

Karakteristik Koefisien Absorpsi Bunyi dan Impedansi Akustik Dari Serat Ampas Tebu dan Limbah Plastik Dengan Metode Tabung

Reni Oktavia, Elvaswer*

Laboratorium Fisika Material, Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 14 September 2023
Direvisi: 02 November 2023
Diterima: 24 Desember 2023

Kata kunci:

Koefisien absorpsi bunyi
Impedansi akustik
Tabung impedansi
Ampas tebu
Limbah plastik

Keywords:

Sound absorption coefficient
Acoustic impedance
Tube impedance
Bagasse
Plastic waste

Penulis Korespondensi:

Elvaswer
Email: elvaswer@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Kebisingan adalah suara atau bunyi yang mengganggu di lingkungan masyarakat sehingga menyebabkan kesehatan terganggu seperti menurunnya etos kerja dan tidak bisa konsentrasi. Untuk itu dilakukan penelitian tentang karakteristik koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik dari serat ampas tebu dan limbah plastik dengan metode tabung impedansi telah dilakukan. Material akustik yang diuji adalah campuran limbah plastik dan serat ampas tebu dengan perbandingan massa plastik (g):massa ampas tebu (g) yaitu 15:0 (sampel 1), 5:15 (sampel 2), 10:15 (sampel 3), 15:15 (sampel 4), 20:15 (sampel 5), dan 0:15 (sampel 6). Frekuensi uji yang digunakan pada penelitian adalah 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, dan 8000 Hz. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai koefisien absorpsi bunyi tertinggi yaitu 0,96 pada sampel 6 saat frekuensi 1000 Hz, dan nilai koefisien absorpsi terendah yaitu 0,88 pada sampel 1 saat frekuensi 8000 Hz. Nilai impedansi akustik tertinggi yaitu 2,94 dyne.sec/cm⁵ pada sampel 6 saat frekuensi 1000 Hz, dan nilai impedansi akustik terendah yaitu 0,97 dyne.sec/cm⁵ pada sampel 1 saat frekuensi 8000 Hz. Semakin banyak serat ampas tebu yang ditambahkan pada plastik, maka nilai koefisien absorpsi semakin tinggi.

Noise is a sound that disturbs the community environment, causing health problems such as decreased work ethic and inability to concentrate. For this reason, research was carried out on the characteristics of the sound absorption coefficient and acoustic impedance of bagasse fibers and plastic waste using the impedance tube method. The acoustic material tested was a mixture of plastic waste and bagasse fiber with a ratio of plastic mass (g): bagasse mass (g), namely 15:0 (sample 1), 5:15 (sample 2), 10:15 (sample 3), 15:15 (sample 4), 20:15 (sample 5), and 0:15 (sample 6). The test frequencies used in the research were 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, and 8000 Hz. The research results show that the highest sound absorption coefficient value is 0.96 in sample 6 when the frequency is 1000 Hz, and the lowest absorption coefficient value is 0.88 in sample 1 when the frequency is 8000 Hz. The highest acoustic impedance value is 2.94 dyne.sec/cm⁵ in sample 6 when the frequency is 1000 Hz, and the lowest acoustic impedance value is 0.97 dyne.sec/cm⁵ in sample 1 when the frequency is 8000 Hz. The more bagasse fiber added to the plastic, the higher the absorption coefficient value.

© 2024 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Kebisingan adalah suara atau bunyi yang mengganggu dan tidak diinginkan yang berasal dari berbagai sistem di lingkungan seperti aktivitas industri dan peralatan mesin. Kebisingan berasal dari alat transportasi seperti motor, mobil, kereta api, pesawat terbang, pesawat elektronik, dan alat-alat rumah tangga (Ridhola dan Elvaswer, 2015). Akibat dari kebisingan muncul beberapa masalah seperti pengaruh psikologis, ketidaknyamanan, bahkan sampai tingkat gangguan medis seperti gangguan pendengaran dan akhirnya dapat menurunkan etos kerja. Selain itu, sumber kebisingan yang menjadi keluhan bisa membuat kesehatan terganggu seperti pola tidur yang tidak teratur, tidak bisa konsentrasi, dan membuat tekanan darah tinggi (Rusli, 2009).

Material peredam bunyi seperti material akustik digunakan untuk mengatasi kebisingan atau polusi bunyi dalam ruangan. Bahan akustik yang bisa digunakan sebagai pengendali kebisingan adalah bahan yang berpori, resonator, dan panel akustik (Pratama, 2021). Namun, bahan yang paling banyak digunakan adalah bahan yang berpori dikarenakan bahan berpori akan menyerap energi suara lebih besar dibandingkan jenis lainnya. Pori-pori mengakibatkan gelombang suara dapat masuk ke dalam material dan gelombang suara yang diserap akan dikonversikan menjadi bentuk energi lain berupa energi panas (Asade dan Isranur, 2013).

Material yang banyak digunakan untuk peredam suara adalah material dengan bahan lembut (*glaswool*) dan bahan keras (*rockwool*) (Khotimah dan Soeprianto, 2015). Namun karena harganya yang mahal, maka dibuat pengganti bahan material tersebut dengan bahan yang berkomposisi seperti serat alam dan sintesis. Salah satu contoh serat sintesis adalah plastik. Plastik bisa digunakan sebagai bahan penyerap suara dan bisa mengurangi sampah plastik yang jumlahnya sangat banyak dan merusak lingkungan. Menurut Indrani dan Cahyawati (2011), pemilihan bahan akustik perlu mempertimbangkan beberapa aspek seperti mempunyai koefisien penyerap yang sesuai, biaya pemasangan yang memadai, pemasangan mudah, awet, dapat menahan kondisi kerja seperti suhu, dan tidak terlalu berat. Dari beberapa syarat tersebut, maka plastik termasuk bahan penyerap yang bisa digunakan, plastik juga bersifat ringan, transparan, dan mudah dibawa serta harganya yang terjangkau (Ardianti dkk., 2019).

Halim dkk. (2023) melakukan penelitian menggunakan limbah plastik kemasan makanan ringan sebagai material komposit panel akustik dengan memvariasikan ukuran panjang potongan sampah yaitu 0,5 cm, 1 cm, dan 1,5 cm. Pada saat plastik berukuran 1 cm dan 1,5 cm bunyi tereduksi perambatannya karena sampah plastik menyerap bunyi sebesar 0,63. Selain plastik, ampas tebu juga bisa digunakan sebagai penyerap suara (Li-An'Amie dan Nugraha, 2014). Ampas tebu adalah limbah padat yang memiliki serat dan telah mengalami proses ekstraksi. Serat ampas tebu juga memiliki nilai yang ekonomis, mudah didapat, tidak berbahaya bagi kesehatan, serta mudah terdegradasi secara alami (Yudo dan Jatmiko, 2008).

Ridhola dan Elvaswer (2015) melakukan penelitian pengukuran koefisien absorpsi bunyi dari ampas tebu dengan memvariasikan massa serat ampas tebu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai koefisien absorpsi maksimum sebesar 0,96. Suban dan Farid, (2015) melakukan penelitian menggunakan serat ampas tebu dengan memvariasikan panjang serat ampas tebu, semakin pendek serat ampas tebu nilai koefisien absorpsinya semakin meningkat. Penggunaan serat ampas tebu sebagai penyerap suara juga dilakukan oleh Sari dan Elvaswer, (2020). Serat ampas tebu dicampurkan dengan lem PVAC (*polyvinil acetat*) dengan memvariasikan ketebalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai koefisien absorpsi maksimal didapatkan sebesar 0,89.

Nilai koefisien absorpsi plastik masih bisa ditingkatkan dengan cara menambahkan serat ampas sehingga dapat memaksimalkan nilai koefisien absorpsi bunyi. Tebu bisa meningkatkan nilai koefisien absorpsi bunyi saat dicampurkan dengan plastik karena memiliki pori-pori yang rapat sehingga bunyi yang diserap material bisa ditingkatkan (Nabila dan Mahyudin, 2020). Oleh karena itu, pada penelitian dilakukan pencampuran limbah plastik dengan serat ampas tebu untuk meningkatkan nilai koefisien absorpsi bunyi. Tujuan penelitian ini adalah menganalisa pengaruh pencampuran serat ampas tebu pada limbah plastik menggunakan PVAC sebagai matriks dan menghasilkan material akustik dengan koefisien absorpsi dan impedansi yang lebih baik sehingga bisa meredam kebisingan.

II. METODE

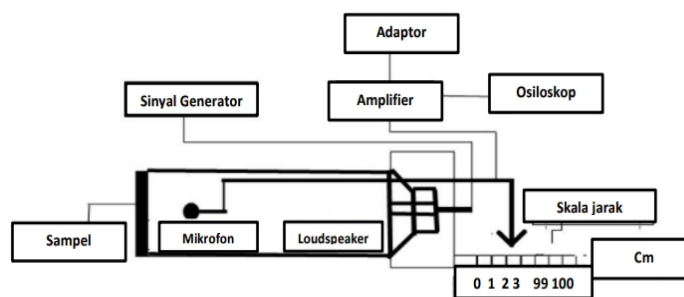
Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika Material Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas. Alat dan bahan yang digunakan, yaitu tabung impedansi, *amplifier*, osiloskop, sumber suara, generator sinyal, mikrofon, neraca digital, cetakan sampel, tekanan hidrolik, wadah pengaduk sampel, spatula, limbah plastik, serat ampas tebu, dan lem PVAC.

2.1 Pembuatan Sampel Limbah Plastik dan Serat Ampas Tebu

Pada penelitian ini, ampas tebu dicuci sampai bersih dan dipotong dengan ukuran 3 cm. Setelah itu, ampas tebu dijemur dan dikeringkan selama 5 hari di bawah sinar matahari lalu dimasukkan ke dalam oven selama 3 jam pada suhu 150 °C agar ampas tebu kering dengan merata dan berbentuk serat. Kemudian serat ampas tebu ditimbang dengan massa 15 g. Selanjutnya limbah plastik dipotong kecil-kecil lalu ditimbang dengan variasi massa 5 g, 10 g, 15 g, dan 20 g. Serat ampas tebu dan limbah plastik dibuat jadi sampel material akustik dengan PVAC sebanyak 8 g sebagai matriks. Komposit dimasukkan ke dalam cetakan sampel berukuran 8 cm dan dilapisi dengan aluminium foil agar lebih mudah diambil dari cetakan.

2.2 Pengujian Sampel Menggunakan Metode Tabung

Pengujian sampel dilakukan menggunakan metode tabung impedansi untuk mengetahui kemampuan komposit sebagai bahan pengabsorpsi bunyi. Skema rangkaian tabung impedansi ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1 Skema rangkain tabung impedansi

Prinsip kerja dari tabung impedansi adalah generator sinyal dihubungkan dengan loudspeaker sehingga menghasilkan keluaran berupa bunyi dengan frekuensi tertentu. Salah satu ujung tabung diletakkan sampel uji dan mikrofon diletakkan di tengah-tengah tabung menghadap sampel uji. Mikrofon dihubungkan dengan sebuah kawat sehingga dapat digeser untuk menentukan kedudukan amplitudo tekanan maksimum $(A + B)$ dan amplitudo tekanan minimum $(A - B)$ seperti yang diperlihatkan Gambar 1. Mikrofon diperkuat dengan menggunakan amplifier dan dihubungkan ke osiloskop untuk menampilkan bentuk keluaran berupa gelombang yang nantinya akan dihitung amplitudo tekanan maksimum dan amplitudo tekanan minimum. Frekuensi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, dan 8000 Hz.

2.3 Teknik Pengolahan Data

Data yang diperoleh saat melakukan pengukuran digunakan untuk menentukan nilai koefisien absorpsi bunyi dari amplitudo tekanan maksimum dan amplitudo tekanan minimum. Perbandingan amplitudo tekanan ini disebut dengan rasio gelombang tegak (*standing wave ratio, SWR*). Secara matematis, rasio gelombang tegak dinyatakan dengan Persamaan 1,

$$SWR = \frac{(A+B)}{(A-B)} \quad (1)$$

dengan *SWR* adalah rasio gelombang tegak, $(A+B)$ amplitudo tekanan maksimum, dan $(A-B)$ amplitudo tekanan minimum. Koefisien absorpsi bunyi (α) dapat dinyatakan dengan Persamaan 2,

$$\alpha = I \left[\frac{SWR-1}{SWR+1} \right]^2 \quad (2)$$

Impedansi akustik dinyatakan dalam Persamaan 3,

$$Z = coth(\psi_1 + i\psi_2) \quad (3)$$

dengan Z adalah impedansi akustik (dyne.s/cm^5), ψ_1 dan ψ_2 merupakan besaran kompleks saat kondisi refleksi sampel uji. Untuk menentukan impedansi akustik terlebih dahulu harus ditentukan nilai ψ_1 dan ψ_2 . Nilai ψ_1 dan ψ_2 dinyatakan pada Persamaan 4 dan Persamaan 5

$$\psi_1 = coth \left(\text{Log} \left(\frac{SWR}{20} \right) \right) \quad (4)$$

$$\psi_2 = \pi \left(\frac{1}{2} - \frac{d_1}{d_2} \right) \quad (5)$$

dimana d_1 adalah jarak amplitudo minimum pertama, d_2 adalah jarak amplitudo minimum kedua, π adalah rasio diameter lingkaran yaitu 3,14.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Hubungan Koefisien Absorpsi Bunyi Dan Frekuensi

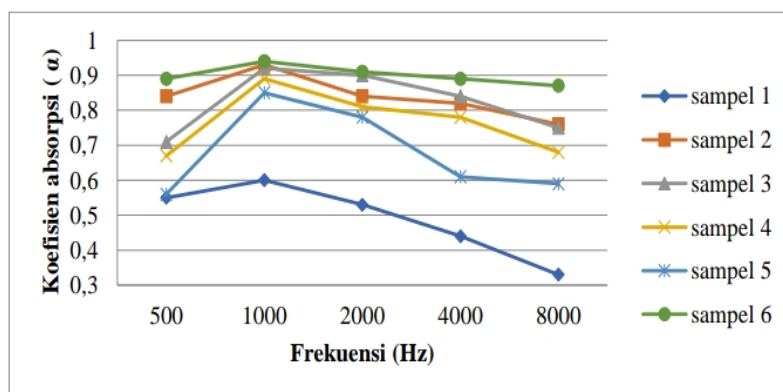
Nilai koefisien absorpsi bunyi material akustik dari pencampuran serat ampas tebu dan limbah plastik dengan frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, dan 8000 Hz dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Nilai koefisien absorpsi bunyi

| Frekuensi (Hz) | Nilai koefisien absorpsi massa plastik (g) : massa serat ampas tebu (g) | | | | | |
|-------------------|---|------|-------|-------|-------|------|
| | 15:0 | 5:15 | 10:15 | 15:15 | 20:15 | 0:15 |
| 500 | 0,55 | 0,84 | 0,71 | 0,67 | 0,81 | 0,89 |
| 1000 | 0,60 | 0,93 | 0,92 | 0,85 | 0,80 | 0,94 |
| 2000 | 0,53 | 0,84 | 0,90 | 0,81 | 0,78 | 0,91 |
| 4000 | 0,44 | 0,82 | 0,84 | 0,78 | 0,61 | 0,89 |
| 8000 | 0,33 | 0,76 | 0,75 | 0,68 | 0,59 | 0,87 |

Dari Tabel 1 dapat diketahui semakin banyak jumlah ampas tebu yang dicampurkan pada limbah plastik, nilai koefisien absorpsi semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena banyaknya rongga atau pori-pori pada serat ampas tebu yang mengakibatkan suara mudah diserap (Mutia dan Fahyuan, 2021). Hubungan koefisien absorpsi bunyi terhadap frekuensi berbeda-beda. Saat frekuensi 500 Hz–1000 Hz, koefisien absorpsi mengalami kenaikan karena suara lebih mudah diserap pada frekuensi rendah dan karena adanya disipasi energi bunyi yang berubah menjadi energi panas (Mutia dan Fahyuan, 2021). Saat gelombang bunyi masuk ke dalam material, molekul udara dalam pori-pori material juga bergetar. Getaran ini akan menyebabkan adanya gesekan sehingga terjadi perubahan energi bunyi menjadi energi panas. Perubahan energi mengakibatkan amplitudo gelombang pantul kecil, sehingga amplitudo gelombang yang diserap meningkat.

Pada frekuensi 2000 Hz - 8000 Hz, nilai koefisien absorpsi bunyi menurun disebabkan panjang gelombang bunyi lebih pendek yang mengakibatkan bunyi lebih mudah untuk dipantulkan. Koefisien absorpsi bunyi paling tinggi yaitu 0,94 pada frekuensi 1000 Hz pada sampel 6 yaitu serat ampas tebu tanpa pencampuran limbah plastik. Hal ini terjadi karena banyaknya suara yang masuk ke dalam sampel sehingga amplitudo gelombang yang dipantulkan lebih kecil (Defrizal dan Elvaswer, 2021). Semakin kecil amplitudo yang dipantulkan, maka nilai koefisien absorpsinya akan semakin besar. Hubungan koefisien absorpsi bunyi terhadap frekuensi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Hubungan koefisien absorpsi bunyi terhadap frekuensi

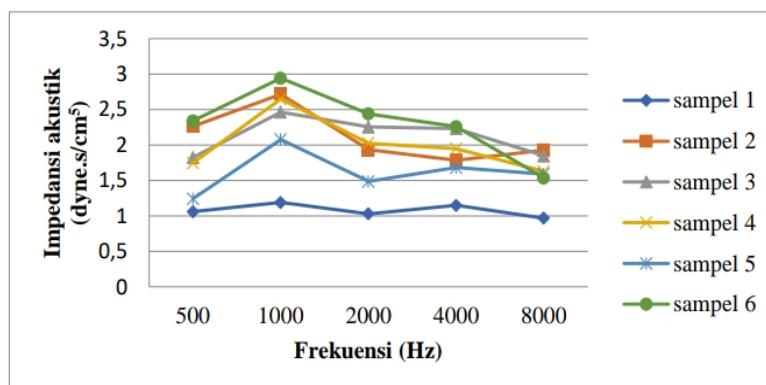
3.2 Hubungan Impedansi Akustik Dan Frekuensi

Nilai impedansi akustik pada masing-masing sampel diukur dengan menggunakan Persamaan 3. Nilai impedansi akustik terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2 Nilai impedansi akustik

| Frekuensi (Hz) | Nilai impedansi akustik massa plastik (g) : massa serat ampas tebu (g) | | | | | |
|----------------|--|------|-------|-------|-------|------|
| | 15:0 | 5:15 | 10:15 | 15:15 | 20:15 | 0:15 |
| 500 | 1,06 | 2,26 | 1,82 | 1,74 | 1,24 | 2,33 |
| 1000 | 1,19 | 2,71 | 2,46 | 2,64 | 2,07 | 2,94 |
| 2000 | 1,03 | 1,93 | 2,25 | 2,02 | 1,48 | 2,43 |
| 4000 | 1,15 | 1,78 | 2,23 | 1,94 | 1,68 | 2,25 |
| 8000 | 0,97 | 1,92 | 1,84 | 1,63 | 1,24 | 1,53 |

Dari Tabel 2, dapat dilihat bahwa nilai impedansi akustik tertinggi adalah 2,94 dyne.s/cm⁵ dan nilai impedansi akustik terendah adalah 0,97 dyne.s/cm⁵. Nilai impedansi akustik meningkat ketika semakin banyak ampas tebu yang dicampur dengan limbah plastik. Setelah didapatkan hasil pengujian dan pengolahan data, maka diperoleh grafik hubungan impedansi akustik dan frekuensi yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Hubungan impedansi akustik terhadap frekuensi

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat hubungan impedansi akustik dan frekuensi. Nilai impedansi tertinggi diperoleh pada sampel 6 yaitu serat ampas tebu 15 g tanpa pencampuran limbah plastik pada frekuensi 1000 sebesar $2,94 \text{ dyne.s/cm}^5$. Ini terjadi karena pada sampel 6 gelombang bunyi yang diserap lebih banyak sehingga kemampuan bahan untuk menghambat bunyi menjadi besar. Begitupun sebaliknya, nilai impedansi akustik paling rendah yaitu pada sampel 1 dengan massa plastik 15 g dengan nilai $0,97 \text{ dyne.s/cm}^5$ pada frekuensi 8000 Hz. Hal ini disebabkan karena pada sampel 1 bunyi yang diserap sedikit sehingga kemampuan bahan untuk menghambat bunyi menjadi kecil. Pada frekuensi 1000 Hz, setiap sampel mengalami kenaikan pada nilai impedansi akustik, ini disebabkan karena gelombang bunyi yang diserap pada frekuensi 1000 Hz lebih banyak dari pada gelombang yang dipantulkan. Semakin tinggi nilai penyerapan bunyi pada suatu sampel, maka nilai impedansi akustik juga akan semakin besar.

IV. KESIMPULAN

Penambahan serat ampas tebu dapat meningkatkan nilai koefisien absorpsi bunyi limbah plastik. Nilai koefisien absorpsi bunyi limbah plastik tanpa pencampuran ampas tebu adalah 0,60 dan nilai koefisien absorpsi bunyi limbah plastik setelah ditambah ampas tebu adalah 0,81. Nilai impedansi akustik limbah plastik tanpa pencampuran ampas tebu adalah $1,19 \text{ dyne.s/cm}^5$ dan nilai impedansi akustik setelah ditambah ampas tebu adalah $2,07 \text{ dyne.s/cm}^5$.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardianti, D.A., Najib, A.A., Hakim, F.N., Setiorini, U., & Suryaningsi, S. (2019). Rancang Bangun Alat Pengkonversi Sampah Plastik Menggunakan Metode Pirolisis menjadi Bahan Bakar Minyak dalam Upaya Penanganan Masalah Lingkungan. *JIIF (Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika)*, 3(2):91–96.
- Asade, F., & Isranur, I. (2013). Perancang Tabung Impedansi dan Kajian Ekperimental Koefisien Serap Bunyi Paduan Aluminium. *Magnesium*, 6(2).
- Dari, T.W., & Elvaswer, E. (2021). Koefisien Absorpsi Bunyi dan Impedansi Akustik dari Panel Serat Kulit Jagung dengan Menggunakan Metode Tabung. *Jurnal Fisika Unand*, 10(4):473–478.
- Defrizal, M., & Elvaswer, E. (2021). Karakterisasi Koefisien Absorpsi Bunyi dan Impedansi Akustik Dari Sekam Padi. *Jurnal Fisika Unand*, 10(3):351–356.
- Halim, C., Afandi, D., & Maharaja, N.S.C. (2023). Pemanfaatan Limbah Plastik Kemasan Makanan Ringan Sebagai Material Komposit Panel Akustik. *JIKSN Jurnal Ilmu Kesehatan dan Sains Nusantara*, 1(01):22–33.
- Indrani, H.C., & Cahyawati, C. (2011). Studi Penerapan Sistem Akustik pada Ruang Kuliah Audio Visual. *Dimensi Interior*, 9(2):97–107.
- Khotimah, K., & Soeprianto, H. (2015). Sifat Penyerapan Bunyi Pada Komposit Serat Batang Pisang (SBP)–Polyester. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 1(1).
- Li-An'Amie, N.L., & Nugraha, A. (2014). Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Melalui Desain Produk Perlengkapan Rumah. *Product Design*, 3(1):180028.
- Mutia, P., & Fahyuan, H.D. (2021). Pengaruh Jenis Serat Alam Terhadap Koefisien Absorpsi Bunyi Sebagai Peredam Kebisingan. *Jurnal Ilmu Fisika dan Pembelajarannya (JIFP)*, 3(1):18–23.
- Nabila, N., & Mahyudin, A. (2020). Pengaruh Ketebalan Pelelah Pisang terhadap Koefisien Absorpsi Material Akustik. *Jurnal Fisika Unand*, 9(2):244–249.
- Pratama, D. (2021). Pengaruh Fraksi Volume Continuous Fiber Terhadap Penyerapan Suara Pada Aplikasi Peredam Suara Komposit Serat Bambu-Poliester Dengan Metode Compression Molding.
- Ridhola, F., & Elvaswer, E. (2015). Pengukuran Koefisien Absorpsi Material Akustik dari Serat Alam Ampas Tebu Sebagai Pengendali Kebisingan. *JURNAL ILMU FISIKA| UNIVERSITAS ANDALAS*, 7(1):1–6.
- Rusli, M. (2009). Pengaruh kebisingan dan getaran terhadap perubahan tekanan darah masyarakat yang tinggal di pinggiran rel kereta api lingkungan XIV Kelurahan Tegal Sari Kecamatan Medan Denai Tahun 2008.

- Sari, T.P., & Elvaswer, E. (2020). Pengaruh Densitas Panel Serat Ampas Tebu terhadap Koefisien Absorpsi Bunyi dan Impedansi Akustik. *Jurnal Fisika Unand*, 9(3):304–310.
- Suban, S.L., & Farid, M. (2015). Pengaruh Panjang Serat terhadap Nilai Koefisien Absorpsi Suara dan Sifat Mekanik Komposit Serat Ampas Tebu dengan Matriks Gypsum. *Jurnal Teknik ITS*, 4(1):F101–F105.
- Yudo, H., & Jatmiko, S. (2008). Analisa teknis kekuatan mekanis material komposit berpenguat serat ampas tebu (baggase) ditinjau dari kekuatan tarik dan impak. *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, 5(2):95–101.