

Paper review: Analisis karakteristik sifat fisis serat alam sebagai material akustik

Intan Duru' Sarungallo^{1,*}, Aprelita², Efraim Swandin Mangalla³, Jumiarti Andi Lolo⁴

¹Makale Universitas Kristen Indonesia Toraja

Abstrak

Kebisingan merupakan salah satu masalah yang harus ditangani. Upaya untuk mengatasi hal tersebut adalah menggunakan bahan penyerap bunyi. Banyak material penyerap bunyi yang dapat dimanfaatkan seperti serat alam. Serat alam yang dikombinasikan dengan matriks disebut juga biokomposit. Sebuah bahan bisa digunakan sebagai peredam bunyi dengan melihat nilai α atau disebut koefisien penyerapan bunyi. Nilai α berkisar dari 0-1. Jika nilai α sebuah material semakin besar maka bahan tersebut diketahui semakin baik dalam meredam bunyi. Dan apabila α bernilai 0 maka hal tersebut menandakan bahwa tidak ada bunyi yang diserap. Penelitian ini menggunakan studi literatur dari berbagai sumber dengan menggunakan metode tabung impedansi yang hasilnya digunakan untuk menyelidiki perilaku akustik peredam suara alami, dengan memanfaatkan hasil yang diperoleh dari studi eksperimental, menggambarkan karakteristik impedansi gelombang suara, memprediksi mekanisme penyerapan suara dan menghitung jumlah yang terlibat dalam penyerapan suara menggunakan sifat fisik seperti densitas, porositas, tortuositas, dan resistivitas aliran udara. Nantinya karakteristik sifat alam tersebut dapat digunakan untuk mengetahui kualitas sebuah bahan yang akan digunakan sebagai material peredam bunyi.

Kata Kunci: densitas, porositas, resistansi aliran udara, tortuositas

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang terus maju dan berlangsung dalam berbagai bidang tentunya akan menimbulkan mobilitas yang tinggi. Salah satu dampak negatifnya adalah timbulnya kebisingan. Kebisingan timbul karena adanya pemantulan bunyi yang tidak terkendali sehingga sumber bunyi akan susah didengar secara jelas. Pemantulan tersebut biasa terjadi dalam ruangan yang memiliki desain akustik yang kurang memadai [1]. Kebisingan ini bisa berupa suara mesin kendaraan, suara mesin industri dimana tingkat kebisingannya berada di kisaran 95-105 dB. Oleh karena itu, dibutuhkan material yang dapat mengendalikan kebisingan. Namun, material akustik ini harganya relatif mahal, sehingga tidak dijangkau masyarakat yang ekonominya masih rendah. Maka dari itu dibutuhkan bahan alternatif yang ramah lingkungan dan murah seperti menggunakan material alami yang bersifat dapat diperbaharui, mudah terurai, mudah didapatkan, dan tidak berbahaya bagi lingkungan [2].

Komposit dapat diartikan sebagai material yang terdiri atas dua atau lebih penyusun yang tidak sama yaitu serat dan matriks. Dari campuran tersebut akan memunculkan material dimana sifat dan karakteristiknya tidak sama dengan material asalnya [3]. Apabila matriksnya berasal dari material yang berasal dari alam maka itu disebut biokomposit. Komposit yang berasal dari alam mulai digunakan karena bahannya tidak merusak lingkungan, mudah diperoleh, banyak tersedia di alam, dan biaya produksinya murah [4]. Contoh biokomposit yang biasa digunakan sebagai material akustik adalah kulit jagung, eceng gondok, ampas tebu, sekam padi, pelepah pisang, batankelapa sawit dan sebagainya.

Suatu bahan dapat diketahui kualitasnya sebagai bahan peredam bunyi dengan melihat nilai α atau disebut koefisien penyerapan suara. Nilai α berkisar mulai 0 sampai 1. Jika nilai α sebuah material semakin besar maka bahan menandakan semakin bagus untuk meredam bunyi. Dan jika α bernilai 0 maka hal tersebut menandakan bahwa tidak ada bunyi yang diserap. Sedangkan apabila α bernilai 1, artinya bahan tersebut menyerap bunyi dengan sempurna.

Penelitian ini menggunakan studi literatur dari berbagai sumber dengan menggunakan metode tabung impedansi yang hasilnya digunakan untuk menyelidiki perilaku akustik peredam suara alami, dengan memanfaatkan hasil yang diperoleh dari studi eksperimental, menggambarkan karakteristik impedansi gelombang suara, memprediksi mekanisme penyerapan suara dan menghitung jumlah yang terlibat dalam penyerapan suara menggunakan sifat fisik seperti densitas, porositas, tortuositas, dan resistivitas aliran udara.

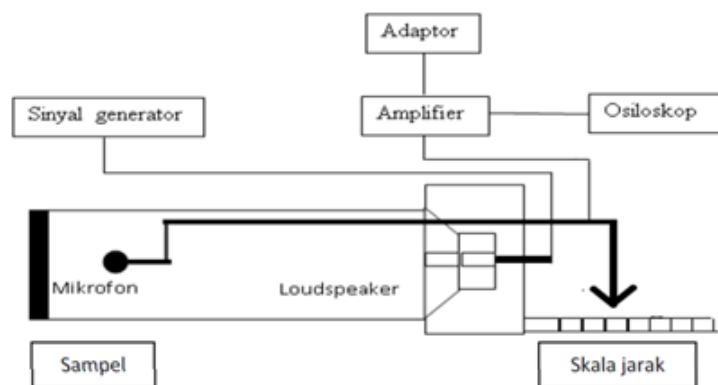
Densitas mempengaruhi koefisien penyerapan akustik. Jika suatu material memiliki densitas rendah, maka material tersebut memiliki koefisien redaman suara yang tinggi. Densitas rendah cenderung memiliki

*E-mail korespondensi : xxxxxx@gmail.com; xxxxxx@ukitoraja.ac.id

banyak rongga atau porositas tinggi, sehingga suara lebih mudah masuk ke material dan diserap langsung oleh sampel yang akan diubah menjadi energi panas [5]. Porositas adalah perbandingan antara volume pori-pori dengan volume total bahan pengisi. Persentase rongga atau jumlah pori-pori yang terdapat pada material merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi material akustik. Peningkatan jumlah porositas menyebabkan peningkatan nilai koefisien penyerapan suara karena suara yang mencapai dan mengenai permukaan sampel akan diserap dengan baik [6]. Selain itu, aktivitas penyerapan meningkat di seluruh rentang frekuensi optimal karena resistensi terhadap aliran udara meningkat [7]. Tortuositas menunjukkan keadaan struktur material, yaitu ketidakteraturan pori-porinya. Karena aliran udara lebih sulit dalam material ini, semakin tinggi derajat tortuositas, maka semakin baik sifat penyerapan suara material tersebut [8].

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini akan menggunakan sumber data sekunder dengan meninjau beberapa jurnal dan publikasi ilmiah dengan menganalisis paper yang akan dikaji. Publikasi ilmiah dan jurnal yang akan digunakan menggunakan penelitian eksperimen dengan metode tabung impedansi.



Gambar 1. Rangkaian tabung impedansi

Metode tabung merupakan salah satu cara dalam mengetahui koefisien redaman suara. Dalam memperoleh hasil dari pengukuran koefisien redaman suara bisa dilakukan pengukuran dengan metode tabung [9].

Nilai koefisien absorpsi dapat diketahui dengan membagi amplitudo tekanan maksimum dengan amplitudo tekanan minimum. Rasio gelombang berdiri adalah rasio amplitudo tekanan gelombang berdiri (Standing Wave Ratio, SWR). Secara matematis rasio gelombang tegak dapat dinyatakan dengan Persamaan 1:

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

Dimana: SWR (Standing Wave Rasio) merupakan perbandingan antara tekanan maksimum (A+B) dengan amplitudo tekanan minimum (A-B), secara matematis ditulis:

$$SWR = (A+B)/(A-B) \quad \dots(2)$$

3. HASIL DAN BAHASAN

Kualitas material dapat dikatakan sebagai peredam bunyi yang baik ditunjukkan dengan nilai α yaitu koefisien penyerapan suara. Nilai α bernilai dari 0 sampai 1. Apabila nilai α semakin besar maka bahan/material semakin baik digunakan sebagai peredam bunyi. Jika α bernilai 0 berarti tidak ada bunyi yang diserap. Sedangkan apabila α bernilai 1, artinya bahan tersebut menyerap bunyi dengan sempurna. Koefisien peredaman bunyi tersebut memenuhi standar ISO 11654. Koefisien peredaman bunyi dapat diketahui dari jumlah yang terlibat dalam penyerapan suara menggunakan sifat fisis seperti densitas, porositas, tortuositas, dan resistivitas aliran udara.

Tabel 1. Karakteristik sifat fisis dari berbagai serat alam

No	Nama material	Jangkauan frekuensi (Hz)	Koefisien absorpsi bunyi	Densitas (kg/m ³)	Porositas (ϵ)	Resistivitas aliran udara (Pa.s/m ²)	Tortuositas (φ)
1.	Kulit jagung (2% NaOH)	1600-3250	0.98-0.99	566	0.86 ± 0.00	2540 ± 44	1.08±0.01

	Kulit jagung (5% NaOH)			584	0.82 ± 0.001	5572 ± 157	1.11 ± 0.01
2.	Eceng gondok	6400	0,98	670	-	-	-
3.	Ampas tebu	4000	0,98	440	-	-	-
4.	Sekam padi	200-6400	0,70-0,84	170	-	11,700	1,33
5.	Pelepah pisang	1000	0,99	507	-	-	-
6.	Batang kelapa sawit	3000-6400	0,80	200	-	-	-

Catatan : Kotak yang kosong berarti sampel tidak diujikan pada sifat tersebut

Penelitian yang dilakukan oleh Sari et al menggunakan serat kulit jagung yang bersifat alkali dimodifikasi dengan NaOH 1%, 2%, 5%, dan 8% dan tanpa NaOH. Dari kelima sampel tersebut NaOH dengan konsentrasi 2% dan 5% yang mendekati 100%. Perbedaan besar diamati pada sifat fisik sampel CHF karena struktur mikronya yang berbeda sebagai akibat dari perlakuan kimia dari serat mentah. Perlakuan alkali meningkatkan resistivitas aliran udara dan mengurangi porositas panel. Nilai porositas menunjukkan bahwa serat mentah lebih berpori daripada CHF yang diolah. Sampel CHF yang diberi NaOH 8% memiliki resistivitas yang lebih tinggi dan porositas yang lebih rendah dari pada sampel CHF yang diberi NaOH 1%, 2%, dan 5%. Salah satu faktor yang paling penting untuk penyerapan kebisingan adalah struktur pori terbuka dimana meningkatkan resistivitas aliran udara dan dengan demikian disipasi energi gelombang di pori-pori [10].

Febrita et al melakukan penelitian material akustik dari serat eceng gondok dengan matriks PVAc dimana menggunakan ketebalan 8 mm. Dalam penelitian tersebut diketahui bahwa koefisiennya bernilai 0,98 yang diuji kepada frekuensi 6400 Hz dimana memiliki nilai densitas 670 kg/m³. Sedangkan nilai koefisien yang paling rendah adalah 0,37 dengan densitas 910 kg/m³. Material yang memiliki densitas yang rendah mengindikasikan bahwa banyak rongga atau porositasnya banyak dimana dapat menyerap bunyi [11].

Hasil penelitian Sari et al menggunakan serat ampas tebu dengan matriks resin epoksi sebagai material akustik dengan menggunakan densitas yang berbeda-beda yaitu 380 kg/m³, 440 kg/m³, 570 kg/m³, dan 620 kg/m³ dan diuji pada rentang frekuensi 500-8000Hz. Dari pengukuran yang dilakukan menunjukkan nilai koefisien absorpsinya paling tinggi sebesar 0,98 dengan densitas 440 kg/m³ pada frekuensi 4000 Hz. Hal tersebut dikarenakan apabila densitas yang rendah maka akan semakin banyak gelombang bunyi akan terserap oleh sampel sehingga amplitudo pantulnya kecil sehingga nilai koefisiennya menjadi besar. Sedangkan nilai koefisien paling rendah adalah 0,56 dengan densitas 620 kg/m³ yang diuji pada frekuensi 500 Hz. Perbedaan tersebut karena stuktur tidak teratur sehingga nilai turtositinya tinggi [12].

Buratti et al melakukan penelitian terhadap sekam padi menggunakan lem yang terdiri dari air, Polyurethane, dan PE dimana dalam penelitian tersebut diperoleh pengukuran koefisien absorpsi bunyi 0,70-0,84 dengan densitas 170 kg/m³, dengan resistansi aliran udara 11,700 Pa.s/m², porositas 59,7% dan tortuositas 1,33 dimana diuji pada frekuensi 200-6400 Hz. Umumnya bahan berpori dengan porositas yang tinggi memiliki perilaku penyerapan suara yang baik. Dalam penelitian kopi ini memiliki koefisien redaman paling kecil yaitu 0,57 yang diuji pada 900 Hz [13].

Hasil penelitian dari Dewi et al menunjukkan nilai koefisien absorpsi bunyi pada pelepah pisang paling tinggi yaitu 0,99 dengan matrik PVAc yang diuji pada frekuensi 1000 Hz dengan densitas 507 kg/m³. Pada sampel tersebut kandungan seratnya lebih banyak dari pada yang lainnya yaitu sebesar 35% sehingga nilai koefisiennya tinggi [14].

Penelitian juga dilakukan Kalavani et al terhadap batang kelapa sawit yang memperoleh nilai koefisien redamann absorpsi bunyi 0,8 dengan densitas 200 kg/m³ yang diuji pada frekuensi 3000-64000 Hz [15]. Banyak faktor yang memengaruhi kinerja bahan sebagai material akustik seperti densitas, hambatan aliran udara, porositas, jenis dan ukuran serat [16]. Sampel tersebut memiliki ketebalan 0,8 cm dengan tingkat optimal 0,82 pada frekuensi 6000 Hz. Hal ini dapat disebabkan hambatan aliran udara yang lebih tinggi. Dengan menggunakan material yang lebih banyak akan berdampak pada pergerakan udara pada sampel tersebut sehingga energi suara untuk ditransmisikan ke media berpori dan karenanya refleksi suara yang tinggi tampaknya terjadi [16,17].

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari tinjauan paper ini adalah bahwa serat alam dapat digunakan sebagai material akustik yang dapat dilihat dari karakteristik sifat fisis yang ada pada bahan. Serat alam yang dapat digunakan adalah kulit jagung, eceng gondok, ampas tebu, sekam padi, pelepah pisang, batang kelapa sawit dan sebagainya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada ibu Jumiati Andi Lolo selaku dosen Universitas Kristen Indonesia Toraja dan pembimbing dalam penulisan paper ini sehingga bisa terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Risandi, A., & Elvaswer, E. (2017). Koefisien Absorpsi Bunyi dan Impedansi Akustik dari Panel Serat Kulit Jeruk dengan Menggunakan Metode Tabung. *Jurnal Fisika Unand*, 6(4), 331-335.
2. Dong, C., Davies, I. J., Fornari Junior, C. C. M., & Scaffaro, R. (2017). Mechanical properties of Macadamia nutshell powder and PLA bio-composites. *Australian Journal of Mechanical Engineering*, 15(3), 150-156.
3. Firman, F., Hasbi, M., & Aksar, P. (2018). STUDI EKSPERIMEN KEKUATAN MEKANIK DAUN NANAS HUTAN DENGAN METODE PENGUJIAN TARIK. *ENTHALPY*, 3(1).
4. Aminur, A., Hasbi, M., & Gunawan, Y. (2015). Proses Pembuatan Biokomposit Polimer Serat Untuk Aplikasi Kampas Rem. *Prosiding Semnastek*.
5. Defrizal, M., & Elvaswer, E. (2021). Karakterisasi Koefisien Absorpsi Bunyi dan Impedansi Akustik Dari Sekam Padi. *Jurnal Fisika Unand*, 10(3), 351-356.
6. Pratiwi, P., Fahmi, H., & Saputra, F. (2017). Pengaruh orientasi serat terhadap redaman suara komposit berpenguat serat pinang. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 8(2), 813-818.
7. Satriyatama, A., Amaldi, H., Ibrahim, M. M., & Ramelan, A. (2019). Komposit Grafit-Polistirena Diperkuat Poliuretan sebagai Penyerap Gelombang Akustik. *Jurnal Metalurgi dan Material Indonesia (JMMI)*, 2(3).
8. Jayaraman, Kannan. (2011). *Acoustical Absorptive Properties of Nonwovens*. Thesis Faculty of North Carolina State University. USA
9. Sulanjari, S., & Wicaksana, A. (2021). PENGARUH PANJANG DAN DIAMETER KOLOM UDARA TERHADAP PERFORMA TABUNG IMPEDANSI SEBAGAI ALAT PENENTU CEPAT RAMBAT BUNYI DI UDARA. *Jurnal Teknik Mesin Cakram*, 4(1), 34-38.
10. Sari, N. H., Wardana, I. N. G., Irawan, Y. S., & Siswanto, E. (2016). Physical and acoustical properties of corn husk fiber panels. *Advances in Acoustics and Vibration*, 2016.
11. Febrita, V. (2015). Penentuan Koefisien Absorpsi Bunyi dan Impedansi Akustik dari Serat Alam Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) dengan Menggunakan Metode Tabung. *JURNAL ILMU FISIKA UNIVERSITAS ANDALAS*, 7(2), 45-49
12. 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.
13. Buratti, C., Belloni, E., Lascaro, E., Merli, F., & Ricciardi, P. (2018). Rice husk panels for building applications: Thermal, acoustic and environmental characterization and comparison with other innovative recycled waste materials. *Construction and Building Materials*, 171, 338-349.
14. Dewi, A. K. (2015). Material Akustik Serat Pelepah Pisang (*Musa Acuminax Balbasiana Calla*) Sebagai Pengendali Polusi Bunyi. *Jurnal Fisika Unand*, 4(1).
15. Kalaivani, R., Ewe, L. S., Chua, Y. L., & Ibrahim, Z. (2017). The effects of different thickness of Oil Palm Trunk (OPT) fiberboard on acoustic properties. *Sci. Int*, 29, 1105-1108.
16. Hoda S. Seddeq, Factors Influencing Acoustic Performance of Sound Absorptive Materials, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 3(4) (2009) 4610-4617.
17. Limin Peng, Boqi Song, Junfeng Wang, Dong Wang. Mechanic and Aoustic Properties of Sound-Absorbing material made from Natural Fiber ad Polyester. *Hindawi Publishing Corporation. Advances in Materials Science and Engineering*. (2015) 1-5.