

Koefisien Absorpsi Bunyi dan Impedansi Akustik dari Panel Serat Kulit Jagung dengan Menggunakan Metode Tabung

Tika Wulan Dari*, 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: 06 September 2021
Direvisi: 04 Oktober 2021
Diterima: 05 Oktober 2021

Kata kunci:

impedansi akustik
koefisien absorpsi
metode tabung
resin epoksi
serat kulit jagung

Keywords:

acoustic impedance
sound absorption coefficient
tube method
epoxy resin
corn skin fibers

Penulis Korespondensi:

Tika Wulan Dari
Email: tikawulandari311@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk menentukan nilai koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik dari panel berbahan dasar komposit serat kulit jagung dengan matriks berupa resin epoksi. Kemampuan panel akustik diuji menggunakan metode tabung. Panel akustik diberikan perlakuan yang berbeda di setiap permukaan sampel. Desain permukaan yang diberikan yaitu permukaan tanpa alur, garis lurus panjang, garis lurus pendek, garis lurus panjang dan pendek, garis tegak lurus, dan lingkaran. Frekuensi sebagai sumber bunyi yang digunakan pada penelitian ini adalah 500 Hz, 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, dan 2500 Hz. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik tertinggi terjadi pada desain permukaan garis lurus panjang yaitu 0,89 dan 1,26 kg/m²s dengan frekuensi 1000 Hz. Berdasarkan standar ISO 11654, dapat disimpulkan serat kulit jagung berpotensi digunakan sebagai panel akustik.

Research has been conducted to determine the value of the sound absorption coefficient and the acoustic impedance of the panel made from corn skin fiber composite panels with matrix epoxy resin. The ability of the acoustic panel is tested using the tube method. Acoustic panels are given different treatments on each sample surface. The surface is given a surface without grooves, long straight lines, short straight lines, long and short straight lines, perpendicular lines, and circles. The sound source frequency used in this study was 500 Hz, 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, and 2500 Hz. The result showed that the highest coefficient absorption and acoustic impedance occurred in the surface design of long straight lines of 0,89 and 1,26 kg/m²s with a frequency of 1000 Hz. Based on ISO 11654 standards, corn skin fiber can be used as an acoustic panel.

Copyright © 2021 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Kebisingan merupakan salah satu masalah yang dihadapi oleh masyarakat. Kebisingan adalah bunyi yang bersumber dari alat-alat produksi dan rumah tangga yang tidak diinginkan dan dapat menyebabkan gangguan pendengaran. Kebisingan dapat diatasi dengan meredam kebisingan menggunakan panel akustik atau lebih dikenal dengan panel akustik. Panel akustik merupakan bahan khusus yang berfungsi menyerap bunyi pada frekuensi tertentu. Panel akustik biasanya dibuat dari serat sintetis yang kurang ramah terhadap lingkungan. Serat alam merupakan salah satu solusi yang dapat digunakan sebagai bahan dasar panel akustik karena lebih ramah lingkungan dan mudah didapatkan di alam.

Panel akustik sebagai panel pengendali kebisingan yang digunakan biasanya mengandung selulosa yang tinggi. Selulosa merupakan senyawa yang memiliki keunggulan yaitu mampu meredam suara/kebisingan, densitas rendah, dan kemampuan mekanik tinggi sehingga dapat memenuhi kebutuhan industri (Faruk and Sain, 2014). Kulit jagung merupakan salah satu limbah yang memiliki kandungan selulosa yang tinggi yaitu 36,81% (Ningsih, 2012). Jagung (*Zea mays*) merupakan salah satu sumber karbohidrat selain padi dan gandum. Jagung yang telah dipanen akan menghasilkan limbah seperti batang dan kulit jagung. Limbah-limbah ini jika tidak dimanfaatkan dengan baik maka akan mencemari lingkungan dan menambah jumlah produksi sampah di Indonesia (Akbar, 2017).

(Akbar, 2017) melakukan penelitian mengenai karakterisasi papan akustik dari limbah kulit jagung dengan perekat lem fox. Metode yang digunakan yaitu metode ruang dengung. Hasil penelitian menunjukkan nilai koefisien absorpsi bunyi yang didapatkan yaitu 0,32 pada frekuensi 1000 Hz. (Rezita *et al.*, 2019) melakukan penelitian mengenai koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik dari ampas singkong (*manihot esculenta*) dengan menggunakan metode tabung. Hasil penelitian menunjukkan nilai koefisien absorpsi bunyi yaitu sebesar 0,64 pada frekuensi 2500 Hz dengan ketebalan 2 mm. Nilai impedansi akustik yang didapatkan yaitu sebesar 1,20 kg/m²s pada frekuensi 2500 Hz dengan ketebalan 2 mm.

Material komposit adalah gabungan dua atau lebih panel yang tersusun dari panel pengikat dan panel penguat untuk menghasilkan panel baru yang memiliki sifat mekanik berbeda dibandingkan sifat dasar sebelumnya (Matthews and Rawlings, 1993). Salah satu contoh material komposit yang digunakan yaitu serat kulit jagung dengan resin epoksi. Resin epoksi berfungsi mengikat serat kulit jagung yang satu dengan serat kulit jagung yang lainnya dan termasuk ke dalam golongan perekat *thermosetting* (Daulay and Wirathama, 2014). Pada penelitian ini dilakukan pengukuran nilai koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik dari panel serat kulit jagung. Kualitas dari suatu panel akustik ditunjukkan dengan nilai koefisien absorpsi bunyi. Semakin tinggi nilai koefisien absorpsi bunyi suatu panel, maka semakin bagus panel tersebut digunakan sebagai panel akustik (Doelle, 1990). Metode yang digunakan untuk menguji kemampuan panel akustik pada penelitian ini yaitu metode tabung impedansi karena lebih sederhana dibandingkan dengan metode ruang dengung (Rezita *et al.*, 2019). 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, SWR*). Secara matematis rasio gelombang tegak dapat dinyatakan dengan 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 dengan Persamaan 2.

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

Impedansi akustik dapat ditentukan dengan Persamaan 3.

$$z_s = \coth(\psi_1 + i\psi_2)\rho c \quad (3)$$

dengan z_s adalah impedansi akustik (kg/m²s), ρ merupakan kerapatan udara (kg/m³), dan c adalah kecepatan bunyi di udara (m/s). Perkalian ρc sebagai impedansi karakteristik udara. ψ_1 dan ψ_2

merupakan besaran kompleks saat kondisi refleksi sampel uji panel akustik serat kulit jagung. 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 (Peters, 2020).

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

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

d_1 adalah jarak amplitudo minimum pertama (cm), d_2 adalah jarak amplitudo minimum kedua (cm), dan π merupakan rasio diameter lingkaran panel akustik serat kulit jagung yaitu 3,14.

Koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik dari panel serat kulit jagung sebagai bahan pengendali kebisingan dapat dilihat berdasarkan standar ISO 11654. Menurut standar ISO 11654, suatu panel dapat dikategorikan sebagai bahan pengendali kebisingan apabila panel tersebut memiliki koefisien absorpsi bunyi minimum yaitu 0,15.

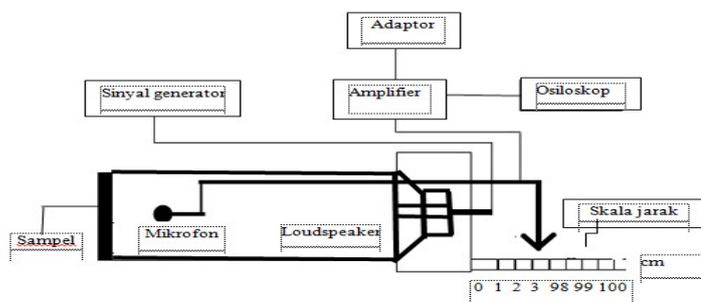
II. METODE

2.1 Pembuatan Komposit Serat Kulit Jagung dengan Resin Epoksi

Kulit jagung yang digunakan yaitu jenis jagung manis (*Zea mays*). Kulit jagung yang sudah dipisahkan dari tongkolnya selanjutnya dicuci dengan menggunakan air bersih. Kulit jagung dijemur di bawah sinar matahari hingga kandungan air pada kulit jagung berkurang. Kulit jagung yang sudah kering kemudian diambil seratnya dengan cara manual menggunakan jarum peniti. Serat kulit jagung dipotong sepanjang 2 cm. Serat kulit jagung dan resin epoksi ditimbang dengan komposisi 80%:20% yaitu 19,2 g serat kulit jagung dan 4,8 g resin epoksi dengan massa total keseluruhan sampel 24 g. Serat kulit jagung dan resin epoksi dicampur kemudian dimasukkan ke dalam cetakan berbentuk lingkaran dengan diameter 8 cm yang sudah dilapisi dengan *aluminium foil*. Sampel diletakkan di dalam *hot press* selama 10 menit dengan suhu 150 °C. Keluar dari cetakan, sampel didiamkan pada suhu ruang kemudian sampel diberi alur pada permukaannya. Desain permukaan yang diberikan yaitu tanpa alur, garis lurus panjang, garis lurus pendek, garis lurus panjang dan pendek, garis tegak lurus dan lingkaran.

2.2 Pengujian Koefisien Absorpsi Bunyi dan Impedansi Akustik dengan Menggunakan Tabung Impedansi

Pengujian koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik dilakukan dengan menggunakan tabung impedansi untuk mengetahui kemampuan komposit serat kulit jagung sebagai bahan panel akustik. Tabung impedansi yang digunakan terbuat dari besi berdiameter 8 cm dan dirangkai seperti Gambar 1. Sampel serat kulit jagung yang digunakan sesuai dengan ukuran tabung impedansi.



Gambar 1 Skema rangkaian tabung impedansi

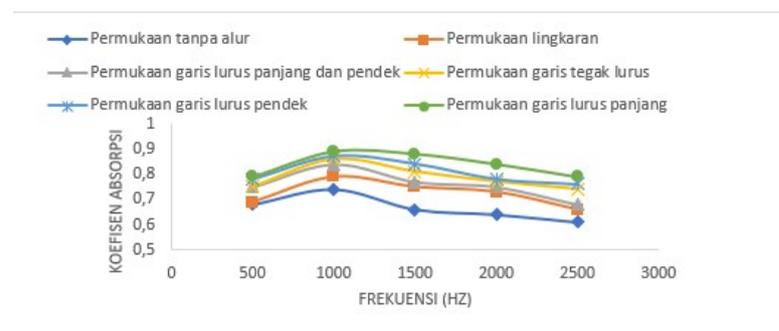
Prinsip kerja tabung impedansi adalah generator sinyal yang dihubungkan dengan *loudspeaker* menghasilkan keluaran berupa bunyi yang memiliki frekuensi tertentu. Pada salah satu ujung tabung diletakkan sampel yang akan diuji nilai koefisien absorpsinya. Mikrofon diletakkan ditengah-tengah

diameter tabung menghadap ke sampel serat kulit jagung tersebut. Mikrofon dipasang pada ujung sebuah kawat besi 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. Frekuensi bunyi 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

Dari pengujian panel akustik serat kulit jagung dengan variasi desain permukaan sampel pada tiap frekuensi uji didapatkan nilai koefisien absorpsi bunyi yang berbeda-beda. Peningkatan nilai koefisien absorpsi bunyi dapat disebabkan oleh desain permukaan yang diberikan berbeda sehingga nilai amplitudo gelombang pantul yang dihasilkan juga berbeda yang berimbas pada variasi nilai koefisien absorpsi. Hasil perhitungan nilai koefisien absorpsi bunyi dari keenam sampel terhadap frekuensi dari keenam sampel diperlihatkan pada Gambar 1.



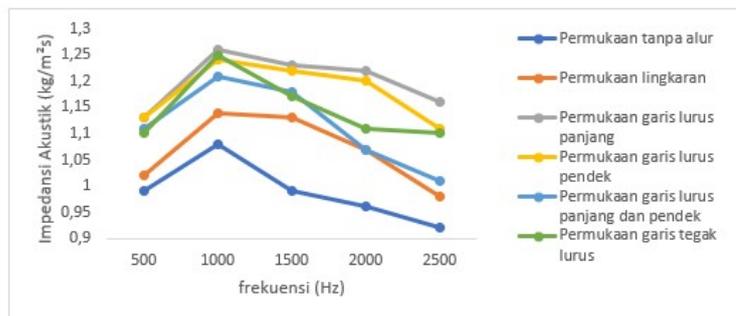
Gambar 1 Hubungan koefisien absorpsi bunyi (α) pada panel akustik serat kulit jagung terhadap frekuensi (Hz).

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa koefisien absorpsi bunyi tertinggi terjadi pada permukaan garis lurus panjang dengan frekuensi 1000 Hz yaitu 0,89. Hal ini disebabkan karena desain yang diberikan pada permukaan garis lurus panjang mengakibatkan amplitudo gelombang pantul lebih kecil sehingga gelombang bunyi lebih banyak diserap oleh permukaan. Kecilnya amplitudo gelombang pantul menyebabkan koefisien absorpsi bunyi yang didapatkan tinggi. Koefisien absorpsi bunyi semua desain permukaan sampel naik pada frekuensi 500-1000 Hz. Hal ini disebabkan karena gelombang bunyi lebih mudah diserap pada frekuensi rendah. Frekuensi 1000 Hz merupakan frekuensi optimal dimana terjadinya kehilangan energi pada sampel sehingga koefisien absorpsi bunyi yang didapatkan tinggi (Sinaga, 2012).

Koefisien absorpsi bunyi pada panel akustik serat kulit jagung menurun pada frekuensi tinggi (>1000 Hz). Hal ini dapat disebabkan karena pada frekuensi tinggi gelombang bunyi tidak dapat diserap dengan baik oleh permukaan. Pada frekuensi tertentu panel akustik cenderung memiliki sifat resesif sehingga koefisien absorpsi yang didapatkan rendah.

3.2 Nilai Impedansi Akustik

Nilai impedansi akustik (Z) pada masing-masing panel akustik dapat diukur setelah diperoleh nilai dari besaran-besaran pada Persamaan ke 1 dan persamaan ke 5 sampel uji panel akustik serat kulit jagung. Setelah dilakukan pengujian dan perhitungan dengan Persamaan ke 3, maka diperoleh impedansi akustik panel serat kulit jagung seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Hubungan impedansi panel akustik serat kulit jagung terhadap frekuensi (Hz)

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai impedansi akustik dari panel serat kulit jagung yang tertinggi terdapat pada sampel dengan desain permukaan garis lurus panjang pada frekuensi 1000 Hz yaitu 1,26 kg/m²s. Hal ini disebabkan karena desain yang diberikan pada permukaan yaitu garis lurus panjang mengakibatkan gelombang bunyi yang diserap tinggi sehingga kemampuan bahan untuk menghambat bunyi yang datang menjadi besar.

Nilai impedansi akustik serat kulit jagung paling rendah terdapat pada permukaan tanpa alur dengan frekuensi 2500 Hz yaitu 0,92 kg/m²s. Hal ini disebabkan karena pada permukaan tanpa alur gelombang bunyi yang diserap sedikit sehingga kemampuan bahan untuk menghambat bunyi yang datang menjadi kecil.

Nilai impedansi akustik pada frekuensi 1000 Hz selalu mengalami kenaikan pada setiap sampel panel. Hal ini disebabkan karena pada frekuensi 1000 Hz gelombang bunyi yang diserap lebih besar dibandingkan dengan gelombang bunyi yang dipantulkan. Tingginya nilai penyerapan bunyi yang didapatkan diikuti oleh nilai impedansinya yang tinggi pula. Sedangkan pada frekuensi yang lebih tinggi (>1000 Hz) nilai impedansi akustik yang didapatkan ikut rendah. Hal ini dapat disebabkan karena pada frekuensi tinggi penyerapan gelombang bunyi kecil yang mengakibatkan nilai koefisien absorpsi rendah, sehingga nilai impedansi akustik rendah.

IV. KESIMPULAN

Nilai koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik tertinggi terjadi pada frekuensi 1000 Hz yaitu 0,89 dan 1,26 kg/m²s pada sampel dengan permukaan garis lurus panjang. Semakin tinggi nilai koefisien absorpsi bunyi maka nilai impedansi akustik yang didapatkan juga semakin besar. Serat kulit jagung dengan desain permukaan yang berbeda dapat dikategorikan sebagai panel peredam bunyi (panel akustik) menurut standar ISO 11654 karena nilai koefisien absorpsi yang didapatkan lebih besar dari nilai minimum yaitu 0,15.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. (2017), "Karakteristik Papan Akustik Dari Limbah Kulit Jagung Dengan Perekat Lem Fox", Uin Alauddin.
- Daulay, S.A. and Wirathama, F. (2014), "Pengaruh Ukuran Partikel dan Komposisi Terhadap Sifat Kekuatan Bentur Komposit Epoksi Berpengisi Serat Daun Nanas", *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol. 3 No. 3, pp. 13–17.
- Doelle, L.L. (1990), "Akustik Lingkungan (terj. Lea Prasetyo)", Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Faruk, O. and Sain, M. (2014), *Biofiber Reinforcements in Composite Materials*, Elsevier Science, available at: <https://books.google.co.id/books?id=bb08AwAAQBAJ>.
- Matthews, F.L. and Rawlings, R.D. (1993), "Composite Material Engineering And Science, Imperial College of Science", *Technology And Medicine, London, UK*.
- Ningsih, E.V.A.R. (2012), "Uji Kinerja Digester pada Proses Pulping Kulit Jagung Dengan Variable Suhu dan Waktu Pemasakan (Digester Test Run on Corn's Skin Pulping Process with Temperature and Time Cooking Variable)", Undip.

- Peters, R. (2020), *Uncertainty in Acoustics: Measurement, Prediction and Assessment*, CRC Press, Taylor & Francis Group, available at: <https://books.google.co.id/books?id=whkMzAEACAAJ>.
- Rezita, Y., Elvaswer, E. and Rasyid, R. (2019), “Koefisien Absorpsi Bunyi dan Impedansi Akustik dari Ampas Singkong (*Manihot esculenta*) dengan Menggunakan Metode Tabung”, *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 8 No. 2, pp. 146–150.
- Sinaga, D.M. (2012), “Pengukuran Koefisien Absorpsi Bunyi dari Limbah Batang Kelapa Sawit”.