

Optimasi Koefisien Absorpsi dan Impedansi Akustik Komposit Berbahan Dasar Serat Lumut (*Moss*) dengan Metode Tabung

Yulda Risma, Elvaswer*

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

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 3 Januari 2020
Direvisi: 9 Januari 2020
Diterima: 14 Januari 2020

Kata kunci:

koefisien absorpsi bunyi
impedansi akustik
serat lumut
frekuensi
metode tabung

Keywords:

sound absorption coefficient
acoustic impedance
moss fiber
frequency
tube method

Penulis Korespondensi:

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

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk menentukan nilai koefisien absorpsi dan impedansi akustik menggunakan metode tabung pada komposit berbahan dasar serat lumut (*Moss*) dengan matriks resin epoksi. Perlakuan yang diberikan terhadap material akustik yaitu desain permukaan yang berbeda pada setiap sampelnya. Desain yang diberikan berupa permukaan tanpa alur, permukaan berlubang, permukaan alur garis, permukaan alur horizontal dan vertikal serta permukaan alur belah ketupat. Variasi frekuensi yang digunakan pada penelitian ini adalah 500 Hz, 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz dan 2500 Hz. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa koefisien absorpsi bunyi tertinggi terdapat pada desain permukaan alur belah ketupat yaitu 0,82 pada frekuensi 1000 Hz. Nilai impedansi akustik tertinggi terdapat pada desain permukaan berlubang yaitu 1,27 kg/m²s pada frekuensi 1000 Hz. Dengan demikian berdasarkan nilai koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik maka serat lumut potensial digunakan sebagai material peredam bunyi.

*Research has been conducted to determine the value of the absorption coefficient and acoustic impedance using the tube method on moss-based composites (*Moss*) with epoxy resin matrix. The treatment given to the acoustic material is a different surface design in each sample. The design provided is in the form of a surface without grooves, perforated surfaces, surface grooves, horizontal and vertical grooves and rhombic grooves. Variaty frequency used in this study is 500 Hz, 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz and 2500 Hz. The results of this study indicate that the highest sound absorption coefficient is found in the surface design of the rhombic groove which is 0.82 at a frequency of 1000 Hz. The highest acoustic impedance value is found in the hollow surface design which is 1.27 kg/m²s at a frequency of 1000 Hz. Thus, based on the value of sound absorption coefficient and acoustic impedance, the moss fiber has the potential to be used as a sound dampening material.*

Copyright © 2020 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Kebisingan merupakan suatu masalah yang sering terjadi di lingkungan sekitar. Kebisingan dapat terjadi di dalam ruangan maupun di luar ruangan yang menyebabkan aktivitas di sekitar menjadi terganggu. Kebisingan tersebut dapat dikendalikan dengan mengabsorpsi bunyi tersebut menggunakan material akustik. Material akustik adalah bahan khusus yang dibuat untuk menyerap bunyi pada frekuensi tertentu. Material akustik pada umumnya menggunakan bahan sintesis yang tidak ramah lingkungan dengan biaya cukup mahal. Untuk mengatasi masalah tersebut maka dibuatlah material akustik berbahan dasar serat alam.

Material akustik serat alam sangat menguntungkan karena mudah diperoleh, mudah diproses, massanya lebih ringan, ramah lingkungan, memiliki sifat akustik yang baik dan modulus elastis yang mencukupi (Asfarizal, 2016). Material akustik yang sering digunakan sebagai pengendali kebisingan umumnya bersifat berpori, resonator dan panel, namun dapat juga diganti dengan bahan yang berkomposisi serat dan bahan segnoselulosa. Material yang mengandung segnoselulosa mempunyai daya serap yang tinggi terhadap bunyi (Permatasari dan Masturi, 2014). Salah satu alternatif material akustik serat alam yang mengandung segnoselulosa adalah lumut (*Moss*). Berdasarkan data dari Fengel dan Wegener (1995) kandungan segnoselulosa pada lumut yaitu 25%-30%. Lumut yang digunakan diambil di perairan Batang Ombilin Danau Singkarak. Lumut memiliki ciri-ciri yaitu dinding selnya yang terdiri atas selulosa dan memiliki lapisan pelindung yang berfungsi untuk menahan masuknya air serta mampu mengurangi penguapan. Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka lumut dapat dikategorikan sebagai material akustik

Absorpsi bunyi merupakan penyerapan energi bunyi dari suatu sumber dengan menggunakan material penyerap bunyi. Kualitas dari material penyerap bunyi ditunjukkan dengan koefisien absorpsi bunyi (α), dimana semakin tinggi koefisien absorpsi bunyi suatu material maka semakin besar bunyi yang diserap, dan jika semakin rendah koefisien absorpsi bunyi suatu material maka semakin kecil bunyi yang diserap. Dilaporkan bahwa hasil pengujian nilai koefisien absorpsi bunyi beton yang dilapisi dengan resonator panel kayu lapis berlubang yaitu 0,61 pada frekuensi 2000 Hz, sedangkan nilai impedansi akustik tertinggi resonator panel kayu lapis berlubang yaitu 0,97 dyne.sec/cm⁵ pada frekuensi 2000 Hz (Yuliantika dan Elvaswer, 2015). Penelitian lain mengenai absorpsi bunyi juga dilakukan oleh (Karlinsari dkk., 2012) tentang sifat akustik papan partikel yang terbuat dari bambu betung sebagai bahan konstruksi bangunan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan konstruksi bangunan yang menggunakan betung bambu yang memiliki kepadatan 0,5 g/cm³ dengan ukuran papan partikelnya sedang memperoleh nilai koefisien absorpsi bunyi tertinggi yaitu 0,7 pada frekuensi 2500 Hz.

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran nilai koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik dari komposit serat lumut (*moss*) dengan resin epoksi. Standarisasi nilai koefisien absorpsi bunyi pada suatu material sangat penting untuk penerapan material akustik (Rezita dkk., 2019). Berdasarkan standarisasi tersebut maka dapat dirancang suatu bangunan akustik yang berkualitas. Kualitas dari suatu material akustik ditunjukkan dengan koefisien absorpsi bunyi. Semakin tinggi nilai koefisien absorpsi suatu material, maka semakin bagus material tersebut digunakan sebagai material akustik (Doelle dan Leslie, 1986). Metode yang digunakan yaitu metode 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 koefisien absorpsi bunyi dapat ditentukan dengan menghitung perbandingan amplitudo tekanan maksimum dan amplitudo tekanan minimum. Perbandingan amplitudo tekanan ini disebut dengan rasio gelombang tegak (*Standing Wave Ratio*). Secara matematis nilai rasio gelombang tegak dapat dinyatakan dalam Persamaan 1.

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

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

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

impedansi akustik dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan 3.

$$\frac{Z_s}{\rho c} = \coth(\psi_1 + i\psi_2) \quad (3)$$

dengan Z_s adalah impedansi akustik ($\text{kg/m}^2\text{s}$), ρc adalah impedansi karakteristik udara. Untuk dapat menentukan impedansi sampel uji terlebih dahulu harus ditentukan harga ψ_1 dan ψ_2 . Harga ψ_1 dan ψ_2 dapat dinyatakan pada Persamaan (4) dan Persamaan (5) (Beranek, 1949).

$$\psi_1 = \coth^{-1} \left[\log \left(\frac{SWR}{20} \right) \right] \quad (4)$$

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

dimana ψ_1 dan ψ_2 adalah bilangan kompleks, d_1 adalah jarak amplitudo minimum pertama (cm), d_2 adalah jarak amplitudo minimum kedua (cm).

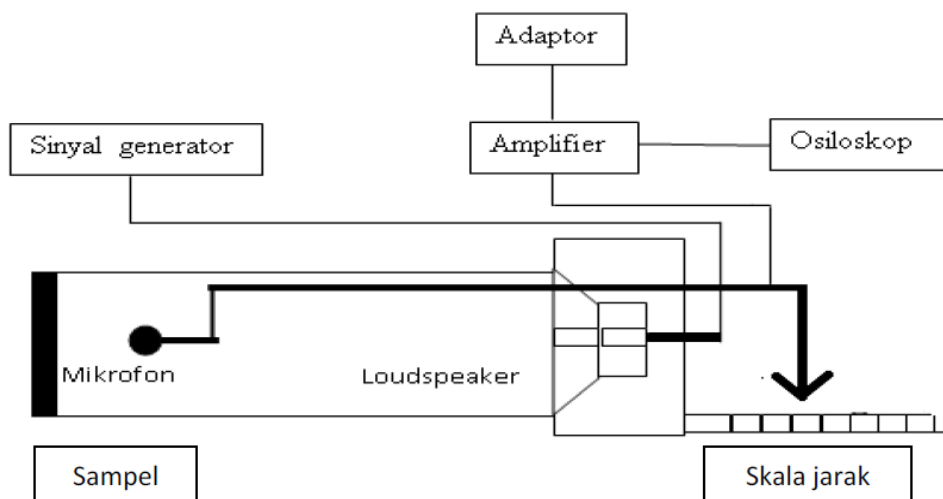
II. METODE

2.1 Pembuatan komposit serat lumut dengan resin epoxy

Serat lumut diambil dari perairan batang Ombilin Danau Singkarak lalu lumut tersebut dicuci bersih. Kemudian lumut tersebut dikeringkan diudara terbuka dengan bantuan sinar matahari selama 7 hari dengan waktu 5 jam perhari. Selanjutnya serat lumut dimasukkan ke dalam oven menggunakan cawan penguap dengan temperatur 80°C selama 8 jam. Setelah proses pengeringan selesai selanjutnya serat lumut dipotong sepanjang 2 cm. Setelah itu sampel dicetak menggunakan cetakan persegi panjang dengan ukuran $12 \times 8 \times 2$ cm. Perbandingan serat lumut dengan resin yang digunakan adalah 2 : 1 dengan massa total sebanyak 24 g. Kedua bahan tersebut ditimbang dan diaduk secara merata sampai tercampur lalu masukkan ke dalam cetakan dan ditekan menggunakan *hotpress* dengan beban 2,4 N dan suhu 150°C selama 10 menit. Setelah selesai dicetak selanjutnya sampel dibulatkan sesuai dengan ukuran diameter tabung yaitu 8 cm. Perlakuan yang akan diberikan terhadap sampel yaitu desain permukaan yang berbeda pada permukaan tanpa alur, permukaan alur garis, permukaan alur garis horizontal dan vertikal, permukaan alur garis belah ketupat dan permukaan berlubang.

2.2 Pengujian menggunakan Tabung Impedansi

Pengujian dilakukan dengan menggunakan tabung impedansi untuk mengetahui kemampuan dari komposit serat lumut dengan resin epoksi sebagai bahan pengabsorpsi bunyi. Tabung impedansi yang digunakan terbuat dari besi berdiameter 8 cm dan dirangkai seperti Gambar 1. Metode tabung impedansi dipilih karena mudah dalam pengoperasiannya. Sampel yang digunakan disesuaikan dengan diameter tabung impedansi.



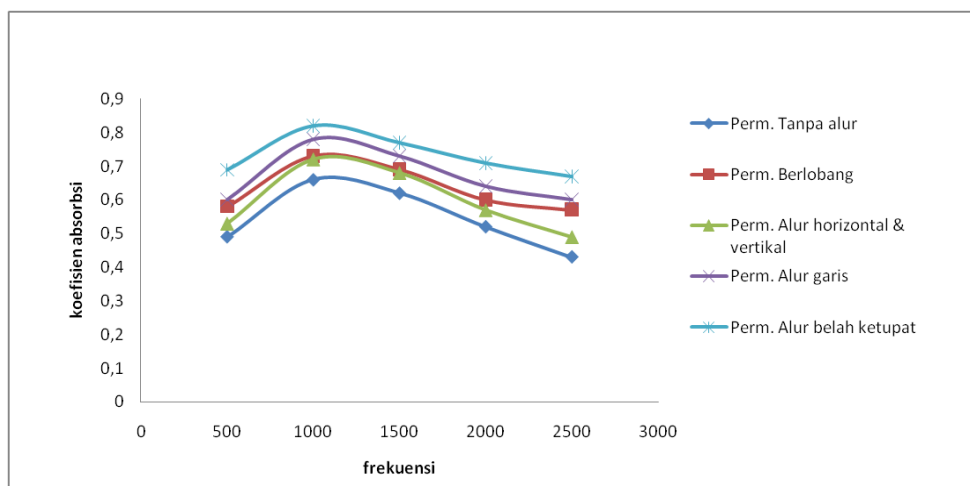
Gambar 1 Skema rangkaian tabung impedansi

Prinsip kerja tabung impedansi adalah generator sinyal yang dihubungkan dengan *loudspeaker* menghasilkan keluaran berupa bunyi yang memiliki frekuensi tertentu. Pada salah satu ujung tabung diletakkan sampel yang akan di uji nilai koefisien absorpsinya. Mikrofon diletakkan ditengah-tengah diameter tabung menghadap ke sampel material akustik tersebut. Mikrofon dipasang pada ujung sebuah kawat sehingga dapat digeser untuk menentukan kedudukan amplitudo tekanan maksimum dan amplitudo tekanan minimumnya. Mikrofon diperkuat dengan menggunakan *amplifier* dan dihubungkan ke osiloskop untuk menampilkan bentuk gelombang yang akan dihitung yaitu amplitudo tekanan maksimum dan minimumnya. Frekuensi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 500 Hz, 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz dan 2500 Hz.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Nilai koefisien absorpsi bunyi

Nilai koefisien absorpsi bunyi material akustik serat lumut yang didapatkan dari hasil pengujian menggunakan metode tabung impedansi terlihat bahwa kelima sampel memiliki perbedaan, hal ini disebabkan karena setiap sampel diberikan perlakuan yang bervariasi. Perbedaan nilai koefisien absorpsi bunyi juga disebabkan oleh perubahan nilai amplitudo tekanan maksimum dan amplitudo tekanan minimumnya. Perbandingan kedua nilai tersebut memperoleh nilai *Standing wave ratio* (*SWR*), dan nilai *SWR* inilah yang akan digunakan untuk menentukan nilai koefisien absorpsi bunyi (α). Hasil perhitungan nilai koefisien absorpsi bunyi dari kelima sampel terhadap frekuensi diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 2 Hubungan nilai koefisien absorpsi bunyi terhadap frekuensi

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa Sampel dengan desain permukaan yang diberi alur memiliki nilai koefisien absorpsi lebih tinggi dibandingkan dengan sampel yang tidak diberi alur. Hal ini disebabkan karena pada sampel yang diberi alur bunyi lebih mudah merambat sehingga lebih banyak bunyi yang diserap dari pada dipantulkan, sedangkan pada permukaan yang tidak diberi alur bunyi tersebut akan sulit merambat ke material sehingga bunyi yang datang lebih banyak dipantulkan dari pada diserap (Nursolehati, 2017).

Koefisien absorpsi bunyi dari material akustik serat lumut (*Moss*) meningkat pada frekuensi 1000 Hz untuk semua perlakuan material uji. Doelle (1986) dalam penelitiannya menyatakan bahwa karakteristik penyerap berpori yaitu absorpsi bunyi lebih efisien pada frekuensi tinggi dibandingkan dengan frekuensi rendah. Semakin berpori suatu material maka semakin besar absorpsi bunyi pada material tersebut. Pada penelitian ini didapatkan bahwa nilai koefisien absorpsi meningkat pada frekuensi 1000 Hz yang artinya terjadi penyerapan gelombang bunyi yang besar saat bunyi melewati sampel. Pada saat frekuensi besar dari 1000 Hz nilai koefisien absorpsi mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena pada frekuensi tertentu material akustik cenderung bersifat resesif dimana mengalami penurunan nilai koefisien absorpsi bunyi pada frekuensi tertentu (Yuliantika dan Elvaswer, 2015)

Nilai koefisien absorpsi tertinggi untuk kelima sampel terdapat pada sampel dengan desain permukaan alur belah ketupat yaitu 0,82 pada frekuensi 1000 Hz. Tingginya nilai koefisien absorpsi pada sampel alur belah ketupat dikarenakan titik potong yang terjadi antar celah menyebabkan luas permukaan yang terbentuk menjadi lebih luas sehingga mempengaruhi nilai koefisien absorpsinya. Luas permukaan merupakan batas dari jumlah material yang dapat diserap (Puspitarini, 2014). Semakin luas suatu permukaan menyebabkan gelombang bunyi yang datang lebih mudah masuk dan diserap dari pada di pantulkan.

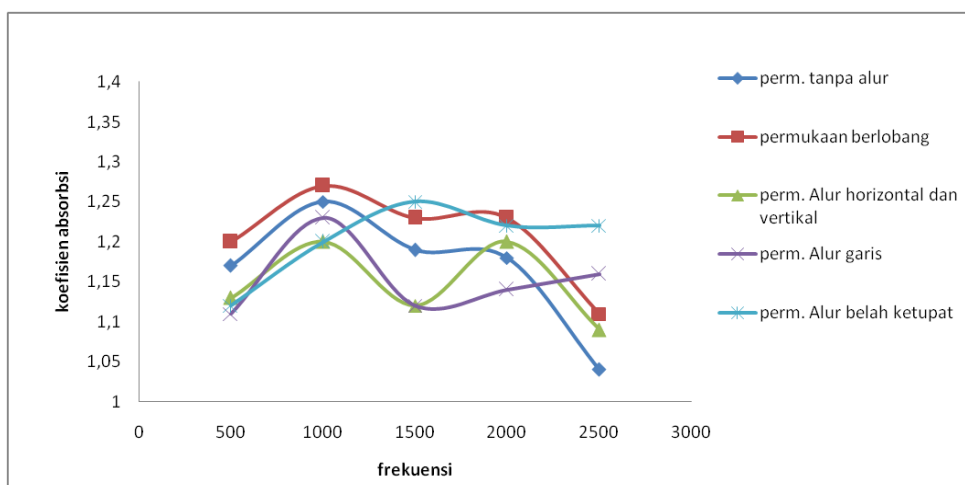
Untuk sampel dengan desain permukaan alur garis nilai koefisien absorpsi tertingginya yaitu 0,78 pada frekuensi 1000 Hz. Hal ini disebabkan karena pada permukaan alur garis celah yang diberikan pada sampel menyebabkan amplitudo gelombang datang dapat merambat melalui celah sehingga lebih banyak bunyi yang diserap dan amplitudo gelombang pantulnya menjadi kecil.

Untuk sampel dengan desain permukaan berlubang nilai koefisien absorpsi tertingginya yaitu 0,73 pada frekuensi 1000 Hz. Hal ini disebabkan karena pemberian lubang pada sampel yang dalam hingga menembus bagian belakang menyebabkan amplitudo gelombang datang masuk ke dalam lubang dan diserap oleh material dengan baik sehingga amplitudo gelombang pantulnya menjadi kecil.

Nilai koefisien absorpsi terendah terdapat pada sampel dengan desain permukaan tanpa alur yaitu 0,43 pada frekuensi 2500 Hz. Rendahnya nilai koefisien absorpsi pada sampel tanpa alur dikarenakan tidak adanya celah yang diberikan pada sampel yang menyebabkan gelombang bunyi yang datang mengenai sampel lebih banyak dipantulkan dari pada diserap.

3.2 Nilai Impedansi Akustik

Nilai impedansi akustik (Z) pada masing-masing material dapat dihitung setelah diperoleh nilai *standing wave ratio* (SWR), jarak minimum pertama (d_1), dan jarak minimum kedua (d_2) pada sampel uji material akustik tersebut. Secara umum nilai impedansi akustik yang didapatkan tidak beraturan atau acak. Setelah dilakukan pengujian dan perhitungan pada material akustik serat lumut (*Moss*) didapatkan hasil pengukurannya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Hubungan nilai impedansi akustik terhadap frekuensi

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai impedansi akustik pada frekuensi 1000 Hz selalu mengalami kenaikan untuk 3 material uji. Hal ini disebabkan karena pada frekuensi 1000 Hz terjadi penyerapan gelombang bunyi yang besar, akan tetapi pada frekuensi yang lebih besar dari 1000 Hz gelombang bunyi akan menyebar (dipantulkan atau ditransmisikan). Pada saat terjadinya penyerapan yang besar gelombang bunyi yang dipantulkan sedikit, sehingga mengakibatkan nilai penyerapan bunyi menjadi lebih tinggi. Tingginya nilai penyerapan bunyi tersebut diikuti pula oleh nilai impedansi akustiknya yang juga menjadi tinggi.

Nilai impedansi akustik tertinggi terdapat pada sampel dengan desain permukaan berlubang yaitu $1,27 \text{ kg/m}^2\text{s}$ pada frekuensi 1000 Hz yang artinya saat gelombang bunyi yang datang hambatan yang diberikan pada gelombang tersebut besar yang mengakibatkan nilai impedansinya menjadi tinggi. Untuk sampel dengan desain permukaan tanpa alur nilai impedansi akustik tertingginya yaitu $1,25 \text{ kg/m}^2\text{s}$ pada frekuensi 1000 Hz. Sampel dengan desain permukaan alur garis memiliki nilai

impedansi akustik tertinggi yaitu 1,23 kg/m²s pada frekuensi 1000 Hz. Untuk dua sampel lainnya yaitu sampel dengan desain permukaan alur belah ketupat nilai impedansi akustik tertinggi yaitu 1,25 kg/m²s pada frekuensi 1500 Hz dan nilai impedansi akustik untuk sampel dengan desain permukaan alur horizontal vertikal yaitu 1,2 kg/m²s yang terjadi pada frekuensi 1000 Hz dan 2000 Hz yang artinya pada frekuensi tertentu material akustik cenderung bersifat resesif yang mengakibatkan terjadinya kenaikan dan penurunan nilai serapnya sehingga nilai impedansi yang didapatkan juga berpengaruh.

IV. KESIMPULAN

Nilai koefisien absorpsi bunyi tertinggi terjadi pada frekuensi 1000 Hz yaitu 0,82 pada sampel yang diberikan perlakuan berupa alur belah ketupat. Desain ini direkomendasikan untuk material pengendali kebisingan pada suatu ruang. Nilai impedansi akustik tertinggi terjadi pada frekuensi 1000 Hz yaitu 1,27 kg/m²s pada sampel yang diberi perlakuan berlubang. Umumnya, semua sampel yang telah dilakukan pengujian dengan tabung impedansi dan perlakuan yang diberikan berbeda pada kelima sampelnya sudah termasuk ke dalam kategori material peredam bunyi karena menurut standar ISO 11654, suatu material dapat dikategorikan sebagai peredam bunyi apabila material akustik tersebut memiliki koefisien absorpsi bunyi minimum sebesar 0,15.

DAFTAR PUSTAKA

- Asfarizal., Karakteristik Komposit Berbasis Serat Kelapa dan Berbasis Serat aren, *Jurnal Teknologi Mesin*, 6(1), hal 24-33 (2016).
- Baranek, L., *Acoustic Measurement*, John Wiley & Sons Inc, New York, 1949.
- Doelle, E. dan Leslie, L., *Akustik Lingkungan*, Edisi Pertama, Erlangga, Jakarta, 1986.
- Gibson, F. R., *Principles of Composite dan Optika*, Salemba Teknika, Jakarta, 1984.
- Fengel, D. dan Wegener, G., *Kayu : Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi*, (diterjemahkan oleh: Sastrohamidjo, H.), Gajahmada University Press, Yogyakarta, 1995.
- Karlinasari, L., Herman, D., Maddu, A., Martianto, B., Khrisna, I.L., Nugroho, N. dan Sudo, Y.H., Acoustical Properties of Particleboards Made from Betung Bamboo, (*Dendrocalamus asper*) as Building Construction Material, *Bioresources*, 5700-5709. 2012.
- Nursolehati., “Karakteristik Koefisien Absorpsi Komposit Serat Daun Nanas dengan Alur (*Groove*) Permukaan yang Berbeda Terhadap Frekuensi”, *Skripsi S1*, Jurusan Fisika, Unand, Padang, 2017.
- Permatasari, O. I. dan Masturi., Penentuan Koefisien Serap Bunyi Papan Partikel dari Limbah Tongkol Jagung, *Jurnal Fisika Unnes*, 4(1), hal 11-14 (2014).
- Puspitarini, Y., Musthofa A.S.F. dan Yulianto, A., Koefisien Serap Bunyi Ampas Tebu Sebagai Bahan Peredam Suara, *Jurnal Fisika Unnes*, 4(2), hal 96-100 (2014).
- Rezita, Y., Elvaswer. Dan Rasyid, R., Koefisien Absorpsi Bunyi dan Impedansi Akustik dari Ampas Singkong (*Manihot esculenta*) dengan Menggunakan Metode Tabung, *Jurnal Fisika Unand*, 8(2), hal 146-150 (2019).
- Yuliantika, S. dan Elvaswer., Penentuan Koefisien Absorpsi dan Impedansi Material Akustik Resonator Panel Kayu Lapis (Plywood) Berlubang dengan Menggunakan Metode Tabung, *Jurnal Ilmu Fisika*, 7(2), hal 56-62 (2015).