

## Pengaruh Ketebalan Panel Akustik dari Limbah Kulit Durian terhadap Koefisien Absorpsi dan Impedansi Akustik

Yusratul Aziza, 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: 24 Januari 2022  
Direvisi: 11 Februari 2022  
Diterima: 14 Februari 2022

#### Kata kunci:

Frekuensi  
Impedansi akustik  
Koefisien absorpsi  
Metode tabung  
Serat limbah kulit durian

#### Keywords:

Frequency  
acoustic impedance  
absorption coefficient  
tube method  
Durian peel waste fiber

#### Penulis Korespondensi:

Yusratul Aziza  
Email: [yusratulazizah@gmail.com](mailto:yusratulazizah@gmail.com)

### ABSTRAK

Kebisingan merupakan salah satu masalah yang sering terjadi di masyarakat karena dapat mengganggu kesehatan seperti susah tidur dan kurangnya konsentrasi. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan penelitian tentang pengaruh ketebalan panel akustik dari limbah kulit durian dan tepung kanji terhadap koefisien absorpsi dan impedansi akustik yang diukur menggunakan metode tabung impedansi. Sampel material akustik yang terbuat dari serat limbah kulit durian dengan variasi ketebalan 2 mm, 4 mm, 6 mm, 8 mm dan 10 mm. Frekuensi bunyi yang digunakan pada penelitian ini adalah 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz dan 8000 Hz. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa nilai koefisien absorpsi bunyi tertinggi pada sampel dengan ketebalan 10 mm dengan frekuensi 2000 Hz yaitu 0,96 dan nilai koefisien absorpsi terendah pada frekuensi 500 Hz yaitu 0,71 dengan ketebalan sampel 2 mm. Nilai impedansi akustik tertinggi terjadi pada frekuensi 2000 Hz yaitu 1,61 dyne.s/cm<sup>2</sup> dengan ketebalan sampel 10 mm. Berdasarkan nilai koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik maka serat limbah kulit durian berpotensi digunakan sebagai bahan penyerap bunyi berdasarkan ISO 11654 karena memiliki diatas 0,15.

*Noise is one of the problems that often occur in the community and cause health problems such as sleeping difficulty and lack of concentration. To overcome this problem research was conducted on the effect of the thickness of acoustic panels from durian skin waste and starch on the absorbance coefficient and acoustic impedance measured using. Impedance tube method samples of acoustic material made from durian skin waste fibers with varying thicknesses of 2 mm, 4 mm, 6 mm, 8 mm, and 10 mm. The sound frequencies used in the study were 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, and 8000 Hz. The results of the study showed that the highest sound absorbance coefficient in the sample with a thickness of 10 mm with a frequency of 2000 Hz is 0.96 and the lowest absorbance coefficient value at the frequency of 500 Hz is 0.71 with a sample thickness of 2 mm. The highest acoustic impedance value occurs at a frequency of 2000 Hz which is 1.61 dynes.s/cm<sup>2</sup> with a sample thickness of 10 mm. Based on the value of the sound absorbance coefficient and acoustic impedance, durian skin waste fiber has the potential to be used as a sound absorbent material based on ISO 11654 a material can be used as a sound absorber if the material has a minimum sound absorbance coefficient of 0.15.*

Copyright © 2020 Author(s). All rights reserved

## I. PENDAHULUAN

Permasalahan yang sering terjadi dikalangan masyarakat terutama perkotaan adalah kebisingan atau polusi bunyi. Kebisingan merupakan bunyi yang bersumber dari alat-alat produksi, transportasi dan aktivitas manusia seperti pembicaraan manusia dimana suara tersebut tidak diinginkan karena dapat menyebabkan gangguan psikologis dan medis seperti pendengaran. Kebisingan yang terjadi terus menerus berdampak negatif bagi kesehatan. Kebisingan dapat diatasi dengan meredamnya menggunakan bahan peredam atau material akustik. Menurut Asade and Isranur (2013) penyerapan suara merupakan peristiwa perubahan energi suara menjadi energi panas. Masalah kebisingan selayaknya menjadi perhatian khusus karena sangat mengganggu bagi manusia. Kebisingan dapat diatasi dengan material akustik baik dari serat alam maupun sintesis. Salah satu bahan alam yang dapat digunakan adalah serat limbah kulit durian.

Kulit durian memiliki kandungan selulosa yang tinggi yaitu 50-60% dan kandungan lignin dan pati yang rendah yaitu masing-masing 5%. Unsur selulosa yang tinggi dapat dijadikan campuran bahan sebagai zat aditif pada beton (Fuad *et al.*, 2014). Menurut Lehninger (1993) selulosa dapat ditemukan pada dinding tumbuhan. Selulosa memiliki kandungan yang mengakibatkan terbentuknya kekuatan tarik yang sangat tinggi. Kulit durian memiliki unsur selulosa yang tinggi sehingga bisa dijadikan bahan material akustik dalam penyerap bunyi (Fuad *et al.*, 2014).

Beberapa peneliti telah mengukur koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik serat alam dan bahan polimer. Arwanda and Sani (2019) telah melakukan penelitian dengan menggunakan komposit serat daun nanas dengan menggunakan metode tabung impedansi bertujuan untuk mengukur koefisien absorpsi bunyi pada frekuensi 200 Hz hingga 2000 Hz. Hasil penelitian menunjukkan bahwa koefisien absorpsi tertinggi terdapat pada sampel dengan serat nanas 0,8 gram pada frekuensi 2000 Hz sebesar 0,59 dan koefisien absorpsi terendah terdapat pada sampel dengan serat nanas 0,2 gram pada frekuensi 200 Hz sebesar 0,24. Serat daun nanas dapat dikategorikan sebagai penyerap bunyi yang baik karena koefisien absorpsinya lebih dari 0,15.

Leslie (1993) telah meneliti tentang bahan berpori yaitu papan serat (*fiber board*) dengan ketebalan yang berbeda 25 mm, 30 mm, 75, 100 mm. Koefisien absorpsi bunyi meningkat dengan penambahan ketebalan sampel. Koefisien absorpsi pada frekuensi 2000 Hz sampel dengan ketebalan 25 mm adalah 0,74, ketebalan 50 mm adalah 0,82, ketebalan 75 mm adalah 0,88 dan ketebalan 100 mm adalah 0,92.

Munir (2015) meneliti pemanfaatan fluk dalam bentuk lingkaran pada *styrofoam* sebagai bahan dasar peredam suara. Penelitian ini menggunakan metode tabung impedansi pada frekuensi 125 Hz - 2000 Hz. *Styrofoam* tanpa fluk memiliki koefisien absorpsi 0,181 hingga 0,319, sedangkan bahan *styrofoam* dengan fluk memiliki koefisien absorpsi 0,233 hingga 0,633. *Absorber styrofoam* dengan fluk memiliki nilai koefisien absorpsi lebih tinggi dibandingkan tanpa fluk. Fluk pada *absorber styrofoam* berfungsi untuk memaksimalkan penyerapan bunyi.

Berdasarkan hal diatas, penelitian yang akan dilakukan ini menggunakan serat limbah kulit durian sebagai bahan dasar pembuatan panel akustik. Kulit durian memiliki kandungan selulosa yang tinggi sehingga dapat dijadikan sebagai bahan dasar penyerap kebisingan. Matriks yang digunakan adalah tepung kanji yang berfungsi sebagai perekat. Pada penelitian ini akan dibuat sampel dengan ketebalan dan frekuensi yang berbeda. Metode yang digunakan adalah metode tabung impedansi dengan menggunakan frekuensi pita oktaf 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz dan 8000 Hz.

## II. METODE

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah tabung impedansi, mikrofon, *amplifier*, osiloskop, sinyal generator, sumber suara, neraca digital, cetakan sampel, blender dan *hot packing press*. Bahan yang digunakan adalah limbah kulit durian, tepung kanji dan *aluminium foil*.

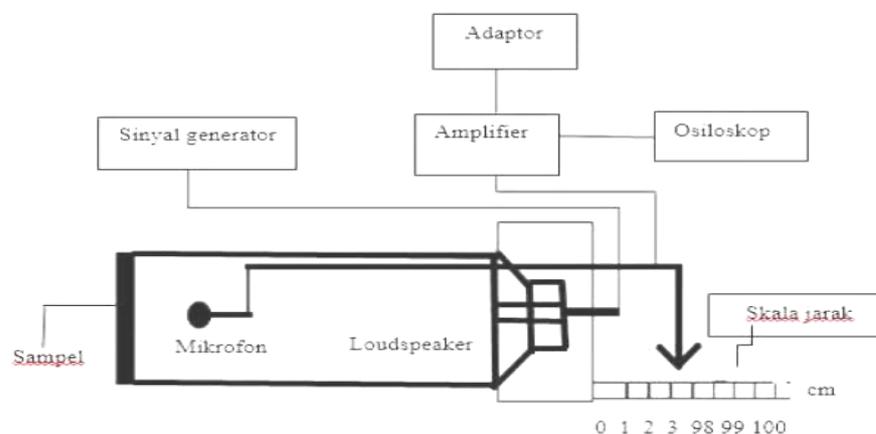
### 2.1 Pembuatan Komposit Serat Kulit Durian dengan tepung Kanji

Kulit durian dicuci terlebih dahulu dengan air. Kulit durian dan duri dipisahkan lalu dipotong-potong dan dihancurkan menggunakan blender hingga terlihat serat kulit durian. Kulit durian yang telah hancur disaring kemudian dijemur di udara terbuka menggunakan sinar matahari selama 3 hari untuk menghilangkan kadar air. Perbandingan serat kulit durian dan matriks tepung kanji yang

digunakan adalah 70% : 30%. Tepung kanji dicampurkan dengan air mendidih lalu diaduk sampai tercampur rata. Serat kulit durian yang sudah kering dicampurkan dengan adukan tepung kanji dan air hingga menyatu. Adukan yang telah tercampur dimasukkan ke dalam cetakan sampel. Cetakan sampel terlebih dahulu dilapisi *aluminium foil* secara keseluruhan. Sampel diletakkan dalam cetakan dan ditekan menggunakan *hot packing press* selama kurang lebih 10 menit pada suhu kurang dari 100 °C. Sampel yang telah ditekan menggunakan *hot packing press* didinginkan selama 2 hingga 3 jam lalu dipisahkan dari cetakan. Sampel yang sudah dipisahkan dari cetakan ditimpa dengan bahan berat seperti besi, tumpukan buku selama 2 hingga 3 hari. Sampel pada penelitian ini diatur pada ketebalan 2 mm, 4 mm, 6 mm, 8 mm, dan 10 mm.

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

Pengujian koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik dilakukan dengan menggunakan tabung impedansi yang berguna untuk mengetahui kemampuan material bahan serat kulit durian dalam pengendalian kebisingan. Tabung impedansi yang digunakan terbuat dari besi yang berdiameter 8 cm dan dirangkai seperti Gambar 1. Sampel limbah kulit durian yang digunakan sesuai dengan ukuran tabung impedansi.



Gambar 1 Skema rangkaian tabung impedansi

Prinsip kerja tabung impedansi adalah *loudspeaker* dan sinyal generator dihubungkan sebagai penghasil keluaran berupa bunyi yang memiliki frekuensi tertentu. Pada salah satu ujung tabung diletakkan sampel yang akan diuji nilai koefisien absorpsinya. Mikrofون diletakkan ditengah-tengah diameter tabung menghadap ke sampel limbah kulit durian tersebut. Mikrofون dipasang pada ujung sebuah kawat besi sehingga dapat digeser untuk menentukan kedudukan amplitudo tekanan maksimum dan amplitudo tekanan minimumnya. Mikrofون diperkuat dengan menggunakan *amplifier* dan dihubungkan ke osiloskop untuk menampilkan bentuk gelombang. Frekuensi yang digunakan dalam penelitian ini adalah frekuensi pada oktaf-band, yaitu 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, dan 8000 Hz.

## 2.3 Pengambilan Data

Mikrofون digeser menjauhi sampel sehingga pada osiloskop menunjukkan tampilan amplitudo tekanan maksimum (A+B). Mikrofون digeser lagi sehingga pada osiloskop menunjukkan tampilan amplitudo tekanan minimum (A-B) dan dilakukan pengukuran. Mikrofون digeser dari sampel sehingga menunjukkan jarak amplitudo minimum pertama ( $d_1$ ), untuk menentukannya dengan cara melihat amplitudo tekanan minimum pada osiloskop lalu lihat meteran yang ada di sebelah tabung impedansi maka nilai yang ditunjukkan pada meteran merupakan nilai amplitudo minimum pertama ( $d_1$ ). Mikrofون kembali digeser sehingga tampilan osiloskop menunjukkan amplitudo minimum kedua ( $d_2$ ) yang diukur pada skala jarak.

## 2.4 Pengolahan Data

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 ( $\alpha$ ) dapat ditentukan dengan Persamaan 2 (Doelle and Praseto, 1986).

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

Impedansi akustik dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan 3

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

dengan  $z_s$  adalah impedansi akustik ( $\text{dyne.s/cm}^2$ ),  $\rho$  merupakan kerapatan udara ( $\text{kg/m}^3$ ), dan  $c$  ialah kecepatan bunyi di udara (m/s). perkalian  $\rho c$  merupakan sebagai impedansi karakteristik udara.  $\psi_1$  dan  $\psi_2$  adalah besaran kompleks saat kondisi refleksi sampel uji panel akustik limbah kulit durian. Untuk dapat menentukan impedansi akustik sampel terlebih dahulu harus menentukan nilai  $\psi_1$  dan  $\psi_2$ . Nilai  $\psi_1$  dan  $\psi_2$  dapat dinyatakan pada Persamaan 4 dan Persamaan 5

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

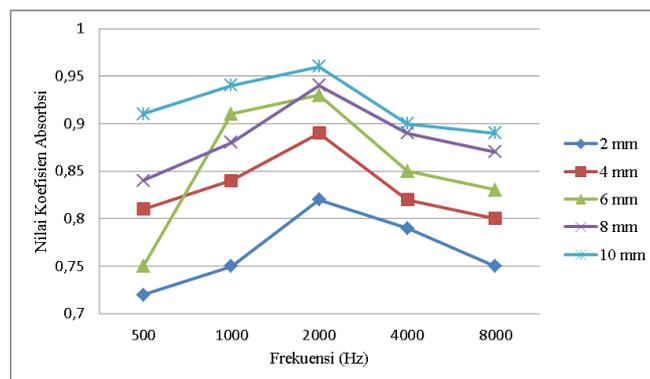
$$\psi_2 = \mu \left[ \frac{1}{2} - \frac{d_1}{d_2} \right] \quad (5)$$

$d_1$  adalah jarak amplitudo minimum pertama dari sampel (cm),  $d_2$  adalah jarak amplitudo minimum kedua dari sampel (cm) dan  $\mu$  merupakan diameter lingkaran panel akustik limbah kulit durian yaitu 3,14.

## III. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1 Koefisien Absorpsi Bunyi

Dari pengujian material akustik limbah kulit durian dengan variasi ketebalan sampel pada tiap frekuensi uji didapatkan koefisien absorpsi bunyi berbeda-beda. Koefisien absorpsi bunyi meningkat disebabkan oleh bertambahnya ketebalan sampel. Aliran energi bunyi yang memasuki material akustik berbanding lurus dengan volume sampel. Hasil perhitungan nilai koefisien absorpsi bunyi dari kelima sampel terhadap frekuensi diperlihatkan pada Gambar 1.



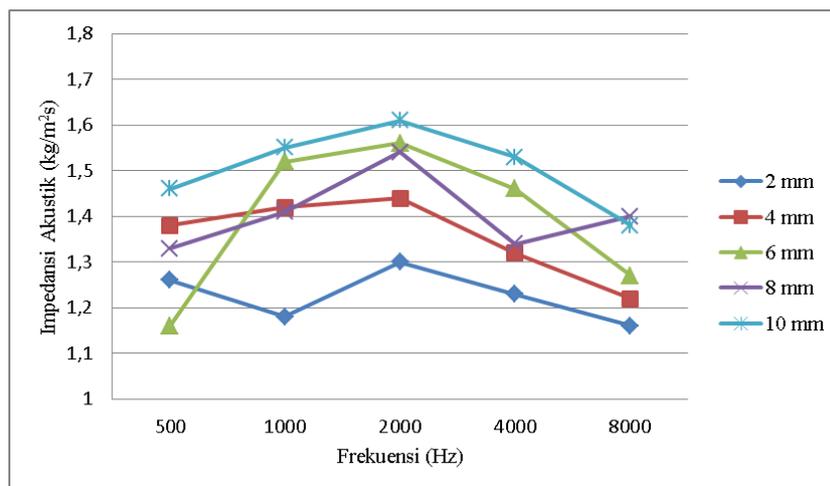
**Gambar 1** Hubungan koefisien absorpsi bunyi ( $\alpha$ ) pada material limbah kulit durian terhadap frekuensi (Hz).

Gambar 1 memperlihatkan bahwa koefisien absorpsi bunyi paling tinggi dimiliki sampel dengan ketebalan 10 mm pada frekuensi 2000 Hz yaitu 0,96. Teori menyatakan bahwa aliran energi bunyi yang memasuki material akustik sebanding dengan volume sampel dan artinya juga dengan ketebalan. Volume sampel adalah luas permukaan sampel yang dikalikan dengan ketebalan sampel. Jika luas permukaan sampel adalah sama, maka perubahan volume sampel disebabkan oleh perubahan ketebalan sampel.

Dilihat dari segi frekuensi sesuai dengan teori bahwa untuk bahan *hardboard* atau bahan agak keras seperti sampel panel limbah kulit durian, karakteristiknya ialah koefisien absorpsi rendah pada frekuensi rendah, kemudian meningkat pada frekuensi tertentu lalu menurun jika frekuensi terus dinaikkan. Koefisien absorpsi rendah pada frekuensi 500 Hz, kemudian meningkat pada frekuensi 2000 Hz, lalu menurun lagi pada frekuensi 8000 Hz. Sampel pada ketebalan 6 mm dengan frekuensi 500 Hz dan 1000 Hz. Frekuensi 500 Hz menurun dan pada frekuensi 1000 Hz meningkat. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kemampuan yang rendah dari mikrofon untuk menangkap gelombang bunyi pada frekuensi rendah yang mengakibatkan deviasi pengukuran menjadi lebih tinggi.

### 3.2 Impedansi Akustik

Nilai impedansi akustik ( $Z$ ) pada masing masing material dapat diukur setelah didapatkan nilai SWR, jarak minimum pertama ( $d_1$ ) dan jarak minimum kedua ( $d_2$ ) pada sampel diuji material akustik dari limbah kulit durian. Impedansi akustik dari limbah kulit durian dengan ketebalan sampel 2 mm, 4 mm, 6 mm, 8 mm dan 10 mm dengan frekuensi yang digunakan adalah 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz dan 8000 Hz. Nilai impedansi akustik material limbah kulit durian dapat ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Hubungan impedansi akustik material limbah kulit durian terhadap frekuensi (Hz)

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai impedansi akustik dari material limbah kulit durian paling tinggi didapatkan pada sampel dengan ketebalan 10 mm pada frekuensi 2000 Hz yaitu 1,61 kg/m<sup>2</sup>s. Dilihat dari segi ketebalan menunjukkan bahwa nilai impedansi akustik yang paling tinggi adalah pada sampel dengan ketebalan paling tinggi juga yaitu 10 mm. Hal ini sesuai dengan teori bahwa impedansi sebanding dengan resistansi, induktansi dan kapasitansi dari suatu bahan. Semakin tebal suatu sampel dengan luas permukaan yang sama dan bahan yang sama tentu massa juga semakin besar.

Ditinjau dari frekuensi nilai impedansi akustik paling tinggi didapatkan pada sampel dengan ketebalan 10 mm pada frekuensi 2000 Hz. Hal ini sesuai dengan teori bahwa pada sampel agak keras seperti panel limbah kulit durian ini impedansi kecil pada frekuensi rendah yaitu pada frekuensi 500 Hz, kemudian meningkat pada frekuensi tertentu yaitu pada frekuensi 2000 Hz kemudian nilai impedansi akustik menurun jika frekuensi ditingkatkan. Namun dibebberapa frekuensi menunjukkan tidak konsisten. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor variabel akustik seperti celah antara sampel dengan tabung yang berbeda atau kesalahan saat pengukuran.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa nilai koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik paling tinggi terjadi pada sampel dengan ketebalan 10 mm pada frekuensi 2000 Hz yaitu 0,96 dan 1,61 kg/m<sup>2</sup>s. Secara umum koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik meningkat jika ketebalan sampel juga bertambah. Material limbah kulit durian dapat digunakan sebagai salah satu material pengendali kebisingan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arwanda, R. and Sani, R.A. (2019). "Koefisien Absorpsi Bunyi Pada Bahan Beton Komposit Serat Daun Nanas Dengan Menggunakan Metode Tabung Impedansi", *EINSTEIN (e-Journal)*, Vol. 7 No. 3, pp. 52–55.
- Asade, F. and Isranur, I. (2013), "Perancang Tabung Impedansi dan Kajian Ekperimental Koefisien Serap Bunyi Paduan Aluminium", *Magnesium*, Vol. 6 No. 2.
- Doelle, L.L. and Praseto, L. (1986), *Akustik Lingkungan*, Erlangga, Jakarta.
- Fuad, I.S., Johan, B. and Saputra, M. (2014), "Pengaruh Penambahan Serat Kulit Durian Terhadap Kuat Tekan dan Tarik Belah pada Mutu Beton K-175", *Jurnal Desiminasi Teknologi*, Vol. 2 No. 1.
- Lehninger, A, L., 1993, *Dasar-dasar Biokimia*, Jilid 1, (Diterjemahkan oleh: M. Thenawidjaja), Erlangga, Jakarta.
- Leslie, D.L. (1993), "Akustik Lingkungan.(diterjemahkan oleh Lea Prasetia)", Jakarta: Erlangga.
- Munir, M. (2015), "Pemanfaatan Fluk pada Styrofoam sebagai Bahan Dasar Peredam Suara dengan Metode Tabung Impedansi", *Inovasi Fisika Indonesia*, Vol. 4 No. 3.