

Serat Fiber Kelapa Sawit Sebagai Bahan Dasar Komposit Untuk Digunakan Sebagai Bahan Peredam Suara

Sovian Aritonang¹, Anselmo Bima Rasendriya^{2*}, & Riri Murniati³

Fisika / Fakultas MIPA Militer, Universitas Pertahanan Republik Indonesia

*Email; anselmo.rasendriya@mipa.idu.ac.id

ABSTRACT

This research discusses the use of oil palm fiber as a base material for composites intended for sound insulation purposes. Sound insulation materials play a key role in reducing noise levels in various environments. Oil palm fiber is identified as a promising material for the effective and sustainable production of sound insulation materials. Test results indicate that the composite of oil palm husk demonstrates the highest sound absorption coefficient (α) at both standard and high frequencies. Consequently, the fiber from oil palm empty fruit bunches (EFB) can be utilized as a viable material for sound insulation composites, and further research can be conducted on the fiber materials from oil palm empty fruit bunches (EFB).

Keyword : Oil Palm Fiber, Oil Palm Empty Fruit Bunches, Sound Insulation.

PENDAHULUAN

Dengan kemajuan teknologi, penciptaan peralatan untuk digunakan oleh manusia menjulang naik. Ini termasuk peralatan yang digunakan untuk informasi, komunikasi, produksi, transportasi, dan hiburan. Namun, banyak dari peralatan ini menghasilkan kebisingan yang tidak diinginkan melalui produksi gelombang suara, yang terjadi karena getaran benda [1]. Molekul-molekul dalam media berinteraksi dalam arah perambatan gelombang, menyebabkan molekul di sekitar titik kesetimbangannya.

Tingkat suara bervariasi tergantung pada sumbernya, dan kenyaringan berkontribusi terhadap terciptanya kebisingan. Penggunaan bahan peredam dan penyerap suara dapat mengurangi tingkat kebisingan. Mayoritas bahan penyerap suara yang ada di pasaran adalah bahan sintetis, dengan kriteria utama berpori, yang bertindak sebagai resonator rongga. Melalui pori-pori tersebut, gelombang suara dapat masuk dan menggetarkan molekul udara di dalamnya [2].

Untuk mengontrol kualitas suara dan mengurangi kebisingan, bahan penyerap suara dan isolasi suara dapat digunakan. Efisiensi bahan penyerap bunyi ditentukan oleh nilai α , koefisien serapan bunyi. Rasio ini menunjukkan besarnya energi bunyi yang diserap bahan dibandingkan dengan energi bunyi yang diarahkan ke permukaan bahan.

Sifat penyerap suara suatu material meningkat seiring dengan semakin tinggi nilai α . α berkisar antara 0 dan 1. Jika α adalah 0 berarti bahan tersebut tidak menyerap suara apapun. Sebaliknya, jika α adalah 1, hal ini menunjukkan bahwa material tersebut menyerap 100% suara yang datang [3]. Insulasi suara mengacu pada kapasitas material untuk mereduksi suara, yang dikenal sebagai *sound transmisi loss* (STL), yaitu rasio antara suara yang datang dan ditransmisikan oleh material tersebut [4].

Rumus koefisien serapan.

$$I = I_0 e^{-\alpha x} \quad (1)$$

Keterangan :

I = intensitas akhir (dB).

I_0 = intensitas awal (dB).

α = koefisien absorpsi bunyi.

x = ketebalan sampel.

Serat fiber polyester daur ulang menjadi peredam suara [3], sedangkan [5] telah meneliti manfaat mencampurkan jerami dengan bahan bangunan untuk meningkatkan penyerapan suara.

[6] telah mengembangkan bahan serat bambu untuk penyerapan suara yang menunjukkan kinerja setara dengan glasswool. Jika diamati lebih dekat, barang-barang sehari-hari yang tampaknya memiliki kegunaan terbatas dapat dimanfaatkan sebagai peredam suara yang memadai.

Secara umum, bahan yang strukturnya berpori akan menyerap suara lebih baik dibanding dengan jenis bahan lainnya. Hal ini disebabkan karena adanya pori-pori pada serat yang mana dapat membuat gelombang suara masuk kedalam pori bahan serat tersebut. Serat kelapa sawit memiliki pori-pori yang cukup besar, yang dapat memungkinkan adanya sirkulasi udara dan kelembaban.

Serat alami dikategorikan menjadi serat hewani dan serat selulosa tumbuhan. Tanaman yang menghasilkan serat alami dapat dibagi menjadi primer dan sekunder, tergantung pada pemanfaatannya. Tanaman primer ditanam untuk diambil seratnya, akan tetapi tanaman sekunder adalah tanaman yang seratnya diekstraksi dari produk limbahnya. Umumnya kekuatan mekanik dan kekakuan yang jauh lebih tinggi dapat diperoleh dengan menggunakan serat tanaman, dengan bantuan bahan kimia tertentu dan dikondisikan secara mekanis [7].

Pada tahun 2018, Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia menyatakan pada siaran pers HM.4.6/82/SET.M.EKON.3/04/2021 bahwa produksi minyak sawit dan inti sawit tercatat sebesar 48,67 juta ton. Kelapa sawit yang telah diproses akan memiliki hasil utama dan sampingan yaitu, minyak sawit itu sendiri, biji kernel, dan limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Dari hasil panen kelapa sawit yang melimpah, dihasilkan produk sampingan berupa produk tandan kosong kelapa sawit sebesar 23% dari berat total kelapa sawit. Dari limbah TKKS ini memiliki serat (serabut) yang lebih kuat dan keras dibanding serat yang berasal dari sisa proses pada buah kelapa sawit, namun tidak menutup kemungkinan juga untuk menggunakan serat dari sisa limbah buah kelapa sawit tersebut [8].

PTPN-VIII Cikasungka, Bogor, merupakan perkebunan yang bergerak di industri kelapa sawit. Pada kunjungan yang telah saya lakukan, perusahaan perkebunan ini memiliki permasalahan mengenai limbah padat, terutama pada biji kernel dan TKKS yang sangat melimpah. Melimpahnya limbah tandan kosong kelapa sawit dengan tempat yang sudah tersedia membuat tandan kosong kelapa sawit ini memiliki biaya produksi yang kecil karena merupakan limbah, mudah didapatkan, dan juga merupakan hasil sampingan dari produk yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui, serta akan terus berkembang sehingga pemanfaatan TKKS perlu dikembangkan lebih jauh.

Limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) memiliki serat dari kelapa sawit yang kuat dan keras, dimana dalam mikrofibril tandan kosong kelapa sawit (TKKS) terdapat hemiselulosa, selulosa, dan lignin sebagai bahan utama, serta dengan komposisi selulosa 59,6%, lignin 28,5%, protein kasar 3,6%, lemak 1,9%, abu 5,6%, dan impurities 8% [9].

Tabel 1. Menunjukkan komposisi kimia dari serat kelapa sawit [10].

Unsur	Nilai
Selulosa (%)	42.7 – 65
Lignin (%)	13.2 – 25.31
Hemiselulosa (%)	17.1 – 33.5
Holoseululosa (%)	68.3 – 86.3
Kadar abu (%)	1.3 – 6.04
Ekstraktif dalam air panas (100°C) (%)	2.8 – 14.79
Kelarutan dalam air dingin (30°C) (%)	8 – 11.46
Alkali larut (%)	14.5 – 31.17
Alfa selulosa (%)	41.9 – 60.6
Kelarutan alcohol – benzene (%)	2.7 – 12
Pentosan (%)	17.8 – 20.3
Glukosa (%)	66.4
Silika (%)	1.8
Cu (g/g)	0.8
Kalsium (g/g)	2.8
Mn (g/g)	7.4
Fe (g/g)	10.0
Sodium (g/g)	11.0

Komposit material terbentuk dari penggabungan dua atau lebih bahan yang memperlihatkan karakteristik mekanik yang beragam, melalui proses pencampuran yang seragam. Komposit merupakan hasil gabungan antara bahan pokok yang berperan sebagai matriks dan bahan penguatnya. Secara umum, komposit terdiri dari serat dan bahan yang mengikat serat tersebut.

Telah dilakukan penelitian sebelumnya untuk mengembangkan komposit termoplastik dan termoplastik yang diisi serat kelapa sawit dan mengkarakterisasi sifat mekanik, fisik, listrik, termal, dan biodegradasi. Sebagian besar penelitian difokuskan pada perilaku komposit terhadap pembebanan mekanis yang berbeda, yaitu tarik, lentur, benturan, dan statis, yang sangat penting dalam aplikasi struktural dan penahan beban. Studi tentang relaksasi tegangan dan perilaku mulur untuk memprediksi kinerja mekanis jangka panjang, stabilitas dimensi struktur penahan beban dan retensi gaya penjepitan juga dilakukan pada komposit [11]. Kinetika kristalisasi dari beberapa komposit yang dikembangkan juga dipelajari untuk digunakan dalam suhu tinggi dan rendah. Penyerapan air dan perilaku pembengkakan komposit untuk aplikasi dalam pengemasan, industri bangunan, pengolahan air limbah dan lainnya juga telah dipelajari. Sifat listrik komposit untuk aplikasi dalam isolator listrik, komponen elektronik dan listrik, dan lainnya telah dicoba. Studi biodegradasi pada komposit serat kelapa sawit penting karena komposit membutuhkan ketahanan terhadap jamur pada penggunaan di luar ruangan dan untuk mengomposkan produk apabila produk sudah tidak terpakai lagi [12]. Sifat komposit sebagian besar tergantung pada sifat matriks dan karenanya pemilihan matriks didasarkan pada sifat akhir yang diinginkan dari komposit. Untuk kombinasi matriks dengan serat tertentu, parameter seperti kandungan serat, orientasi, ukuran, dan perlakuan serat berpengaruh ke ikatan serat dengan matriks dan sifat akhirnya. Serat kelapa sawit telah dicoba dalam berbagai matriks, termasuk serat alam, polipropilena, polivinil klorida, fenol formaldehida, poliuretan, epoksi, poliester, dan lainnya [13].

Serat alami, seperti serat dari kelapa sawit, menjadi pilihan optimal untuk dikembangkan sebagai bahan baku pembuatan material peredam suara dan dapat digunakan sebagai pengisi dalam suatu komposit. Serat alami umumnya memiliki kapasitas yang baik dalam meredam suara, terutama dalam pengendalian kebisingan, karena memiliki porositas dan struktur amorf yang lebih signifikan bila dibandingkan dengan serat sintetik. Serat dari serabut kelapa sawit memiliki kandungan alfa selulosa sebesar 31,13% dan holoselulosa sebesar 58,82%. Temuan ini diperkuat oleh penelitian Gustienida tahun 2017 yang menunjukkan bahwa serat kelapa memiliki persentase selulosa yang cukup tinggi, sekitar 54,3%, serta memiliki lacuna (celah di sepanjang sumbu serat) yang memungkinkannya digunakan sebagai komposit dalam material peredam suara.

Umumnya bahan dengan struktur yang berpori akan menyerap suara lebih baik dibanding dengan jenis bahan lainnya, karena adanya pori gelombang yang mana dapat membuat gelombang suara masuk ke dalam pori bahan serat tersebut. Serat kelapa sawit memiliki pori-pori yang cukup besar, yang dapat memungkinkan adanya sirkulasi udara dan kelembaban [14].

Pada tahun 2021, Susilawati melakukan eksperimen yang melibatkan penggunaan serat kelapa sawit dan karet alam sebagai material peredam suara. Kombinasi komposit antara serat kelapa sawit dan karet alam menunjukkan potensi sebagai solusi alternatif dalam meredam kebisingan, dengan tingkat efisiensi reduksi kebisingan mencapai kisaran 12,69-15,12%. Hal ini dicapai melalui penggunaan perbandingan serat kelapa sawit dan karet alam sebesar 75:25 [15].

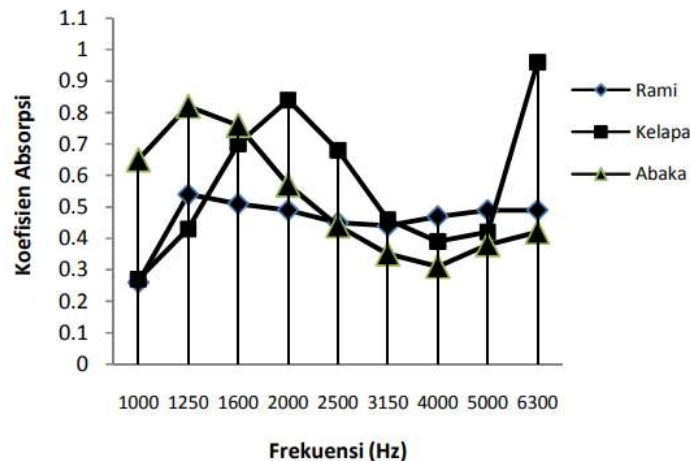
Penelitian sebelumnya pada tahun 2020 melakukan percobaan menggunakan papan dari pelepah kelapa sawit dengan banyaknya perekat yang divariasikan menghasilkan hasil yang berbeda. Sampel penelitian memiliki diameter ± 99 mm, dimana nilai rapat frekuensi (Hz) sangat mempengaruhi nilai koefisien serapan bunyi (α). Nilai koefisien serapan bunyi akan menurun pada frekuensi 1000-1200 Hz dan pada kepadatan $0,9 \text{ g/cm}^3$ [16].

Tabel 2. Sifat Fisik Serat Alam [17]

Serat	Densitas (g/cm ³)	Elongasi (%)	Tensile Strength (MPa)	Modulus Young (GPa)
Flax	1,5	2,7-3,2	345-1035	27,6
Nanas	1,44	2,5-3,5	400-1000	34-82
Jute	1,3	1,5-1,8	393-773	26,5
Rami	1,45	3,6-3,8	400-938	61,4-128
Abaka	1,35	0,25-1,0	500-700	7,7-20,8
Sabut kelapa	1,51	1,5-1,8	680-1245	-

Tabel 3. Komposisi kimia beberapa serat alam (% berat)

Jenis Serat	Komposisi, %					
	α -Selulosa	Hemiselulosa	Lignin	Pektin	Zat terlarut	Lemak, lilin
Kenaf	44,0-57,0	29,0-30,4	15-19	-	2,1-2,9	2,1-2,9
Nanas	69,5-71,5	17,0-19,8	6,04	1,0-1,2	4,5-5,3	3,0-3,3
Yute	61,0-72,4	12,0-13,3	11,8-14,2	0,2	1,2	0,1-0,6
Rami	68,0-76,0	13-14	1,2-1,6	1,9-2,1	5,5	0,3
Abaka	53,02	21,7	5,6	0,6	1,6	0,2
Kapas	90-98	5,7	0	1,2	1,0	0,6
Sabut kelapa	32,9-43,4	0,15-0,25	40,5-45,8	2,7-3,0	5,2-16,0	-



Gambar 1. Koefisien absorpsi suara (α) Komposit Serat Rami, Kelapa Dan Abaka.

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam tulisan ini digunakan metodologi *literature review*, dimana dilakukan evaluasi, analisis, dan mensintesis penelitian yang telah ada dengan topik terkait, untuk memperoleh pemahaman dan memastikan penelitian lebih lanjut tidak mengulangi kesalahan yang telah ada. Metode ini dilakukan dengan meninjau secara kritis mengenai pengetahuan, gagasan, atau temuan dalam literatur akademik untuk merumuskan teori dan metodologinya secara tertentu. Dimulai dengan mencari kata kunci, melakukan perbandingan antar sekian jurnal penelitian yang telah ada, dan menyimpulkan perbandingan objek pada jurnal acuan dengan jurnal lainnya.

PEMBAHASAN

Analisis perbandingan antara glasswool dan serat kelapa sawit sebagai bahan komposit telah menyoroti kemampuan penyerapan suara yang lebih unggul dari komposit berbahan serat kelapa sawit. Hasil pengujian menunjukkan bahwa komposit serat fiber kelapa menunjukkan koefisien serapan bunyi (α) tertinggi pada frekuensi standar dan frekuensi tinggi. Di sisi lain, komposit yang menggunakan serat rami menunjukkan nilai α yang relatif lebih rendah pada frekuensi standar dan tinggi. Jika dibandingkan dengan glasswool, komposit yang menggunakan serat kelapa dan abaka menunjukkan nilai α yang lebih tinggi pada frekuensi standar, sedangkan

komposit yang menggunakan serat rami masih relatif mendekati glasswool. Rata-rata untuk frekuensi standar dan tinggi, komposit yang diperkuat serat rami menghasilkan nilai α sebesar 0,52, komposit serat kelapa sebesar 0,90 α , dan komposit serat abaka sebesar 0,62 α . Secara umum, komposit masih berada di atas standar glasswool. Temuan ini menegaskan potensi serat kelapa sawit sebagai alternatif yang menjanjikan untuk bahan konvensional seperti glasswool dalam berbagai industri, termasuk konstruksi, otomotif, dan rekayasa akustik. Selain itu, penggunaan serat kelapa sawit berkontribusi pada pengembangan solusi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, sejalan dengan upaya global untuk mempromosikan praktik yang sadar akan lingkungan dan mengurangi ketergantungan pada sumber daya yang tidak dapat diperbarui. Sebagai sumber daya yang dapat diperbarui dan melimpah, serat kelapa sawit menawarkan opsi yang ekonomis dan berkelanjutan secara lingkungan, sehingga menunjukkan potensinya untuk merevolusi bidang bahan komposit.

Temuan ini menegaskan potensi serat kelapa sawit sebagai alternatif yang menjanjikan untuk bahan konvensional seperti glasswool dalam berbagai industri, termasuk konstruksi, otomotif, dan rekayasa akustik. Selain itu, penggunaan serat kelapa sawit berkontribusi pada pengembangan solusi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, sejalan dengan upaya global untuk mempromosikan praktik yang sadar akan lingkungan dan mengurangi ketergantungan pada sumber daya yang tidak dapat diperbarui. Sebagai sumber daya yang dapat diperbarui dan melimpah, serat kelapa sawit menawarkan opsi yang ekonomis dan berkelanjutan secara lingkungan, sehingga menunjukkan potensinya untuk merevolusi bidang bahan komposit. Penelitian dan pengembangan lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi seluruh rentang aplikasi dan mengoptimalkan kinerja komposit berbahan serat kelapa sawit, untuk memastikan daya saing dan adopsi luas di sektor industri. Studi ini menjadi kontribusi penting bagi diskusi berkelanjutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil literatur terhadap beberapa jurnal yang telah diambil, dapat disimpulkan bahwa tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dapat digunakan sebagai bahan komposit pada peredam suara dengan nilai koefisien serapan (α) yang lebih tinggi dibandingkan bahan terkait lainnya. Sehingga serat fiber pada tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dapat digunakan menjadi material komposit peredam suara yang baik dan dapat dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai bahan serat fiber tandan kosong kelapa sawit (TKKS).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Siddula, "Design of Modern Technology Lighting System for Automobiles," 2024, pp. 1–8. doi: 10.1007/978-981-99-4362-3_1.
- [2] Permatasari, "Penentuan Koefisien Serap Bunyi Papan Partikel Dari Limbah Tongkol Jagung," *Jurnal Fisika Unnes*, vol. 4, no. 1, p. 79808, 2014.
- [3] Y. Lee and C. Joo, "Sound absorption properties of recycled polyester fibrous assembly absorbers," *Journal of Fiber Science and Technology*, vol. 65, no. 7, pp. 191–196, 2003, doi: 10.2115/fiber.65.191.
- [4] A. Santoni, J. L. Davy, P. Fausti, and P. Bonfiglio, "A review of the different approaches to predict the sound transmission loss of building partitions," *Building Acoustics*, vol. 27, no. 3, pp. 253–279, Sep. 2020, doi: 10.1177/1351010X20911599.
- [5] H. S. Yang, D. J. Kim, Y. K. Lee, H. J. Kim, J. Y. Jeon, and C. W. Kang, "Possibility of using waste tire composites reinforced with rice straw as construction materials," *Bioresour Technol*, vol. 95, no. 1, pp. 61–65, 2004, doi: 10.1016/j.biortech.2004.02.002.
- [6] T. Koizumi, N. Tsujiuchi, and A. Adachi, "The development of sound absorbing materials using natural bamboo fibers," *High Performance Structures and Materials*, vol. 4, pp. 157–166, 2002.

- [7] T. Rohan, B. Tushar, and G. T. Mahesha, "Review of natural fiber composites," *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 314, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/314/1/012020.
- [8] KEMENTERIAN KOORDINATOR BIDANG PEREKONOMIAN REPUBLIK INDONESIA, "Industri Kelapa Sawit Indonesia: Menjaga Keseimbangan Aspek Sosial, Ekonomi, dan Lingkungan," Indonesia, 2021. [Online]. Available: www.ekon.go.id
- [9] S. Putra Wirman and Y. Fitri dan Wildo Apriza, "KARAKTERISASI KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA SAWIT DENGAN PEREKAT PVAc SEBAGAI ABSORBER," *JoP*, vol. 1, no. 2, pp. 10–15, 2016.
- [10] M. R. M. Asyraf *et al.*, "Mechanical properties of oil palm fibre-reinforced polymer composites: a review," *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 17, pp. 33–65, Mar. 2022, doi: 10.1016/j.jmrt.2021.12.122.
- [11] M. S. Sreekala, M. G. Kumaran, R. Joseph, and S. Thomas, "Stress-relaxation behaviour in composites based on short oil-palm fibres and phenol formaldehyde resin," *Compos Sci Technol*, vol. 61, no. 9, pp. 1175–1188, 2001, doi: 10.1016/S0266-3538(00)00214-1.
- [12] H. P. S. Abdul Khalil and H. Ismail, "Effect of acetylation and coupling agent treatments upon biological degradation of plant fibre reinforced polyester composites," *Polym Test*, vol. 20, no. 1, pp. 65–75, 2000, doi: 10.1016/S0142-9418(99)00080-X.
- [13] S. Shinoj, R. Visvanathan, S. Panigrahi, and M. Kochubabu, "Oil palm fiber (OPF) and its composites: A review," *Ind Crops Prod*, vol. 33, no. 1, pp. 7–22, 2011, doi: 10.1016/j.indcrop.2010.09.009.
- [14] M. Y. R. Siahaan and D. Darianto, "Karakteristik Koefisien Serap Suara Material Concrete Foam Dicampur Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan Metode Impedance Tube," *JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY*, vol. 4, no. 1, pp. 85–93, Jun. 2020, doi: 10.31289/jmemme.v4i1.3823.
- [15] N. Susilawati, C. Nurhayati, and T. Susanto, "Komposit Limbah Serabut Kelapa Dan Karet Alam Sebagai Alternatif Bahan Peredam Suara Utilization of Fiber Waste and Natural Rubber As an Alternative Noise Reduction," *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, vol. 32, pp. 102–109, 2021.
- [16] N. Susilawati, C. Nurhayati, and T. Susanto, "Komposit Limbah Serabut Kelapa dan Karet Alam sebagai Alternatif Bahan Peredam Suara," *Indonesian Journal of Industrial Research*, vol. 32, no. 2, pp. 102–109, 2021, doi: 10.28959/jdpi.v32i2.7189.
- [17] S. Chokshi, V. Parmar, P. Gohil, and V. Chaudhary, "Chemical Composition and Mechanical Properties of Natural Fibers," *Journal of Natural Fibers*, vol. 19, no. 10, pp. 3942–3953, Oct. 2022, doi: 10.1080/15440478.2020.1848738.