

Studi sifat penyerapan suara komposit *corn husk fiber* pada frekuensi rendah

Nasmi Herlina Sari

Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram, Jln. Majapahit No. 62 Mataram Nusa Tenggara Barat
Kode Pos : 83125, Telp. (0370) 636087; 636126; ext 128 Fax (0370) 636087.

Abstrak

Serat alam sebagai bahan penyerap suara, memiliki keunggulan dalam hal struktur berpori, densitas rendah, berlimpah dan ramah lingkungan daripada serat sintetis. Potensi serat alam sebagai bahan penyerap suara masih terus dikembangkan dan diselidiki. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari sifat penyerapan suara komposit *corn husk fiber* pada frekuensi rendah. Komposit dibuat dari campuran *corn husk fiber* dan resin poliester dengan rasio 2.5%:97.5%, 5%:95%, dan 15%:85% (fraksi volume) dan dibentuk dengan menggunakan cetak panas. Spesimen komposit memiliki ukuran 100 mm x 20 mm (diameter x ketebalan). Sifat penyerapan suara bahan ditentukan dengan menggunakan tabung impedansi dua mikrofon dan *noise reduction* bahan juga telah dianalisa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa koefisien penyerapan suara pada frekuensi rendah meningkat dengan jumlah serat bertambah. Spesimen komposit PF–A memiliki nilai *noise reduction* mencapai level 60 Db lebih tinggi daripada spesimen komposit PF–C dan PF–D pada frekuensi 4000 Hz. Hasil ini menunjukkan bahwa komposit *corn husk fiber* dapat digunakan untuk aplikasi bahan penyerap suara pada frekuensi rendah 125 Hz.

Kata kunci: Sound absorption, corn husk fiber, composites, noise reduction and low–frequency.

Abstract

A natural fiber as a sound absorbent material has advantages in terms of porous structure, low-density, and environmentally friendly. The potential of natural fiber as a sound absorber material is still being developed and investigated. This study is intended to study the nature of sound absorption at low frequencies. The composites are made from a mixture of corn husk fibers and polyester resins with a ratio of 2.5%: 97.5%, 5%: 95% and 15%: 85% (volume fraction) and formed by hot–press. Composite specimens have a size of 100 mm x 20 mm (diameter x thickness). The sound absorption properties of composite materials are determined by using two microphone impedance tubes and the noise reduction of the material has also been analyzed. The results showed that the coefficient of sound absorption at low frequency increased with increasing amount of fiber. Composite specimens of PF–A have a noise reduction level of 60 Db higher than composite specimens of PF–C and PF–D at frequencies 4000 Hz. These results indicate that the composite of *corn husk fiber* can be used for the application of sound absorbing material at a low frequency of 125 Hz.

Keywords: Sound absorption, corn husk fiber, composites, noise reduction and low–frequency.

1. Pendahuluan

Pengembangan penyelidikan terkait dengan potensi serat alam sebagai bahan penyerap suara sangat menarik untuk diselidiki. Serat alam seperti rami, *jute*, *bagasse* telah membuktikan mereka secara aplikasi sebagai bahan penyerap suara pada frekuensi tinggi. Namun, sifat penyerapan suara pada frekuensi rendah dari bahan komposit serat alam penyelidikannya masih sangat terbatas [1,2].

Saat ini, kami telah berhasil menggunakan *Corn husk fiber bundle* sebagai pengisi dalam komposit resin poliester dan menghasilkan bahan komposit berserat yang menunjukkan performansi penyerapan suara dan kekuatan tarik yang sangat baik pada frekuensi tinggi[1]. Kami juga telah melaporkan efek perlakuan kimia pada permukaan *corn husk fiber* terhadap peningkatan sifat akustik dan non akustik dari panel *corn husk fiber* [3].

Huda et al. [4] telah menginvestigasi sifat mekanik dari *mechanically split corn husk* dan *polypropylene*. Kami juga telah melaporkan mengkarakterisasi sifat fisik, mekanik, kimia dan termal dari *corn husk fiber* sebelum dan setelah diperlakukan dengan sodium hidroksida (NaOH) [5].

Penyelidikan saat ini berhubungan dengan sifat penyerapan suara dan *noise reduction* dari *corn husk fiber* – poliester pada frekuensi rendah. Penelitian ini bersifat eksperimental dan komposit yang dihasilkan dapat menjadi alternatif bahan penyerap suara untuk frekuensi rendah.

2. Metode Penelitian

2.1. Bahan

Corn husk fiber telah diekstraksi dari *corn husk* menggunakan *retting* air selama 14 –16 hari

untuk mengalami proses *micro-bacterial*. Perlakuan kimia dengan Sodium hidroksida (NaOH) 5% telah diberikan selama 2 jam. Hal ini dimaksudkan untuk membersihkan dan menguatkan serat seperti ditunjukkan oleh Sari et al [5]. Kepadatan dan diameter serat tunggal dari CHF rata-rata telah diketahui sebesar 0.58 gram/cm³ dan 0.133 ± 0.03 mm berturut-turut.

Resin poliester tidak jenuh telah digunakan sebagai pengikat (matrik) yang memiliki kekuatan tarik sebesar 8.8 Kg/mm², dan modulus tarik yaitu 500 Kg/mm².

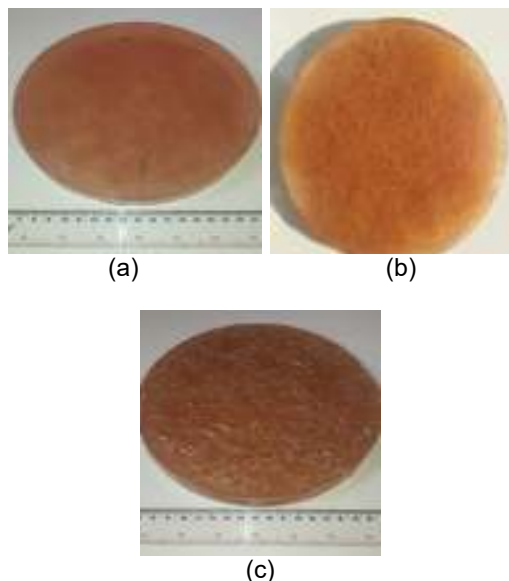
2.2. Pembuatan spesimen komposit

Rasio komposisi serat dan poliester tidak jenuh diukur dalam prosentasi fraksi volume yang diperlihatkan dalam Tabel 1.

Tabel 1 Perbandingan komposisi fraksi volume *corn husk fiber* dalam komposit resin poliester.

Kode spesimen	PF-A	PF-C	PF-D
CHFs	2.5	10	15
Poliester	97.5	90	85

Campuran (resin poliester dan CHF) dibentuk dengan teknik tekan panas pada suhu 105°C dan 0.3 MPa selama 4 menit dalam cetakan melingkar dan diikuti dengan pendinginan dalam suhu kamar pada tekanan 5 MPa. Bentuk spesimen uji melingkar dengan ukuran diameter 100 mm dan ketebalan 20 mm menurut standar ASTM E1050–98 [6]. Tiga jenis spesimen komposit berbeda dihasilkan untuk uji penyerapan suara dan *noise reduction* ditunjukkan dalam Gambar 1.

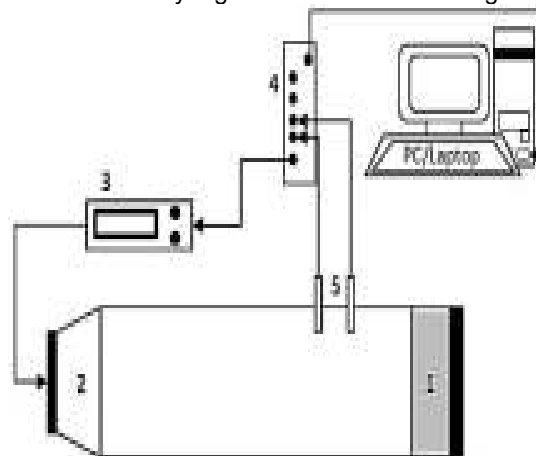


Gambar 1. Spesimen uji penyerapan suara dan *noise reduction* a. PF-A, b. PF-C dan c. PF-D

2.3. Pengukuran penyerapan suara

Pengujian koefisien serapan suara menurut pada prosedur standar internasional ASTM E-1050 [7] pada kisaran frekuensi 125 Hz – 4000

Hz. Skema alat ukur penyerapan suara ditunjukkan dalam Gambar 2. *Random noise* dibangkitkan dengan generator pada B&K LAN-XI 3160-A-042 yang kemudian diperkuat dengan amplifier B&K 2716C dan dipancarkan oleh loudspeaker pada tabung impedansi B&K 4206. Suara merambat di dalam tabung terpantulkan oleh spesimen uji yang ditempatkan di ujung lain tabung impedansi. Kedua mikrofon satu sama lain terpisah oleh jarak sebesar 5 cm dan merekam tekanan suara yang terukur di dalam tabung.



Gambar 2. Konfigurasi pengujian tabung impedansi dua mikrofon. Nomor (1) merupakan posisi sampel dan (2) adalah *loudspeaker*. Sementara Nomor (3), (4) dan (5) berturut-turut amplifier B&K 2716C, B&K Pulse Multi Analyzer LAN-XI 3160-A-042 dan mikrofon B&K 4187.

Dengan membandingkan tekanan suara antara mikrofon 1 dan 2 (lihat dalam Gambar 2), fungsi respon frekuensi diantara sinyal kedua mikrofon ditentukan dengan persamaan 1.

$$H_{12} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{\rho_i e^{jkh} + \rho_i e^{-jkh}}{\rho_i e^{jk(h+s)} + \rho_i e^{-jk(h+s)}} \quad (1)$$

Sedangkan, koefisien refleksi dihitung menggunakan persamaan 2.

$$R = \frac{H_{12} - e^{-jks}}{e^{jks} - H_{12}} e^{j2k(h+s)} \quad (2)$$

dengan, k adalah bilangan gelombang, h adalah jarak mikrofon 1 ke sampel uji, dan s adalah jarak antar mikrofon. Selanjutnya, sinyal direkam dalam *analyzer* dalam hal transfer fungsi antara mikrofon dan diproses menggunakan Bruel & Kjaer *material testing software* untuk memperoleh koefisien penyerapan suara dari sampel uji yang ditentukan dengan persamaan 3.

$$\alpha = 1 - |R|^2 \quad (3)$$

Lebih lanjut, analisa telah dilakukan dengan menghitung *noise reduction*.

3. Hasil dan Pembahasan

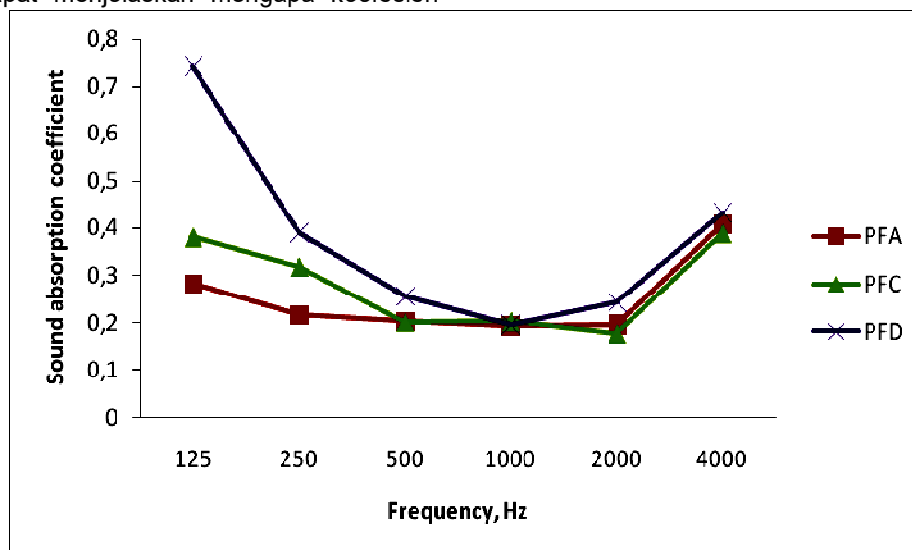
3.1. Analisa koefisien penyerapan suara

Gambar 3 memperlihatkan adanya peningkatan nilai koefisien penyerapan suara untuk semua komposit dengan bertambahnya jumlah serat dalam komposit pada frekuensi 125 Hz. Koefisien penyerapan suara paling tinggi ditemukan pada spesimen komposit dengan fraksi volume serat 15% (PF-D) sebesar 0.75 pada frekuensi 125 Hz. Kemudian diikuti oleh spesimen PF-C dan PF-A sebesar 0.37 dan 0.3 berturut-turut. Penambahan jumlah serat dalam resin telah menyebabkan energi panas yang hilang dikarenakan luas permukaan serat-serat yang bergesekan semakin banyak.

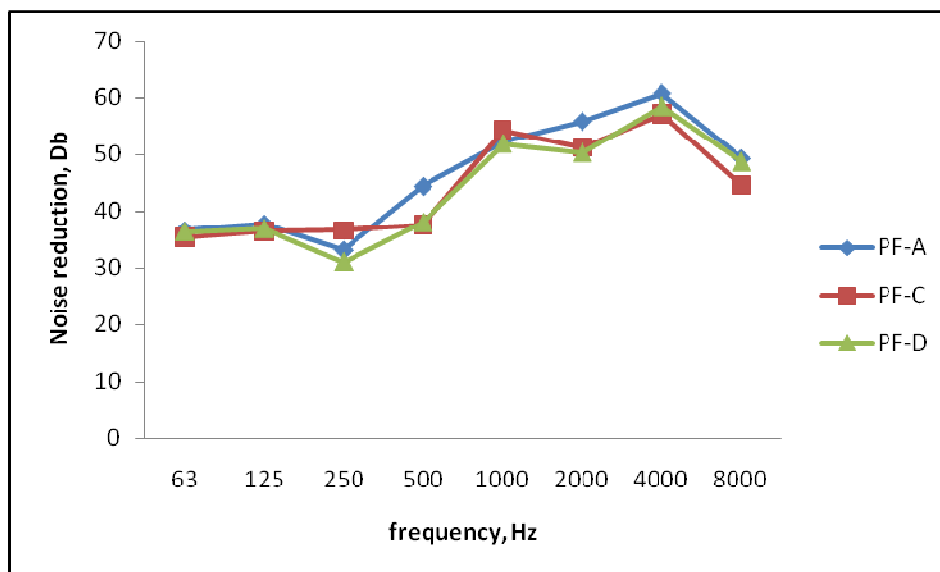
Pada kisaran frekuensi 250 Hz – 1000 Hz koefisien penyerapan suara masing-masing komposit cenderung menurun. Hal ini dikarenakan sejumlah resin poliester yang cukup banyak digunakan dalam bahan komposit. Sari et al [1] telah melaporkan bahwa ketika sejumlah resin banyak digunakan, daerah *interface* antara serat – serat dan resin halus dan kuat. Ketika peristiwa gelombang suara ditransmisikan secara terus-menerus ke dalam *interface* komposit, gelombang suara tersebut akan direfleksikan dan direfraksikan dan fenomena peredaman akustik akan memakai sejumlah kecil dari energi, menurunkan kehilangan panas sehingga mendapatkan koefisien penyerapan lebih rendah pada frekuensi tinggi. Hal ini juga dapat menjelaskan mengapa koefisien

penyerapan suara dari ketiga jenis komposit menurun pada frekuensi 250 Hz – 1000 Hz. Selain itu, rongga udara dan lumen di dalam serat menyerap suara dengan panjang gelombang suara yang lebih tinggi, sehingga penyerapan suaranya lebih dominan pada frekuensi rendah (1000 Hz – 2500 Hz) [1,3]. Pada frekuensi kisaran 2000 Hz – 4000 Hz, performansi penyerapan suara dari semua spesimen menunjukkan peningkatan kembali. Hal ini diduga karena distribusi keacakan dari serat – serat dalam bahan komposit. Sari et al [1] telah melaporkan bahwa keacakan serat-serat dalam bahan komposit menyebabkan gelombang suara menabrak rongga dalam serat (lumen) di dalam bundel serat yang selanjutnya menguatkan efek penyerapan suara pada frekuensi tinggi. Hal ini boleh jadi yang menjadi alasan mengapa pada frekuensi yang lebih tinggi koefisien penyerapan suara dari spesimen PF-D lebih tinggi. Penyerapan suara pada frekuensi rendah dengan kisaran 250 Hz – 1000Hz dapat diinginkan untuk aplikasi elemen langit-langit dan dinding. Dibandingkan dengan sifat penyerapan suara triplek dan eternit [7]. Komposit CHF ini memiliki sifat penyerapan suara yang lebih baik. Dengan demikian komposit CHF ini dapat menjadi alternatif bahan akustik pengganti panel dari bahan sintetis.

Gambar 4 menunjukkan nilai *noise reduction* dari spesimen komposit yang berbeda. Semua spesimen menunjukkan pola yang serupa untuk nilai *noise reduction* pada semua frekuensi. Untuk semua spesimen, ketika frekuensi meningkat, nilai *noise reduction* juga menjadi tinggi.



Gambar 3. Koefisien penyerapan suara pada frekuensi rendah untuk komposit berbeda



Gambar 4. *Noise reduction* dari komposit berbeda

dibandingkan dengan spesimen PF-C dan PF-D. Spesimen PF-A memiliki kemampuan mengurangi *noise* sampai level 60 Db, sedangkan spesimen PF-C dan PF-D sebesar 53 Db dan 55 Db berturut-turut pada kisaran frekuensi yang sama yaitu 500 Hz – 8000 Hz. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan fraksi volume serat dalam komposit poliester telah menyebabkan nilai *noise reduction* dari semua spesimen komposit menjadi meningkat.

4. Kesimpulan

Investigasi sifat penyerapan suara telah dilakukan secara eksperimen. Peningkatan fraksi volume serat dalam bahan komposit poliester telah meningkatkan koefisien penyerapan suara bahan pada frekuensi rendah 125 Hz. Penggunaan jumlah resin dalam komposit telah menurunkan performansi penyerapan suara pada frekuensi kisaran 250 Hz – 2000 Hz. Keacakan serat dalam bahan telah diduga menyebabkan penyerapan suara tinggi pada frekuensi tinggi diatas 2000 Hz. Perlu penelitian lebih lanjut tentang rekayasa material akustik *corn husk fiber* dengan melakukan desain, redesign dan simulasi material akustik *corn husk fiber*.

Daftar Pustaka

- [1] N.H. Sari, I.N.G. Wardana, Y.S. Irawan, E. Siswanto, Corn Husk Fiber – Polyester Composites as Sound Absorber: Nonacoustical and Acoustical Properties. *Advances in Acoustics and Vibration*. Volume 2017a. <https://doi.org/10.1155/2017/4319389>.
- [2] E. Jayamani, S. Hamdan, Sound Absorption Coefficients Natural Fibre Reinforced Composites, *Advanced Materials Research* Vol. 701, pp 53-58, 2013. doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.701.53
- [3] N.H. Sari, I.N.G. Wardana, Y.S. Irawan, E. Siswanto, Physical and Acoustical Properties of Corn Husk Fiber Panels: *Advances in Acoustics and Vibration*, Volume 2016. <https://dx.doi.org/10.1155/2016/5971814>.
- [4] S. Huda, Y. Yang, A novel approach of manufacturing light weight composites with polypropylene web and mechanically split corn husk. *Industrial Crops and Products* 30, 17- 23, 2009.
- [5] N.H. Sari, I.N.G. Wardana, Y.S. Irawan, E. Siswanto, Characterization of the Chemical, Physical, and Mechanical Properties of NaOH-treated Natural Cellulosic Fibers from Corn Husks, *Journal of Natural Fibers*, 2017. DOI:10.1080/15440478.2017.1349707.
- [6] S.R. Masrol, M.K.R. Rosdin, M.N. Ibrahim, Sound absorption characteristics of palm oil male flower spikes fiber reinforced composite. *International Conference on Mechanical Engineering Research (ICMER2013)*, 1–3 July 2013. Bukit Gambang Resort City, Kuantan, Pahang, Malaysia. Organized by Faculty of Mechanical Engineering, Universiti Malaysia Pahang.
- [7] ASTM E1050, Standard test method for impedance and absorption of acoustical

materials using a tube, two microphones and a digital frequency analysis system; 2010.

- [8] Kaharuddin, A. Kusumawanto, Rekayasa Material Akustik Ruang Dalam Desain Bangunan Studi Kasus: Rumah Tinggal Sekitar Bandara Adisutjipto Yogyakarta, Forum Teknik Vol. 34, No. 1, 2011.



Nasmi Herlina Sari menyelesaikan pendidikan S1 Teknik Mesin di Universitas Gadjah Mada pada tahun 2000. Pendidikan Magister Teknik Industri diselesaikan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2009 dengan area riset tentang Rekayasa Material.

Pada tahun 2017 ia menyelesaikan pendidikan Doktorat di Universitas Brawijaya. Saat ini ia bekerja sebagai dosen di Jurusan Teknik Mesin Uinversitas Mataram. Bidang penelitian utama yang digeluti adalah Natural Fiber, Polymer and composite, dan non-acoustical and Acoustical.