kecil – besar (k-b) dan kecil – kecil (k-k). Sifat akustik dan termal terbatas pada uji koefisien penyerapan suara, impedansi akustik dan konduktivitas termal. Pengukuran sifat akustik dilakukan dengan menggunakan metode Tabung Impedansi satu mikrofon. Sementara, pengukuran sifat termal menggunakan apparatus konduktivitas termal. Hasil pengujian menyatakan semua variasi lapisan menghasilkan komposit dengan kemampuan penyerapan bunyi dan insulasi panas yang baik. Komposit dengan variasi lapisan berdiameter kecil-kecil (k-k) memiliki kemampuan penyerapan bunyi dan insulasi panas yang lebih baik dibandingkan dengan variasi urutan lainnya. Sementara, untuk komposit dengan susunan layer b-k dan k-b, kemampuan penyerapan bunyi dan insulasi panasnya tidak jauh berbeda.

**Kata kunci:** getah pinus, komposit, koefisien serap bunyi, konduktivitas panas, serat ampas tebu.

## 1. Pendahuluan

Pelaksanaan sistem interkoneksi “manusia – material – lingkungan hidup” membutuhkan penggunaan material yang efektif, teknologi hemat energi, dan skema desain bangunan yang cermat [1]. Pada tahun 2060, pertumbuhan populasi global akan meningkat secara eksponensial bahkan dua kali lipat dari perkiraan permintaan sumber daya material [2]. Kenaikan permintaan material ini akan menyebabkan

efek serius bagi lingkungan karena jumlah gas rumah kaca (GRK) dan limbah akan meningkat secara signifikan. Hal ini menyebabkan fokus penelitian bergeser menuju pengembangan material komposit berbasis biomaterial yang ramah lingkungan. Produk berbasis biomaterial ramah lingkungan ini dipercaya tidak hanya mengurangi GRK agar terhindar dari pemanasan global, tetapi juga mengurangi limbah karena biodegradabilitasnya [2].

Kesadaran akan penggunaan biomaterial semakin meningkat di kalangan masyarakat luas. Pemahaman ini memotivasi banyak orang untuk menggunakan bahan alami dan daur ulang untuk berbagai kepentingan, salah satunya sebagai insulasi bangunan [3].

Panas merupakan salah satu bentuk energi yang dapat ditransfer dari suatu sistem ke sistem yang lain akibat perbedaan suhu. Panas dapat berpindah melalui tiga cara yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi, atau ketika terjadi perubahan wujud [4]. Insulasi termal merupakan cara yang digunakan untuk mengurangi laju perpindahan panas. Perpindahan panas secara radiasi dapat dikurangi dengan menggunakan permukaan yang dapat menyerap atau memantulkan panas tersebut. Perpindahan panas secara konduksi dapat dikontrol dengan menggunakan bahan yang kurang konduktif dan memiliki struktur non-kontinu. Perpindahan panas secara konveksi dapat dicegah dengan memerangkap udara pada suatu ruang kecil yang terdapat pada bahan berserat. Serat membuat jalur berliku-liku yang dapat meningkatkan penyerapan atau hamburan radiasi dan mengurangi perpindahan panas.

Bahan-bahan sintetis atau anorganik telah banyak digunakan sebagai material insulasi termal, diantaranya *glasswool*, *rockwool*, *polyurethane foam*, *extruded polystyrene (XPS)*, dan *expanded polystyrene (EPS)*. Bahan-bahan sintetis tersebut memiliki konduktivitas termal dan densitas yang rendah. Namun, bahan-bahan tersebut memiliki beberapa kekurangan seperti berefek buruk terhadap lingkungan, tidak terbarukan, proses produksinya yang sulit dan mahal, serta tidak dapat didaur ulang. Oleh karena itu, penggunaan bahan organik seperti serat alam sebagai material insulasi bangunan menjadi salah satu faktor penting dalam menciptakan lingkungan yang lebih sehat dan berkelanjutan [5]. Studi penggunaan bahan organik sebagai bahan insulasi termal sedang diteliti secara komprehensif. Beberapa penelitian melaporkan serat alam seperti jerami padi [6], serat tangkai kapas [7], sabut kelapa

dengan ampas tebu[8], rami, flax, hemp[9], dan limbah kayu[10] dapat berpotensi digunakan sebagai bahan insulasi termal.

Pengembangan material untuk papan insulasi termal dipengaruhi oleh karakteristik termal material penyusunnya. Karakteristik termal tersebut dapat diukur dengan melihat nilai konduktivitas termal dari bahan tersebut [11]. Material yang memiliki nilai konduktivitas termal rendah, berpeluang dijadikan sebagai bahan insulasi termal.

Sebagaimana yang dijelaskan sebelumnya, *polyurethane* merupakan salah satu bahan insulasi termal yang telah banyak digunakan. *Polyurethane* merupakan busa plastik padat yang terdiri dari campuran *polyol* dan *isocyanate*, dan salah satu bahannya bisa diperoleh dari bahan alam yang mengandung banyak selulosa seperti ampas tebu. Ampas tebu adalah suatu residu dari proses penggilingan tanaman tebu setelah diekstrak atau diambil niranya. Tebu yang sudah diambil niranya akan menghasilkan ampas. Ampas tebu memiliki kandungan selulosa sebanyak 52,7%, hemiselulosa sebanyak 20,0%, dan lignin sebanyak 24,2%. Ampas tebu ini sangat mudah dijumpai di Indonesia karena tanaman ini memiliki peran yang sangat penting bagi Indonesia. Tanaman ini dapat tumbuh di wilayah tropis dan subtropis pada berbagai kondisi tanah dari dataran rendah hingga ketinggian 1400 mdpl. Tanaman tebu menjadi sangat penting bagi Indonesia karena merupakan salah satu komoditas penghasil gula, yang mampu meningkatkan perekonomian Indonesia [12]. Keberadaan tanaman ini juga cukup melimpah karena Indonesia termasuk dalam sepuluh besar negara perhasil tanaman tebu terbanyak di dunia [13]. Ampas tebu yang hanya dikenal sebagai limbah ini sangat berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan insulasi termal dan diyakini berpotensi untuk mengatasi kebisingan.

Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dan dapat mengganggu. Kebisingan tidak hanya mengganggu kenyamanan saat berkomunikasi, melainkan

dapat juga berdampak buruk bagi kesehatan [14]. *World Health Organization* (WHO) mendefinisikan kebisingan di atas 65 dB sebagai polusi suara. Paparan kebisingan yang berkepanjangan atau berlebihan telah terbukti menyebabkan berbagai masalah kesehatan mulai dari iritasi (gangguan) ringan pada pendengaran, stres, konsentrasi yang buruk, komunikasi dan produktivitas hingga gangguan tidur dan penyakit kardiovaskular [15].

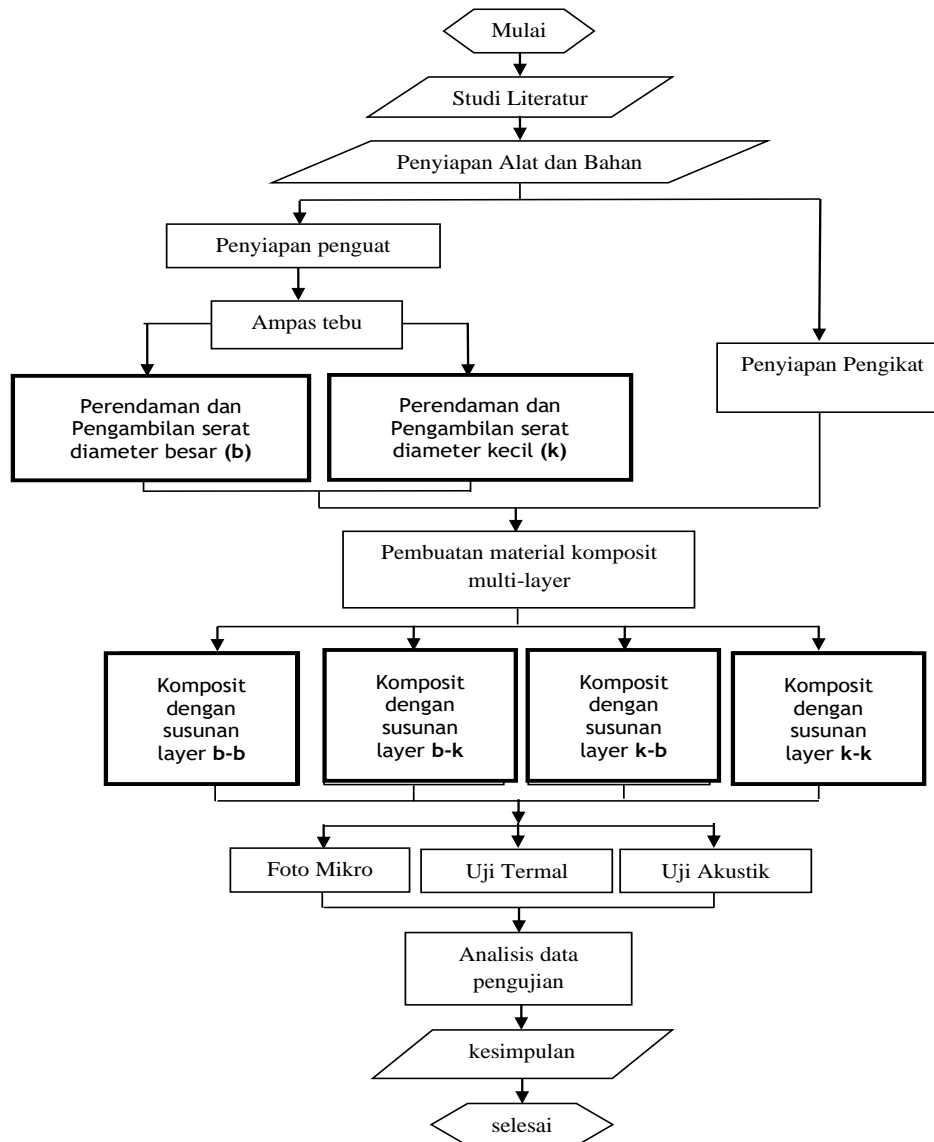
Terdapat tiga komponen yang diperlukan dalam menghasilkan bunyi, yaitu sumber bunyi, media yang akan mentransfer gelombang tersebut dan detektor, seperti telinga manusia, yang akan menangkap/menerima gelombang bunyi tersebut. Mengatasi masalah kebisingan juga akan melibatkan ketiga komponen ini, sehingga solusi untuk mengatasi permasalahan ini juga dibagi menjadi tiga metode. Metode utama adalah dengan melakukan perubahan atau pembatasan pada sumber kebisingan dan getaran, metode sekunder dengan cara memodifikasi jalur sepanjang propagansi suara, sementara metode tersier mengharuskan setiap penerima gelombang suara diperlakukan secara individual. Dari ketiga metode yang dijelaskan, metode sekunder merupakan metode yang paling efisien dilakukan karena relatif lebih praktis dan hemat biaya. Metode ini mencakup isolasi getaran, isolasi dan penyerapan gelombang suara, serta peredam disipatif [2].

Material akustik merupakan material yang cocok digunakan pada metode sekunder ini, dalam mengatasi permasalahan kebisingan. Berdasarkan fungsinya, material akustik dibagi menjadi dua bagian yaitu peredam insulasi bunyi (*sound insulation*) dan peredam serap bunyi (*sound absorbing*). Peredam insulasi bunyi berfungsi untuk mengurangi kebocoran bunyi dari satu ruangan ke ruangan lainnya, sehingga dapat menginsulasi perpindahan

bunyi. Material peredam insulasi bunyi umumnya memiliki karakteristik yaitu berat, tidak berpori, permukaan utuh tanpa cacat, dan elastik. Peredam serap bunyi (*sound absorbing*) berfungsi untuk mengurangi pantulan yang menyebabkan gema pada sebuah ruangan. Bahan ini mampu menyerap energi suara. Material peredam serap bunyi umumnya bersifat ringan, berpori atau berongga, memiliki permukaan lunak atau berselaput, dan tidak dapat meredam getaran [16].

Prinsip kerja dari material penyerap suara (*sound absorbing*) adalah efek resonansi internal yang dimiliki oleh material ini saat terpapar bunyi. Keberadaan pori membuat material ini memiliki banyak jalur yang bisa dilewati oleh gelombang bunyi yang datang pada material tersebut. Selama melewati jalur, akan muncul gesekan internal sehingga energi yang dimiliki oleh gelombang bunyi akan berkurang dalam bentuk kehilangan panas (*thermal loss*) dan kehilangan viskos (*viscous loss*). Prinsip ini menjadikan material berpori sebagai pilihan yang utama untuk mengatasi permasalahan polusi suara untuk aplikasi konstruksi dan transportasi [17].

Selama ini, bahan berpori komersil yang digunakan untuk mengatasi permasalahan polusi suara adalah material dengan bahan dasar sintetis, sama halnya dengan insulasi termal. Namun material ini diketahui berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan ketika jika digunakan dalam jangka waktu yang lama [18]. Efek negatif ini yang menstimulasi banyak penelitian dan pengembangan material baru untuk pengendali kebisingan dan insulasi termal, sebagai alternatif pengganti material berbahan dasar sintetis. Material baru ini dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu: material alami (*green material*) dan material daur ulang (*recycled material*) [19].



Gambar 1. *Flowchart Penelitian*

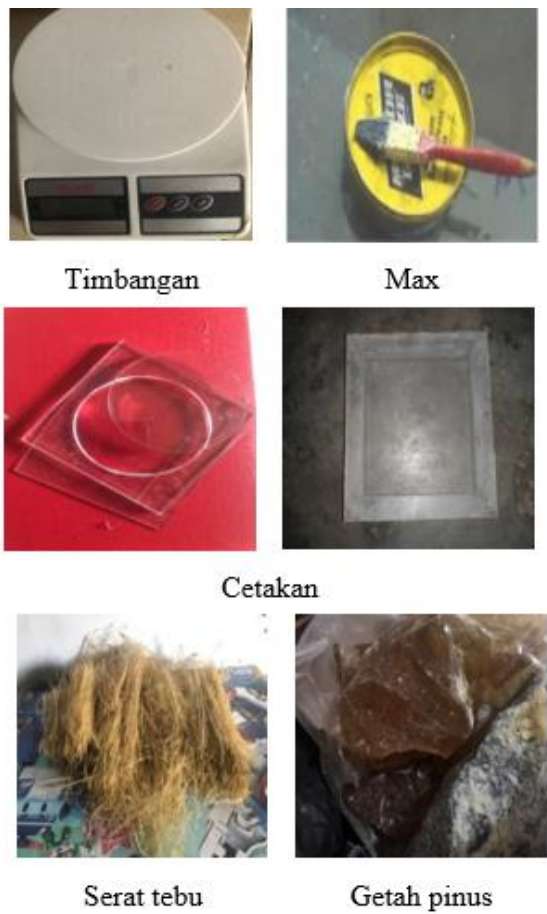
## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dijalankan, peralatan dan persiapan penelitian dijelaskan secara lebih ringkas pada Gambar 1. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu cetakan komposit, wax, timbangan digital, mikroskop digital, alat uji akustik berupa tabung impedansi satu mikrofon dan alat uji konduktivitas termal. Sementara, bahan yang digunakan diantaranya serat tebu sebagai penguat dan getah pinus sebagai perekat dalam pembuatan material komposit seperti yang terlihat pada Gambar 2.

Tahapan pertama dalam pembuatan material komposit adalah penyiapan serat. Serat tebu yang diambil adalah serat dengan diameter besar (b) dan kecil (k), serat tebu dengan diameter besar biasanya ditemukan pada tebu bagian luar (dekat kulit) sementara serat dengan diameter kecil dapat ditemukan pada bagian dalam batang tanaman tebu. Tanaman tebu yang dipilih untuk pembuatan komposit ini adalah tanaman yang sudah matang atau yang memiliki panjang lebih dari 1,5 meter.

Setelah tebu diambil, maka akan dilakukan pengilingan tebu untuk memisahkan air tebu dan ampas tebu. Serat

tebu kemudian dimasukan ke dalam wadah yang berisikan cairan NaOH dan direndam selama lebih kurang 20 menit. Hal ini bertujuan untuk mempermudah pemisahan serat dengan gabus yang melekat pada serat, sekaligus membersihkan serat dari lapisan yang nantinya mengurangi daya lekat perekat ke bagian permukaan serat. Setelah itu, serat tebu diangkat lalu disiram menggunakan air supaya cairan dari NaOH tidak menempel pada permukaan serat.



Gambar 2. Bahan dan Peralatan yang digunakan

Serat tebu kemudian didiamkan di udara terbuka untuk proses pengeringan kurang lebih selama 3 hari. Serat kemudian dikelompokkan menjadi serat berdiameter besar dan serat berdiameter kecil. Setelah serat tebu cukup selanjutnya dilakukan pembuatan spesimen. Proses penyiapan serat hingga serat siap digunakan untuk pembuatan spesimen komposit dapat dilihat pada Gambar 3.

Pembuatan komposit dimulai dengan menyiapkan cetakan yang berbentuk tabung dengan diameter 8 cm dan tinggi 0,5 cm (sesuai untuk uji akustik) dan cetakan berbentuk balok dengan luas alas 12 x 12 cm<sup>2</sup> dan tinggi 0,5 mm (sesuai untuk uji termal) yang telah diberi wax diseluruh permukaannya. Pemberian wax ini bertujuan agar komposit tidak menempel saat diambil dari cetakan. Fraksi volume antara serat tebu dan getah pinus adalah 70:30%. Setelah menentukan massa dari masing-masing bahan dasar komposit ini, maka dilakukan proses penimbangan sesuai dengan hasil perhitungan.



Gambar 3. Proses Penyiapan Serat hingga pembuatan Komposit

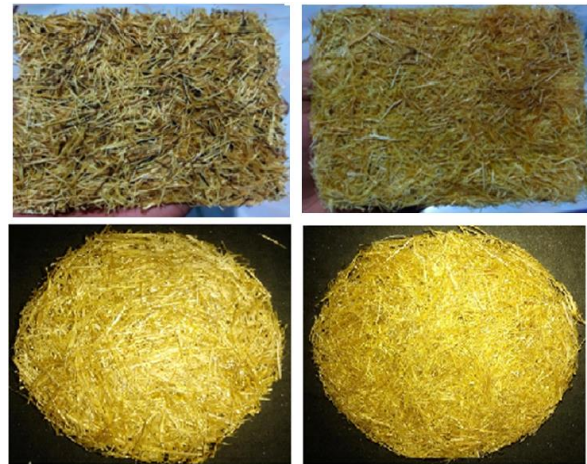
Sebelum dicampurkan dengan perekat, serat dipotong terlebih dahulu dengan panjang sekitar 1 cm. Getah pinus yang digunakan sebagai perekat dalam pembuatan material komposit ini ditimbang sesuai massa yang telah dihitung sebelumnya dan dipanaskan pada suhu 170°C. Sebelum dingin, serat tebu yang telah dipotong dimasukkan kedalam getah

pinus, kemudian diaduk dan dipindahkan ke cetakan.

Proses terakhir adalah pemberian beban penekanan pada material komposit yang ada pada cetakan dengan menggunakan pemberat. Bagian atas spesimen ditutup dengan menggunakan akrilik lalu diberi beban tekan. Setelah komposit mengering, maka beban penekanan dilepaskan dan selanjutnya komposit dikeluarkan dari cetakan. Panel komposit serat tebu berdiameter besar dan kecil yang ditunjukkan pada Gambar 4.

Sebagaimana yang dijelaskan sebelumnya, pengujian akustik dilakukan dengan menggunakan tabung impedansi satu mikrofon. Terdapat empat variasi urutan lapisan pada penelitian ini, yaitu komposit dengan serat tebu berdiameter besar – besar (b-b), besar – kecil (b-k), kecil – besar (k-b) dan kecil – kecil (k-k). Untuk pengujian akustik, untuk komposit dengan lapisan b-k, komposit dengan menggunakan serat tebu berdiameter besar (b) diletakkan dekat dengan mikrofon dan komposit dengan menggunakan serat tebu berdiameter kecil (k) berada dibelakangnya,

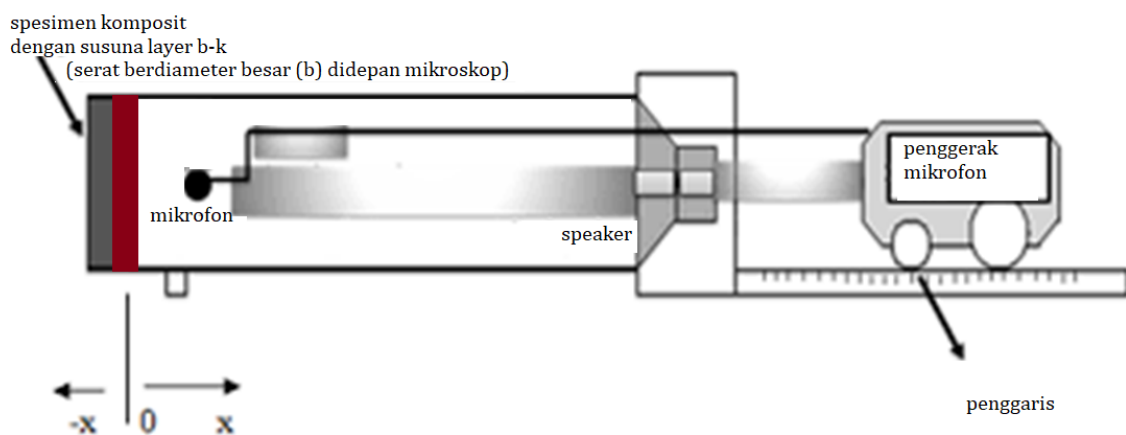
seperti yang terlihat pada Gambar 5. Hal yang sama juga berlaku untuk pengujian konduktivitas termal, untuk komposit dengan lapisan b-k, komposit dengan menggunakan serat tebu berdiameter besar (b) diletakkan dekat dengan sumber panas sementara komposit dengan menggunakan serat tebu berdiameter kecil (k) di sisi yang berlawanan.



Serat Tebu berdiameter besar

Serat Tebu berdiameter Kecil

Gambar 4. Panel komposit serat tebu diameter besar dan kecil untuk uji termal (atas) dan uji akustik (bawah)



Gambar 5. Skema alat uji akustik dan susunan lapisan saat pengujian

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Pengamatan Struktur Mikro

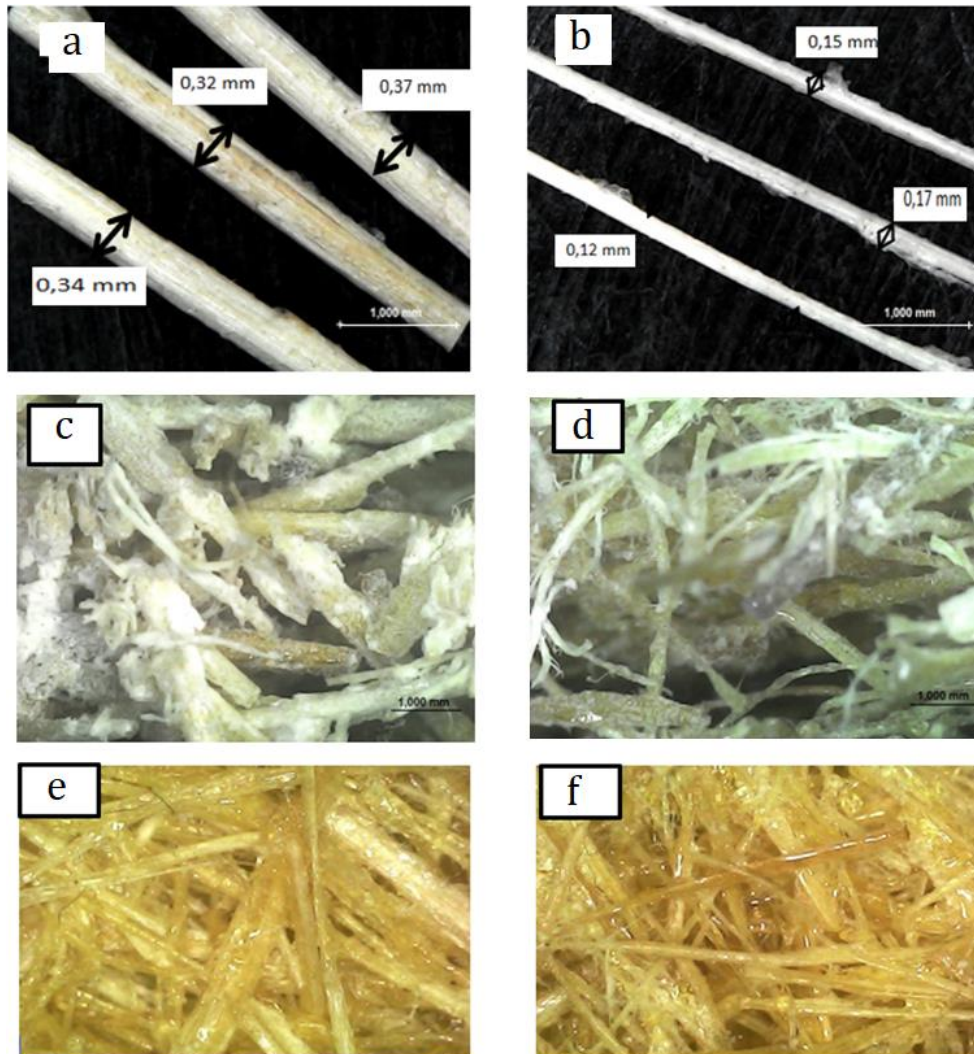
Pengamatan struktur mikro komposit serat tebu dilakukan dengan menggunakan *digital microscope* (DM).

Pengamatan ini difokuskan pada permukaan komposit serat tebu yang dihasilkan. Dari hasil pengujian diketahui serat berdiameter besar memiliki diameter sekitar 0,37-0,32 mm, sementara serat berdiameter kecil

memiliki diameter sekitar 0,12-0,17 mm seperti yang terlihat pada Gambar 6a dan 6b.

Gambar 6a sampai 6f memperlihatkan hasil gambar dengan *digital microscope* dengan pembesaran 1000 kali dan skala 1000  $\mu\text{m}$ . Dari gambar yang didapatkan dapat diketahui bentuk dan distribusi sebaran serat pada komposit yang dihasilkan. Gambar 6c dan 6d memperlihatkan patahan sampel komposit,

sementara Gambar 6e dan 6f memperlihatkan permukaan sampel komposit saat dilihat dari atas. Dari keempat gambar ini diketahui komposit serat tebu dengan diameter besar memiliki jumlah rongga yang lebih sedikit tetapi berukuran lebih besar sementara komposit serat tebu dengan diameter kecil memiliki jumlah rongga yang lebih banyak dan rapat namun berukuran kecil.



Gambar 6. Bentuk permukaan serat tebu dan komposit serat tebu menggunakan DM, (a). sampel serat tebu berdiameter besar, (b). sampel serat tebu berdiameter kecil, (c). patahan komposit serat besar, (d). patahan komposit serat kecil, (e). komposit serat besar, (f). komposit serat kecil.

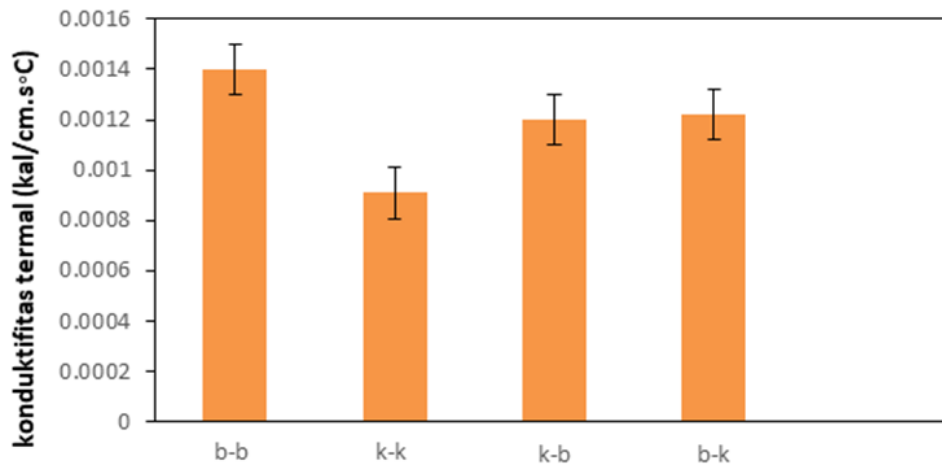
Tabel 1. Hasil Pengujian Konduktivitas Termal

No	Susunan layer komposit	Konduktivitas Thermal (kal/cm.s $^{\circ}\text{C}$ )
1	b-b	0,01400
2	b-k	0,01188
3	k-b	0,01025
4	k-k	0,00091

Tabel 1, memperlihatkan nilai rata-rata dari konduktivitas termal komposit berbahan dasar serat tebu dan getah pinus dengan empat variasi susunan lapisan. Pengujian pertama yaitu komposit dengan dengan susunan lapisan b-b, didapatkan

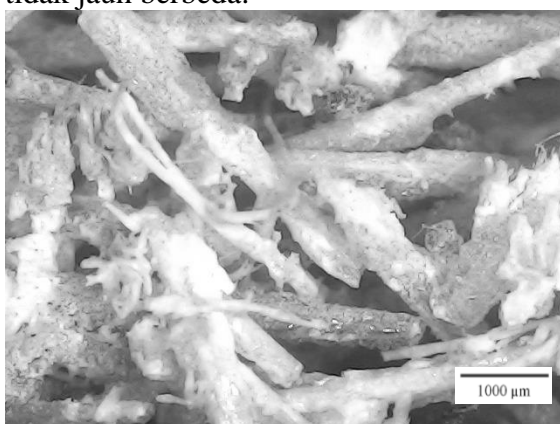
nilai konduktivitas termal rata-rata sebesar 0,014 kal/cm.s°C, pengujian kedua dengan susunan lapisan b-k, didapatkan nilai konduktivitas termal rata-rata sebesar 0,01188 kal/cm.s°C, pengujian ketiga dengan susuna lapisan k-b, didapatkan nilai konduktivitas termal rata-rata sebesar

0,01025 kal/cm.s°C, pengujian keempat dengan susunan lapisan k-k, didapatkan nilai konduktivitas termal rata-rata sebesar 0,00091 kal/cm.s°C. Data-data di atas kemudian dipindahkan ke bentuk grafik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik konduktivitas termal untuk setiap fraksi komposit

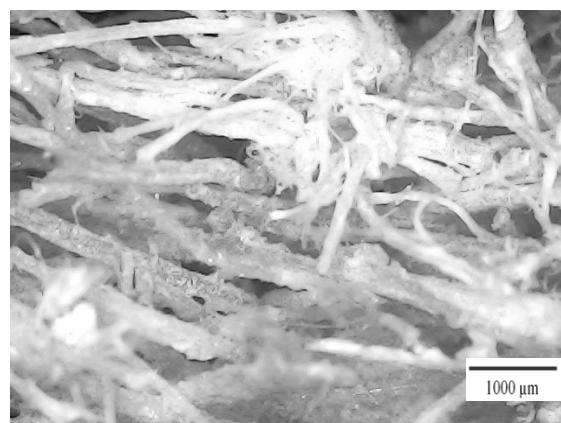
Berdasarkan Gambar 7 diketahui nilai konduktivitas termal tertinggi terdapat pada komposit dengan susunan lapisan b-b dan konduktivitas termal terendah terdapat pada komposit dengan susunan lapisan k-k. Sementara, untuk komposit dengan susunan layer b-k dan k-b, nilai konduktivitasnya tidak jauh berbeda.



Gambar 8. Patahan komposit serat besar

Salah satu faktor mempengaruhi konduktivitas termal suatu material adalah porositas dan kerapatan material. Saat serat berukuran semakin besar maka akan dihasilkan komposit dengan rongga yang

besar dan jumlah sedikit seperti yang terlihat pada Gambar 8. Komposit ini menghasilkan nilai konduktivitas yang besar. Saat serat semakin kecil, dihasilkan rongga yang semakin banyak namun berukuran kecil seperti yang terlihat pada Gambar 9. Komposit yang seperti ini menghasilkan nilai konduktivitas yang makin kecil.



Gambar 9. Patahan komposit serat kecil

Udara adalah pemindah kalor yang buruk bila dibandingkan dengan cairan atau padatan. Saat komposit memiliki jumlah porositas atau *void* yang banyak, maka

kemampuannya menghantarkan panasnya semakin buruk dan nilai konduktivitas termalnya makin kecil [21]. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan.

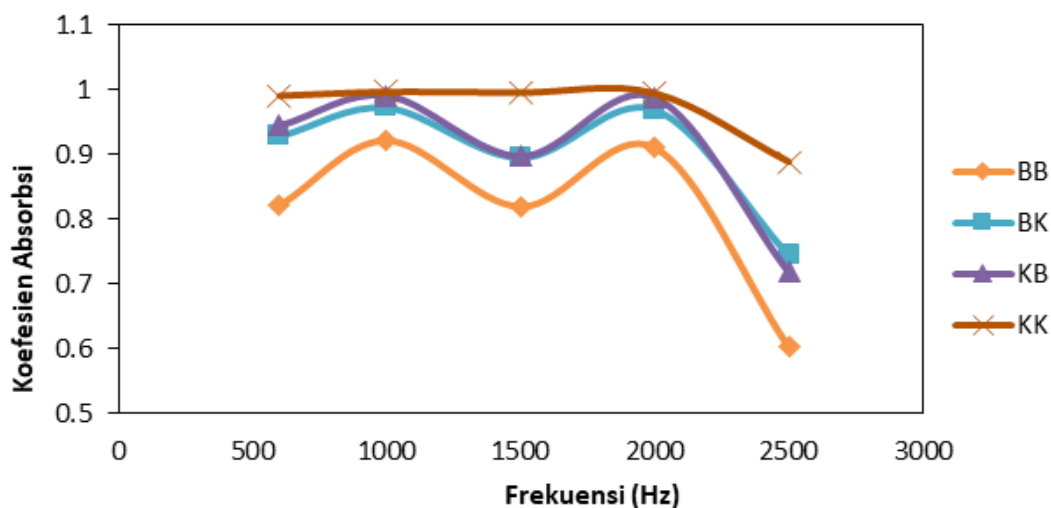
Komposit dengan urutan lapisan k-k memiliki nilai konduktivitas termal yang lebih kecil. Nilai konduktivitas yang kecil ini disebabkan oleh semakin kecil diameter serat. Saat serat yang digunakan berdiameter kecil, maka serat yang digunakan untuk membuat komposit jumlahnya semakin banyak, hal ini menyebabkan rongga atau *void* yang dihasilkan di dalam komposit semakin banyak jumlahnya dan rapat walaupun ukurannya kecil. Begitu pula sebaliknya nilai konduktivitas termal yang besar disebabkan diameter serat yang besar menghasilkan komposit dengan rongga

yang besar-besar dengan jumlah yang sedikit, hal ini membuat nilai konduktivitas termalnya menjadi lebih besar.

Tabel 2. Hasil Pengujian Akustik (Koefisien Absorpsi)

Susunan Layer Komposit	Frekuensi (Hz)				
	600	1000	1500	2000	2500
b-b	0,822	0,922	0,82	0,911	0,603
b-k	0,929	0,973	0,896	0,97	0,745
k-b	0,944	0,99	0,897	0,987	0,719
k-k	0,991	0,997	0,996	0,995	0,888

Pada Tabel 2, dapat dilihat hasil nilai dari rata-rata koefisien absorpsi komposit berbahan dasar serat tebu dan getah pinus yang diukur pada lima jenis frekuensi uji. Dari data diatas diperoleh grafik sebagai berikut.



Gambar 10. Hasil Uji koefisien absorpsi

Gambar 9 merupakan hubungan antara koefisien absorpsi dan frekuensi pada berbagai variasi urutan lapisan serat tebu. Dari gambar diketahui bahwa nilai koefisien absorpsi masing-masing komposit memiliki perbedaan. Nilai tertinggi terdapat pada komposit dengan urutan lapisan k-k yang memiliki nilai 0,997 pada frekuensi 1000 Hz. Koefisien absorpsi terendah terdapat pada komposit dengan layer besar-besar memiliki nilai 0,603 pada frekuensi 2500 Hz. Hal ini berkemungkinan disebabkan

oleh sedikitnya rongga yang dimiliki oleh komposit dengan susunan lapisan b-b. Ketika gelombang bunyi datang memasuki rongga hanya sebagian kecil energi yang beresonansi didalam rongga, hal ini menyebabkan amplitudo gelombang pantul yang keluar dari sampel masih cukup besar sehingga nilai koefisien absorpsi bunyi menjadi rendah. Koefisien absorpsi bunyi semakin besar disebabkan karena keberadaan rongga yang semakin rapat sehingga energi gelombang bunyi sebagian

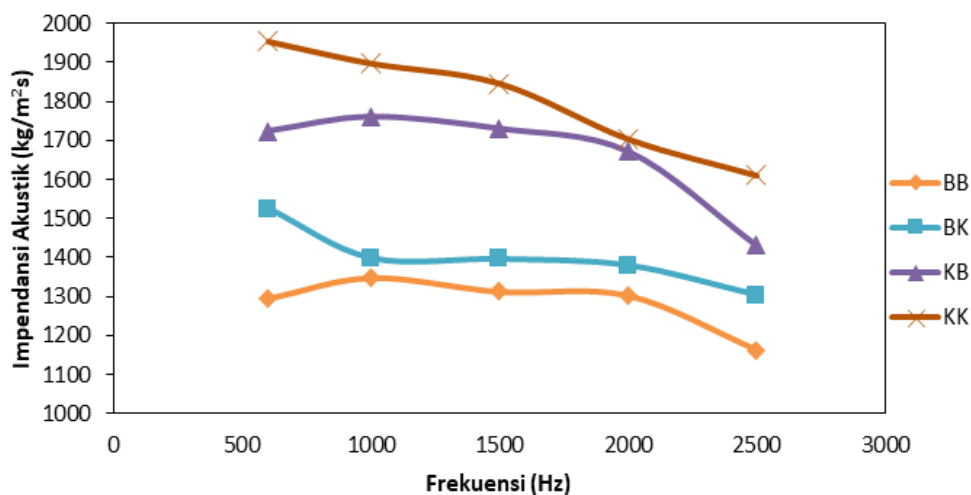
besar dihabiskan oleh peristiwa resonansi dalam rongga [22].

Suatu material dapat dikategorikan sebagai bahan penyerap bunyi apabila material tersebut memiliki nilai koefisien absorpsi bunyi minimum sebesar 0.15 (ISO 11654, 1997). Salah satu ciri penyerap bunyi yang baik pada frekuensi rendah adalah memiliki ruang resonansi yang rapat [22]. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian bahwa nilai koefisien absorpsi bunyi yang besar dimiliki oleh material serat tebu dengan susunan lapisan k-k juga baik pada frekuensi rendah.

Tabel 3. Hasil Pengujian Akustik (Impedansi akustik ( $\text{kg/m}^2\text{s}$ ))

Susunan Layer Komposit	Frekuensi (Hz)				
	600	1000	1500	2000	2500
b-b	0,822	0,922	0,82	0,911	0,603
b-k	0,929	0,973	0,896	0,97	0,745
k-b	0,944	0,99	0,897	0,987	0,719
k-k	0,991	0,997	0,996	0,995	0,888

Pada Tabel 3, dapat dilihat rata-rata nilai impedansi akustik komposit berbahan dasar serat tebu dan getah pinus yang diukur pada lima jenis frekuensi uji. Dari data diatas diperoleh grafik sebagai berikut.



Gambar 11. Hasil Uji Impendansi Akustik

Gambar 11 memperlihatkan nilai impedansi akustik saat dilakukan variasi urutan lapisan komposit. Saat komposit memiliki urutan lapisan b-b terjadi respon yang rendah pada impedansi, sedangkan untuk di urutan lapisan serat k-k terjadi respon yang cukup baik pada nilai impedansi akustiknya. Baik atau tidaknya suatu material penyerap suara juga bisa dilihat dari respon material tersebut pada frekuensi bunyi yang diberikan. Komposit dengan susunan serat b-b mempunyai impedansi akustik terendah yaitu  $1162 \text{ kg/m}^2\text{s}$  pada frekuensi 2500 Hz. Hal ini disebabkan karena frekuensi 2500 Hz. Sedangkan susunan serat tebu dengan layer k-k mempunyai impedansi akustik tertinggi yaitu  $1953,4 \text{ kg/m}^2\text{s}$  pada frekuensi 500 Hz.

Sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya, material serat tebu susunan lapisan k-k memiliki volume rongga yang rapat sehingga gelombang bunyi yang masuk terperangkap didalam rongga dan akhirnya habis (berubah bentuk menjadi energi panas). Begitupun pada susunan layer b-k dan k-b dapat kita lihat pada Gambar 9 menunjukkan penyerapan bunyi yang baik.

#### 4. Kesimpulan

Adapun yang menjadi kesimpulan pada penelitian ini yaitu: semua variasi lapisan menghasilkan komposit dengan kemampuan penyerapan bunyi dan insulasi panas yang baik; komposit dengan variasi lapisan berdiameter kecil-kecil memiliki kemampuan penyerapan bunyi dan insulasi

panas yang lebih baik dibandingkan dengan variasi urutan lainnya; komposit dengan susunan layer b-k dan k-b, kemampuan penyerapan bunyi dan insulasi panasnya tidak jauh berbeda

### Ucapan terimakasih

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP2M) Institut Teknologi Padang yang telah memberikan bantuan dana demi terlaksananya penelitian ini.

### Referensi

- [1] V. S. Lesovik, et al., 2018. Approach on Improving the Performance of Thermal Insulating and Acoustic Glass Composites. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Institute of Physics Publishing. 1-5.
- [2] R. K. Dahal, B. Acharya, and A. Dutta, 2022. Mechanical, Thermal, and Acoustic Properties of Hemp and Biocomposite Materials: A Review. Journal of Composites Science vol. 6, no. 12. MDPI. 1-21.
- [3] S. Islam dan G. Bhat, 2019. Environmentally-friendly thermal and acoustic insulation materials from recycled textiles. Journal of Environmental Management, vol. 251. Academic Press.
- [4] M. Laupe dan D. Hadi Prayitno, 2021. Pembuatan Komposit Polimer Nanokeramik (ZrO<sub>2</sub>) Untuk Isolasi Termal Manufacture Of Nanoceramic (ZrO<sub>2</sub>) Polymer Composites For Thermal Insulation, vol. 8, no. 5, hlm. 5758-5766.
- [5] I. Mawardi, S. Rizal, S. Aprilia, dan M. Faisal, 2021. Kajian stabilitas termal bahan baku material insulasi panas berbasis serat alam: kayu kelapa sawit dan serat rami. Jurnal Polimesin Vol. 19 No. 1. 16-21.
- [6] K. Wei, C. Lv, M. Chen, X. Zhou, Z. Dai, dan D. Shen, 2014. Development and performance evaluation of a new thermal insulation material from rice straw using high frequency hot-pressing. *Energy Build*, vol. 87, hlm. 116–122.=
- [7] X. yan Zhou, F. Zheng, H. guan Li, dan C. long Lu, 2010. An environment-friendly thermal insulation material from cotton stalk fibers. *Energy Build*, vol. 42, no. 7, hlm. 1070–1074.
- [8] S. Panyakaew dan S. Fotios, 2011. New thermal insulation boards made from coconut husk and bagasse. *Energy Build*, vol. 43, no. 7, hlm. 1732–1739.
- [9] A. Korjenic, V. Petránek, J. Zach, dan J. Hroudová, 2011. Development and performance evaluation of natural thermal-insulation materials composed of renewable resources. *Energy Build*, vol. 43, no. 9, hlm. 2518–2523.
- [10] I. Cetiner dan A. D. Shea, 2018. Wood waste as an alternative thermal insulation for buildings, *Energy Build*, vol. 168, hlm. 374–384.
- [11] D. Suryadi dan Mardi Saftian, 2022. Analisis Pengaruh Penggunaan Insulasi Composite Fibreglass Pada Pipa Penyalur Panas Bumi. Prosiding SNTTM XX, 1–8.
- [12] Z. Ubaidillah, D. Hartatie, I. Harliningtyas, 2021. Hubungan Luas Lahan dengan Produksi Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum L.*) di Kabupaten Jember. AGROPROSS, National Conference Proceedings of Agriculture, 115-120.
- [13] K. Dinesh Babu, et al., 2022. A short review on sugarcane: its domestication, molecular manipulations and future perspectives, *Genet Resour Crop Evol.*, vol. 69, no. 8, hlm. 2623–2643.
- [14] M. Munir, dkk., 2015. Pemanfaatan Fluk Pada Styrofoam Sebagai Bahan Dasar Peredam Suara Dengan Metode Tabung Impedansi, *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*, Vol.04, No.03, 41-47.
- [15] X. Zhu, B.-J. Kim, Q. Wang, dan Q. Wu, 2014. Recent Advances in the Sound Insulation Properties of Bio-based Materials, *BioResources* 9(1), 1764-1786.

- [16] K. Ikhsan, 2016. Karakteristik Koefisien Absorpsi Bunyi Dan Impedansi Akustik Dari Material Berongga Plafon Pvc Menggunakan Metode Tabung Impedansi, Universitas Andalas, Padang, Diakses: 31 Juli 2023. [Daring]. Tersedia pada: [http://scholar.unand.ac.id/16701/5/Full %20Text%20Tesis.pdf](http://scholar.unand.ac.id/16701/5/Full%20Text%20Tesis.pdf)
- [17] N. H. Bhingare, S. Prakash, dan V. S. Jatti, 2019. A review on natural and waste material composite as acoustic material, *Polym Test*, vol. 80, 106142.
- [18] Z. Y. Lim, A. Putra, M. J. M. Nor, dan M. Y. Yaakob, 2018. Sound absorption performance of natural kenaf fibres, *Applied Acoustics*, vol. 130, hlm. 107–114.
- [19] F. Asdrubali, 2006. Survey on the acoustical properties of new sustainable materials for noise control, *Acta Acustica United With Acustica*, vol. 92, hlm. 89.
- [20] H. Mamtaz, M. H. Fouladi, M. Al-Atabi, dan S. N. Namasivayam, 2016. Acoustic absorption of natural fiber composites, *Journal of Engineering (United Kingdom)*, vol. 2016.
- [21] F. Bustumi, A. Ghofur, 2021. Uji Konduktivitas Termal Komposit Poliester Filler Serbuk Kayu Ulin (Eusideroxylon Zwageri),” *Rotary* vol. 3(2), 233-244.
- [22] I. Khairatul, Elvaswer, dan Harmadi, 2016. Karakteristik Koefisien Absorpsi Bunyi Dan Impedansi Akustik Dari Material Berongga Plafon Pvc Menggunakan Metode Tabung Impedansi, *Jurnal Ilmu Fisika (JIF)*, vol. 8, no. 2, hlm. 64–69.