



Pengaruh Penambahan Serat Aren Terhadap Daya Serap Bunyi Pada Komposit Busa Poliuretan

Lindawati^{1*}, Yusrizal¹, Mery Silviana²

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Abulyatama, Jl. Blang Bintang Lama Km.8,5 Lampoh Keudee Aceh Besar 23372, Indonesia.

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas AlMuslim, Jl. Matanggumpung dua, Paya Cut, Peusangan, Bireun 24261, Indonesia.

* Email korespondensi: lindawati203@gmail.com

Diterima 25 Mei 2020; Disetujui 30 Juni 2020; dipublikasi 31 Juli 2020

Abstract: This study was conducted to investigate the effect of addition of Aren fiber on noise absorption characteristics of rigid polyurethane foam. The weight percentages of Aren fiber used are 10%, 20%, and 30%. Impedance tube method was employed in the normal incidence acoustic absorption measurement. Parameters measured are Sound absorption coefficient (α) and Noise reduction coefficient (NRC). The results showed that the addition of Aren fiber to the polyurethane foam composite has improved its sound absorption property, mainly, at high frequency ranges from 2000 Hz to 4000 Hz. In general, the sound absorption coefficients were significant increase with the increasing of Aren fibers percentages. The optimum sound absorption coefficient (α), 0,54, was remarkably demonstrated by the sample with 30% of Aren fiber content at frequency 2000 Hz. The highest NRC value of 0.29 was also exhibited by the sample with the 30% of fiber content. Consequently, it can be stated that the addition of Aren fiber in has certain implication on sound absorption characteristics of Polyurethane foam composite at high frequency.

Keywords: Aren fiber, noise absorption, foam, polyurethane

Abstrak: Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat aren pada penyerapan akustik busa poliuretan kaku. Persentase berat serat yang digunakan adalah 10%, 20%, dan 30%. Pengukuran penyerapan bunyi dilakukan menggunakan metode tabung impedansi berdasarkan standar ASTM E1050-98. Parameter yang diuji adalah koefisien absorpsi bunyi dan koefisien reduksi bunyi (NRC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat aren sebagai filler pada busa poliuretan telah meningkatkan penyerapan bunyi khususnya pada rentang frekuensi tinggi, dari 2000 Hz ke 4000 Hz. Penyerapan bunyi meningkat secara signifikan dengan meningkatnya persentase serat aren. Koefisien penyerapan bunyi (α) yang paling tinggi yaitu sebesar 0,54, ditunjukkan pada sampel dengan kandungan 30% serat aren pada frekuensi 2000 Hz. Nilai NRC tertinggi sebesar 0,29 juga ditunjukkan oleh sampel dengan kandungan 30% serat. Dengan demikian, dapat dinyatakan bahwa penambahan serat aren memberi pengaruh yang nyata terhadap daya serap bunyi pada busa poliuretan.

Kata Kunci: serat aren, penyerapan bunyi, busa, poliuretan

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan pembangunan infrastruktur, meningkat pula masalah kebisingan yang ditimbulkan. Pada umumnya, masalah kebisingan dapat ditanggulangi salah satunya dengan penggunaan bahan yang dapat menyerap atau meredam bunyi. Material akustik umumnya terbuat dari bahan-bahan seperti wol, kaca, serat mineral dan busa. Busa berbahan dasar polimer banyak digunakan dalam industri karena diyakini memiliki sifat mekanik, listrik, termal dan akustik yang baik [1]. Salah satu busa berbasis polimer yang paling banyak digunakan sebagai bahan penyerap bunyi adalah poliuretan. Bahan ini dapat dengan mudah dikonversi menjadi busa lunak biasa, busa elastis tinggi, atau bahan berpori lainnya sesuai kebutuhan aplikasi [2]. Bahan penyerap bunyi dari poliuretan telah tersedia secara komersial dengan berbagai pilihan bentuk dan warna. Busa poliuretan memiliki tingkat efisiensi penyerapan bunyi yang tinggi karena kerapatan dan porositasnya yang relatif rendah.

Ada berbagai penelitian yang telah dilakukan terkait sifat akustik dari busa poliuretan. Sifat penyerapan bunyi busa poliuretan dapat ditingkatkan dengan menambahkan pengisi (filler) di dalamnya. Sebuah hasil penelitian melaporkan bahwa penggunaan pengisi dari bahan magnesium hidroksida (hydroxide) telah dilaporkan dapat meningkatkan efisiensi penyerapan bunyi busa poliuretan [3]. Peneliti lainnya telah

menambahkan partikel monomer Ethylene Propylene Diene ke dalam komposit busa poliuretan. Hasil penelitiannya menunjukkan peningkatan nilai penyerapan bunyi pada sampel busa poliuretane

terutama pada frekuensi rendah dan menengah [4]. Adanya penambahan pengisi pada komposit busa poliuretan telah meningkatkan jumlah pori yang terbuka sehingga gerakan redaman bunyi oleh pengisi juga meningkat [5].

Disisi lain, isu lingkungan sekarang ini telah mendorong para peneliti dan pengembang bahan penyerap bunyi untuk beralih ke bahan baku dari serat alam. Serat alam menawarkan beberapa keunggulan dibandingkan serat sintetis seperti harga murah, ketersediaan yang melimpah, ramah lingkungan dan dapat terurai secara alami. Serat alam seperti benang wol dan limbah batang pisang [6], limbah pelepah pisang raja susu [7], limbah serbuk kayu bangkirai [8] dan banyak serat alam lainnya telah dimanfaatkan dalam pengembangan bahan penyerap bunyi. Hasil penelitian melaporkan bahwa penambahan serat alam seperti limbah daun teh [9] dan kayu meranti [10] sebagai bahan pengisi berkontribusi untuk meningkatkan daya serap bunyi pada komposit busa poliuretan. Serat alam dilaporkan mampu meningkatkan kemampuan penyerapan bunyi yang baik pada rentang frekuensi tinggi [11].

Pada penelitian ini telah dikembangkan komposit penyerap bunyi dari bahan poliuretan dan serat aren. Adapun tujuan penelitiannya adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serat aren terhadap kemampuan serap bunyi busa poliuretan. Serat aren adalah serat berwarna hitam alami yang diperoleh dari pohon aren (palem) dan memiliki kemampuan menyerap bunyi pada frekuensi tinggi. Parameter yang diukur dalam adalah koefisien serap bunyi (α) dan koefisien reduksi bunyi (NRC).

METODE PENELITIAN

Persiapan Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah Poliuretan yang bersifat kaku dan serat aren. Kedua bahan baku tersebut diperoleh secara komersial. Poliuretan dipersiapkan dengan mencampur bahan Isosianat dan Polyol dengan takaran tertentu. Serat aren yang digunakan adalah dalam bentuk pendek. Persiapan serat dilakukan mengikuti referensi [11]. Sebelum digunakan, serat aren terlebih dahulu dibersihkan dari pengotor dengan menggunakan air bersih kemudian ditiriskan dan dikeringkan dalam suhu kamar. Setelah benar-benar kering, serat dipotong pendek dengan ukuran 5 mm sampai 10 mm.

Persiapan Sampel

Sampel dipersiapkan dengan mencampur poliuretan dan serat aren. Serat memasukkan serat aren ke dalam poliuretan yang siap pakai. Adapun variasi komposisi antara poliuretan dan serat aren ditunjukkan dalam Tabel 1. Setelah diaduk sampai merata, campuran serat dan perekat dimasukkan ke dalam cetakan yang terbuat dari plat berbentuk bulat dengan diameter 100 mm dan 27 mm. Ukuran sampel dipersiapkan mengikuti ukuran sampel yang disyaratkan untuk uji akustik. Campuran dibiarkan berada dalam cetakan pada suhu ruangan sampai mengembang dan menjadi sampel. Setelah mengembang sempurna dan kering, sampel dilepas dari cetakan selanjutnya dipersiapkan untuk proses pengujian.

Tabel 1. Variasi komposisi sampel

PU (%)	Serat (%)
90	10
80	20
70	30

Pengujian Sampel

Koefisien serap bunyi (α)

Pengujian akustik dilakukan bertujuan untuk mengetahui kemampuan suatu bahan dalam menyerap atau meredam bunyi. Parameter yang menunjukkan kemampuan suatu bahan menyerap bunyi adalah koefisien serap bunyi (α). Koefisien serap bunyi diukur dengan menggunakan metode tabung impedansi dua mikrofon. Pengujian dilakukan berdasarkan standar ASTM E1050-98. Alat uji dilengkapi dengan dua tabung, dua mikrofon, satu speaker, dan seperangkat komputer dengan sistem analisa frekuensi dan pembangkit bunyi.

Proses pengujian dilakukan dengan meletakkan sampel uji pada salah satu ujung tabung sementara loudspeaker pada ujung yang lain. Bunyi yang dihasilkan dari loudspeaker, menumbuk sampel, sebagian diserap oleh sampel dan sebagian lagi ditransmisikan atau dipantulkan kembali. Rasio antara bunyi yang diserap terhadap bunyi yang menumbuk permukaan sampel disebut koefisien absorpsi bunyi. Pengujian penyerapan bunyi pada rentang frekuensi rendah, 150Hz–1600Hz, menggunakan tabung dengan diameter 100 mm. Sementara pengujian penyerapan bunyi pada rentang frekuensi tinggi, 1200 Hz – 6000 Hz menggunakan tabung dengan diameter 28mm.

Koefisien reduksi bunyi (NRC)

Penentuan koefisien penyerapan bunyi suatu bahan sangat penting untuk kebutuhan desain akustik ruangan. Nilai koefisien serapan bunyi pada sampel tergantung pada frekuensi. Nilai tunggal untuk menentukan kemampuan serap bunyi bahan pada pada frekuensi bicara disebut dengan koefisien reduksi bunyi (NRC). Koefisien reduksi bunyi ditentukan dengan menghitung nilai rata-rata koefisien serapan bunyi pada frekuensi bicara, yaitu dari 250 Hz sampai 2000 Hz (Lindawati, 2017).

$$NRC = \frac{\alpha_{250} + \alpha_{500} + \alpha_{1000} + \alpha_{2000}}{4} \quad (1)$$

Keterangan:

- α : koefisien serapan bunyi
- NRC : koefisien reduksi bunyi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Koefisien serapan bunyi pada sampel dengan 10% serat aren

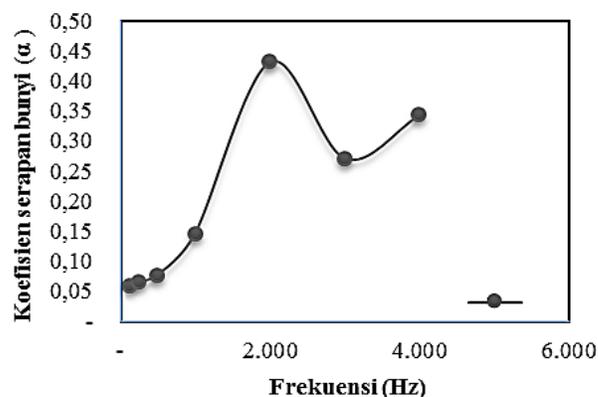
Nilai koefisien serapan bunyi (α) pada komposit busa poliuretan dan 10% serat aren yang diukur dengan menggunakan metode tabung impedansi ditunjukkan pada Tabel 2. Berikut ini;

Tabel 2. Koefisien serapan bunyi (α) sampel 10% serat aren

Frekuensi (Hz)	Koefisien serapan bunyi (α)
125	0,06
250	0,07
500	0,08
1000	0,14
2000	0,43
3000	0,27
4000	0,34

Data koefisien absorpsi bunyi pada Tabel 2

dapat diilustrasikan dalam bentuk grafik pada Gambar 1.



Gambar 1. Koefisien serapan bunyi (α) sampel dengan 10% serat aren

Gambar 1 menunjukkan grafik hasil pengujian koefisien absorpsi bunyi pada komposit busa poliuretan dan 10% serat aren. Dari grafik terlihat bahwa penyerapan bunyi meningkat secara signifikan dari frekuensi rendah sampai frekuensi 2000 Hz, kemudian sedikit menurun pada frekuensi 3000 Hz dan naik kembali pada frekuensi 4000 Hz. Nilai koefisien absorpsi bunyi tertinggi yaitu sebesar 0,43 ditunjukkan pada frekuensi 2000Hz. Penyerapan bunyi terendah terjadi pada frekuensi 125 Hz yaitu sebesar 0,06. Secara keseluruhan, komposit busa poliuretan dengan pengisi 10% serat aren menunjukkan penyerapan bunyi yang baik pada frekuensi tinggi, 2000 Hz - 4000 Hz. Dalam referensi, serat aren murni mampu

menyerap bunyi pada frekuensi tinggi. Nilai koefisien penyerapan bunyi pada sampel tergantung pada frekuensi, dimana penyerapan bunyi umumnya meningkat dengan meningkatnya frekuensi.

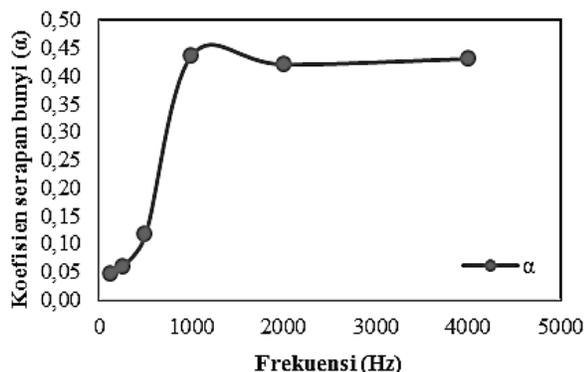
Koefisien serapan bunyi pada sampel dengan 20% serat aren

Nilai koefisien serapan bunyi (α) pada komposit busa poliuretan dan 20% serat aren yang diukur dengan menggunakan metode tabung impedansi ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Koefisien serapan bunyi (α) sampel 20% serat aren

Frekuensi (Hz)	Koefisien serapan bunyi (α)
125	0,05
250	0,06
500	0,12
1000	0,44
2000	0,42
3000	0,43
4000	0,43

Nilai koefisien serapan bunyi dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Koefisien serapan bunyi (α) sampel dengan 20% serat aren

Gambar 2 menunjukkan menunjukkan grafik hasil pengujian koefisien absorpsi bunyi pada komposit busa poliuretan dan 20% serat aren. Dari grafik terlihat bahwa penyerapan bunyi meningkat secara signifikan dari frekuensi rendah sampai frekuensi 1000 Hz. Tren penyerapannya bunyi

mendekati konsisten pada frekuensi tinggi 1000 Hz - 4000 Hz. Nilai koefisien absorpsi bunyi tertinggi yaitu sebesar 0,44 ditunjukkan pada frekuensi 1000 Hz. Penyerapan bunyi terendah terjadi pada frekuensi 125 Hz yaitu sebesar 0,05. Komposit busa poliuretan dengan pengisi 20% serat aren menunjukkan penyerapan bunyi yang baik pada frekuensi tinggi, 2000 Hz - 4000 Hz.

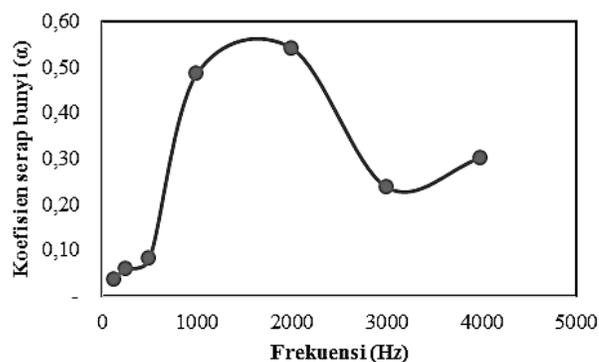
Koefisien serapan bunyi pada sampel dengan 30% serat aren

Nilai koefisien serapan bunyi (α) pada komposit busa poliuretan dan 30% serat aren ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Koefisien serapan bunyi (α) sampel 30% serat aren

Frekuensi (Hz)	Koefisien serapan bunyi (α)
125	0,04
250	0,06
500	0,08
1000	0,49
2000	0,54
3000	0,24
4000	0,30

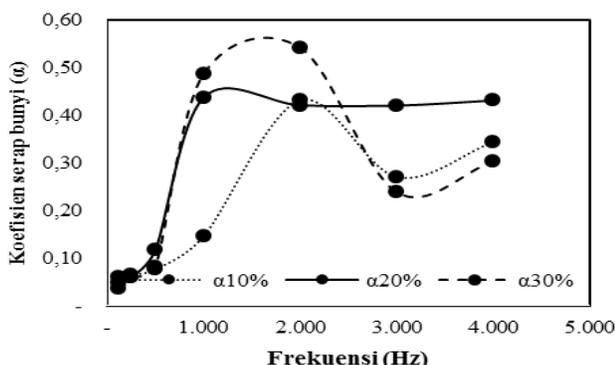
Nilai koefisien serapan bunyi pada sampel dengan 30% berat serat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Koefisien serapan bunyi (α) sampel dengan 30% serat aren

Dari Gambar 3 terlihat bahwa penambahan serat aren sebesar 30% telah meningkatkan daya serap bunyi busa poliuretan. Penyerapan optimum terjadi pada frekuensi 2000 Hz dengan nilai koefisien absorpsi bunyi sebesar 0,54. Penyerapan bunyi minimum terjadi pada frekuensi 125 Hz dengan nilai koefisien absorpsi bunyi sebesar 0,037.

Perbandingan nilai koefisien serap bunyi pada sampel komposit busa poliuretan dengan penambahan 10%, 20% dan 30% serat aren dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Koefisien serap bunyi (α) sampel dengan penambahan 10, 20, dan 30% serat aren

Grafik pada Gambar 4 menjelaskan bahwa nilai koefisien serap bunyi pada busa poliuretan meningkat selaras dengan penambahan persentase berat serat aren. Nilai koefisien serap tertinggi 0,54 ditunjukkan oleh sampel dengan kandungan serat aren tertinggi yaitu sebesar 30%. Nilai koefisien serap bunyi optimum rata-rata ditunjukkan pada frekuensi 2000 Hz. Nilai koefisien serap bunyi minimum rata-rata ditunjukkan pada frekuensi 125 Hz. Nilai koefisien serap terendah sebesar 0,03 dari ketiga komposisi sampel juga ditunjukkan oleh

sampel dengan kandungan 30% serat aren. Pada dasarnya, penyerapan bunyi pada frekuensi rendah sangat dipengaruhi oleh kerapatan sampel. Sementara koefisien serapan bunyi pada frekuensi tinggi biasanya dipengaruhi oleh porositas. Penambahan serat pada busa poliuretan menyebabkan penurunan kerapatan dan peningkatan jumlah pori terbuka, yang berakibat pada penurunan nilai serap bunyi. Semakin banyak kandungan serat, gerakan redaman bunyi di dalam sampel juga meningkat. Dengan kata lain, nilai koefisien serap bunyi juga meningkat.

Koefisien Reduksi Bunyi (NRC)

Dari data hasil pengukuran nilai koefisien serapan bunyi, nilai koefisien reduksi bunyi pada busa poliuretan-serat aren dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Koefisien reduksi bunyi sampel

Sampel		NRC
PU (%)	Serat (%)	
90	10	0,18
80	20	0,26
70	30	0,29

Secara teori, nilai koefisien serap bunyi berkisar antara 0 dan 1. Pada Tabel 5 terlihat, nilai koefisien reduksi bunyi dari semua sampel berkisar antara 0,18 dan 0,29. Nilai NRC tertinggi sebesar 0,29 ditunjukkan oleh sampel dengan kandungan serat tertinggi yaitu 30%. Dari nilai yang diperoleh, dapat diketahui bahwa penambahan persentase berat serat aren pada busa poliuretan memberi pengaruh terhadap nilai penyerapan bunyi. Semakin tinggi persentase berat serat semakin tinggi pula nilai

koefisien reduksi bunyi yang dihasilkan. Dengan demikian, sampel yang terbuat dari busa poliuretan dan serat aren dapat digunakan sebagai bahan penyerap bunyi pada frekuensi bicara, 250 Hz-4000 Hz.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian tentang pengaruh penambahan serat aren pada busa poliuretan telah dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat aren sebagai pengisi telah meningkatkan sifat penyerapan akustik pada busa poliuretan pada rentang frekuensi tinggi, dari 2000 Hz ke 4000 Hz. Koefisien penyerapan bunyi (α) paling tinggi yaitu sebesar 0,54 ditunjukkan pada sampel dengan kandungan 30% berat serat aren pada frekuensi 2000 Hz. Nilai NRC tertinggi sebesar 0,29 juga ditunjukkan oleh sampel dengan kandungan serat 30%. Tren penyerapannya mendekati konsisten pada frekuensi bicara dengan NRC rata-rata 0,2. Secara umum, penyerapan bunyi meningkat secara signifikan dengan meningkatnya persentase serat aren.

Saran

Pada penelitian selanjutnya hendaknya dilakukan pengujian sifat fisis untuk melihat pengaruhnya terhadap sifat akustik sampel.

DAFTAR PUSTAKA

Yuvaraj, L., Vijay, G., & Jeyanthi, S. (2016). Study of Sound Absorption Properties on Rigid Polyurethane Foams using FEA. *Indian Journal of Science and*

Technology, 9(33), 1-6.

Chen, S., Jiang, Y., Chen, J., & Wang, D. (2015). The Effects of Various Additive Components on the Sound Absorption Performances of Polyurethane Foams. *Advances in Materials Science and Engineering*, 1-10.

Sung, G., Kimb, J. W., & Kim, J. H. (2016). Fabrication of polyurethane composite foams with magnesium hydroxide filler for improved sound absorption. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 1-6.

Wenbo ZHU, S. C., WANG, Y., ZHU, T., & JIANG, Y. (2018). Sound Absorption Behavior of Polyurethane Foam Composites with Different Ethylene Propylene Diene Monomer Particles. *ARCHIVES OF ACOUSTICS*, 43(3), 403-411.

Gama, N., Silva, R., Carvalho, A.P.O., Ferreira, A., Timmons, A.B. (2017). Sound absorption properties of polyurethane foams derived from crude glycerol and liquefied coffee grounds polyol. *Polymer Testing*, 62, 13-22.

Nasution, A., Wahab, A., & Nuari, D. (2018). Analisis Pengaruh Benang Wol dan Limbah Batang Pisang Dalam Rancangan Produk Komposit Peredam Bunyi Ruang Akustik. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 20(2), 53-62.

Suharyani, & Mutiari, D. (2013). Limbah Pelepah Pisang Raja Susu Sebagai

- Alternatif Bahan Dinding Kedap Suara.
Sinektika, 13(1), 62-68.
- Laksono, A. D., Ernawati, L., & Maryanti, D. (2019). Pengaruh Fraksi Volume Komposit Polyester Berpenguar Limbah Serbuk Kayu Bangkirai Terhadap Sifat Material Akustik. *Rekayasa Mesin*, 10(3), 277-285.
- Ekici, B., Kentli, A., & Kucuk, H. (2012). Improving Sound Absorption Property of Polyurethane Foams by Adding Tea-Leaf Fibers. *ARCHIVES OF ACOUSTICS*, 37(4), 515-520.
- Azahari, M. S., Rus, A. Z., Zaliran, M. T., & Kormin, S. (2017). Improving sound absorption property of polyurethane foams doped with natural fiber. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 226, 1-7.
- Lindawati. (2017). Karakteristik Akustik Panel Serat Aren Dengan Bahan Perekat Latex. *Inotera*, 2(1), 19-22.