

## PENGARUH KETEBALAN SPESIMEN TERHADAP NILAI KOEFISIEN PENYERAPAN SUARA MATERIAL KOMPOSIT SERBUK GERGAJI

Ariawan Bayu Wicaksono

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang

Jl. Perintis Kemerdekaan KM.10 Tamalanrea, Makassar, Indonesia

[ariawanbayu@poliupg.ac.id](mailto:ariawanbayu@poliupg.ac.id)

### *Abstract*

This study aims to determine the effect of specimen thickness on the sound absorption coefficient (SAC) of composite materials made from sawdust. Sawdust was made into a composite material with a volume fraction variation of 30:70 with thickness variations of 25 mm, 30 mm, and 40 mm. The samples were tested at frequencies of 200-1600 Hz using a type 4206 impedance tube with two microphones according to ASTM E1050 standards. Based on the test results, it was found that the material with a thickness of 40 mm (T40) achieved the highest SAC value with an  $\alpha$  value of 0.18 at a frequency of 1200 Hz. It can be concluded that the sound absorption coefficient (SAC) value of the sawdust composite material increases with the thickness of the material, especially at high frequencies, because the increase in material thickness allows for more effective interaction between sound waves and the porous structure, thereby enhancing sound energy dissipation.

**Keywords:** Composite Material, Acoustic Material, Sawdust, Sound Absorption.

### **Abstrak**

Studi ini bertujuan untuk menentukan pengaruh ketebalan spesimen terhadap koefisien penyerapan suara (SAC) dari bahan komposit yang terbuat dari serbuk gergaji. Serbuk gergaji dibuat menjadi bahan komposit dengan variasi fraksi volume 30:70 dengan variasi ketebalan 25 mm, 30 mm, dan 40 mm. Sampel diuji dalam pada frekuensi 200-1600 Hz menggunakan tabung impedansi tipe 4206 dengan dua mikrofonn sesuai dengan standar ASTM E1050. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan hasil yaitu material dengan ketebalan 40 mm (T40) mendapatkan nilai SAC tertinggi dengan nilai  $\alpha$  sebesar 0,18 pada frekuensi 1200 Hz. Dapat disimpulkan bahwa nilai koefisien penyerapan suara (SAC) material komposit serbuk gergaji meningkat seiring dengan bertambahnya ketebalan material, terutama pada frekuensi tinggi dikarenakan dengan adanya peningkatan ketebalan material memungkinkan interaksi yang lebih efektif antara gelombang suara dan struktur berpori, sehingga meningkatkan disipasi energi suara.

**Kata kunci:** Material Komposit, Material Akustik, Serbuk Gergaji, Penyerapan Suara.

### Article History

Received: Januari 2025

Reviewed: Januari 2025

Published: Januari 2025

Plagiarism Checker No 234

Prefix DOI : Prefix DOI :

10.8734/Koehesi.v1i2.365

**Copyright : Author**

**Publish by : Koehesi**



This work is licensed under

a [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

[Attribution-NonCommercial](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

[4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



## PENDAHULUAN

Solusi penyerapan suara yang inovatif dan berkelanjutan diperlukan karena polusi suara menimbulkan masalah lingkungan dan kesehatan yang signifikan (R. Mageswaran L. S. Ewe, 2019; Yulita Nurbaiti A. Yulianto, 2022). Material komposit, terutama yang dibuat dengan menggunakan sumber daya yang tersedia dan terbarukan, menawarkan prospek yang menjanjikan untuk pembuatan material penyerap suara yang hemat biaya dan ramah lingkungan (Boopathy Krishnasamy Nandhakumar Shanmugam, 2024; Veeraprabahar Jawahar Mohankumar Gabriel, 2023). Serbuk gergaji, produk sampingan dari industri pengolahan kayu, adalah sumber serat lignoselulosa yang mudah diakses dan berkelanjutan yang ideal untuk dimasukkan ke dalam material komposit (Purwanto, 2017; Yulita Nurbaiti A. Yulianto, 2022). Fokus penelitian ini adalah untuk mempelajari sifat akustik material komposit serbuk gergaji, terutama bagaimana ketebalan spesimen memengaruhi koefisien penyerapan suara.

## Material Penguat

Kepadatan serbuk gergaji adalah parameter penting dalam berbagai aplikasi, terutama di bidang konstruksi dan ilmu material. Serbuk gergaji umumnya menunjukkan kepadatan yang tinggi, yang dapat bervariasi secara signifikan berdasarkan jenis kayu dan teknik pengolahan, dengan nilai yang dilaporkan berkisar antara 160 hingga 800 kg/m<sup>3</sup> (Rumaizah et al., 2019; Stasiak et al., 2015). Serbuk gergaji yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari limbah yang dihasilkan selama proses pembuatan furnitur, dengan kepadatan massa 214 kg/m<sup>3</sup>.



Gambar 1. Material serbuk gergaji

## Matriks

Dalam penelitian ini, resin poliester yang digunakan adalah Yukalac 157 BQTN-EX, dipilih karena keuntungannya sifat-sifat seperti ketahanan lingkungan yang sangat baik, kekuatan mekanik yang tinggi, viskositas rendah, keterjangkauan, dan kemudahan pengadaan. Resin ini terutama dikenal karena aplikasinya dalam bahan komposit karena karakteristik yang menguntungkan, yang meningkatkan pemrosesan dan kinerja dalam berbagai aplikasi (Murdani et al., 2017; Sasria, 2022). Selain itu, katalis yang digunakan dalam penelitian ini adalah Methyl Ethyl Ketone Peroxide. (MEKP), yang umumnya digunakan untuk memulai proses pengeringan pada resin poliester (Herwandi & Napitupulu, 2017; Sasria, 2022). Resin dan katalis yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2, dan Gambar 3.



Gambar 2. Resin Yukalac 157 BQTN-EX



Gambar 3. Katalis Methyl Ethyl Ketone Peroxide

## METODE

Proses pembuatan komposit dilakukan menggunakan cetakan, kemudian akan dilakukan penekanan dalam rentang waktu tertentu. Selanjutnya, pengujian penyerapan suara dilakukan menggunakan tabung impedansi yang dilengkapi dengan dua mikrofon sesuai dengan standar ASTM E1050 dalam rentang 200 - 1600 Hz.

## Perlakuan Material

Sebelum pencetakan panel komposit, proses perlakuan awal dilakukan pada material serbuk gergaji. Awalnya, serbuk gergaji ini menjalani prosedur pencucian dengan air suling untuk menghilangkan kontaminan debu dan kotoran. Setelah itu, material serbuk gergaji dikeringkan dengan sinar matahari selama 48 jam untuk menghilangkan kelembapan. Selanjutnya, proses pengeringan dilanjutkan dalam oven listrik yang diatur pada suhu 100°C selama 2 jam, bertujuan untuk lebih mengurangi kandungan kelembapan serbuk gergaji.

## Cetakan Panel Komposit

Dalam proses pencetakan panel komposit, digunakan cetakan dengan dimensi 300 mm x 300 mm x 45 mm, disertai dengan stopper atau besi pembatas dalam yang berukuran 280 mm x 20 mm x 25 mm untuk ketebalan spesimen 25 mm (T25), 280 mm x 20 mm x 30 mm untuk ketebalan spesimen 30 mm (T30), dan 280 mm x 20 mm x 40 mm untuk ketebalan spesimen 40 mm (T40). Desain cetakan panel komposit dan cetakan panel komposit yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4, dan Gambar 5.



Gambar 4. Desain cetakan panel komposit



Gambar 5. Cetakan panel komposit

## Membuat Panel Komposit

Setelah cetakan panel komposit disiapkan, langkah selanjutnya melibatkan persiapan alat dan bahan yang diperlukan untuk proses pencampuran. Dalam penelitian ini, digunakan fraksi volume 30% serat dan 70% matriks. Untuk memastikan pengukuran yang akurat, timbangan dan silinder ukur digunakan untuk mengukur jumlah serat dan matriks secara terpisah. Awalnya, serat dan matriks harus ditempatkan dalam wadah terpisah.

Katalis yang digunakan dalam studi ini diukur sebesar 2% dari total volume matriks. Katalis ini kemudian ditambahkan ke dalam larutan resin, diikuti dengan pengadukan menyeluruh untuk mencapai campuran yang seragam antara resin dan katalis selama lima menit. Setelah itu, matriks dituangkan ke dalam wadah yang berisi serat, dan kedua komponen dicampur dengan tangan hingga tercampur merata. Sangat penting untuk memakai sarung tangan selama prosedur ini, karena resin dapat menyebabkan iritasi kulit, termasuk sensasi terbakar dan gatal.

Setelah campuran serat dan matriks tercampur dengan baik, campuran tersebut dimasukkan ke dalam cetakan panel komposit, memastikan bahwa campuran tersebut terdistribusi dan diratakan dengan merata, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Sebelum menempatkan campuran serat dan matriks ke dalam cetakan panel komposit, sangat penting untuk melapisi *release agent* pada semua permukaan cetakan untuk memudahkan pengeluaran panel komposit setelah proses pengerasan. Setelah itu, cetakan ditutup dan ditempatkan di bawah alat tekan. Cetakan panel komposit kemudian ditekan selama 24 jam dengan beban tekanan jack sebesar 3.000 psi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 6. Campuran material serbuk kayu dan matriks



Gambar 7. Prosedur penekanan untuk pencetakan panel komposit

Setelah prosedur pencetakan panel komposit selesai, langkah berikutnya yaitu membongkar cetakan dan mengeluarkan panel komposit dari cetakan tersebut. Selanjutnya, biarkan panel komposit mengering sepenuhnya selama 1 hingga 2 jam pada suhu ruangan.

### Menyiapkan Sampel Pengujian

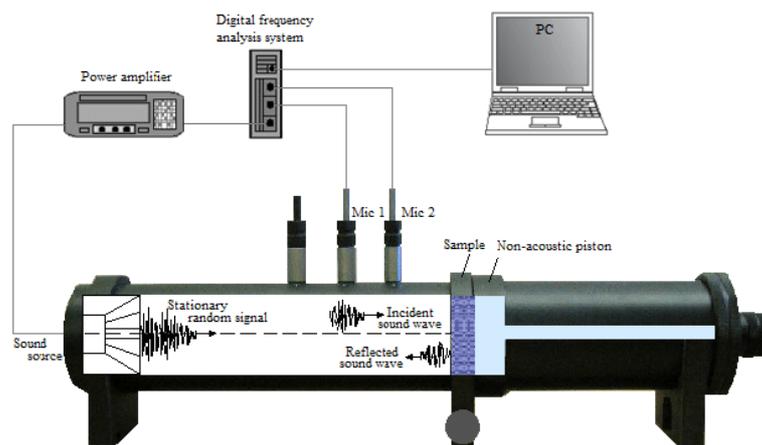
Setelah pencetakan panel komposit, selanjutnya dilakukan persiapan sampel pengujian. Panel komposit akan dipotong menjadi bentuk lingkaran dengan diameter 100 mm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Sampel pengujian komposit serbuk gergaji

### Pengujian Penyerapan Suara

Dalam penelitian ini, digunakan standar ASTM E1050, khususnya prosedur pengujian standar untuk mengukur impedansi dan karakteristik absorpsi bahan akustik menggunakan tabung impedansi dua mikrofon (ASTM E 1050, 1998). Teknik tabung impedansi ini banyak digunakan dalam lingkungan penelitian karena efisiensinya, karena memerlukan durasi pengujian yang singkat dan hanya membutuhkan ukuran sampel yang kecil. Tabung impedansi yang digunakan dalam penelitian ini adalah kit tabung impedansi Brüel & Kjær, yang terdiri dari tabung impedansi tipe 4206 yang dipasangkan dengan dua mikrofon kondensator  $\frac{1}{4}$  inci tipe 4187, amplifier 2716C, dan modul akuisisi Xi LAN tipe 3160-A-042. Pengaturan ini dihubungkan dengan PC melalui perangkat lunak PULSE LabShop versi 1.16.0 (Novak et al., 2011). Prinsip dasar yang mendasari metode ini melibatkan pemasangan sumber suara (speaker) di salah satu ujung tabung impedansi, dengan bahan sampel ditempatkan di ujung yang berlawanan. Loudspeaker memancarkan gelombang suara acak yang bergerak melalui tabung, berinteraksi dengan sampel, dan kemudian memantul kembali, seperti yang digambarkan dalam diagram skematik pada Gambar 9 (Çelikel & Babaarslan, 2017).



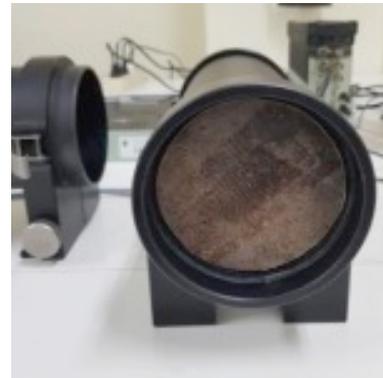
Gambar 9. Diagram skematik kit tabung impedansi Brüel & Kjær

Prosedur pengujian melibatkan penggunaan sampel dengan diameter 100 mm. Sampel ini ditempatkan di salah satu ujung tabung, yang kemudian dihubungkan ke tabung lainnya. Setelah kedua tabung disambungkan, proses penyesuaian dilakukan, diikuti dengan kalibrasi mikrofon. Setelah langkah-langkah persiapan ini, uji penyerapan suara dilakukan pada sampel. Dalam penelitian ini, pengukuran penyerapan suara akan dilakukan untuk frekuensi yang berkisar antara 200 hingga 1.600 Hz. Tabung impedansi yang digunakan dalam penelitian ini

diilustrasikan pada Gambar 10, sementara penempatan sampel dalam tabung impedansi ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 10. kit tabung impedansi Brüel & Kjær



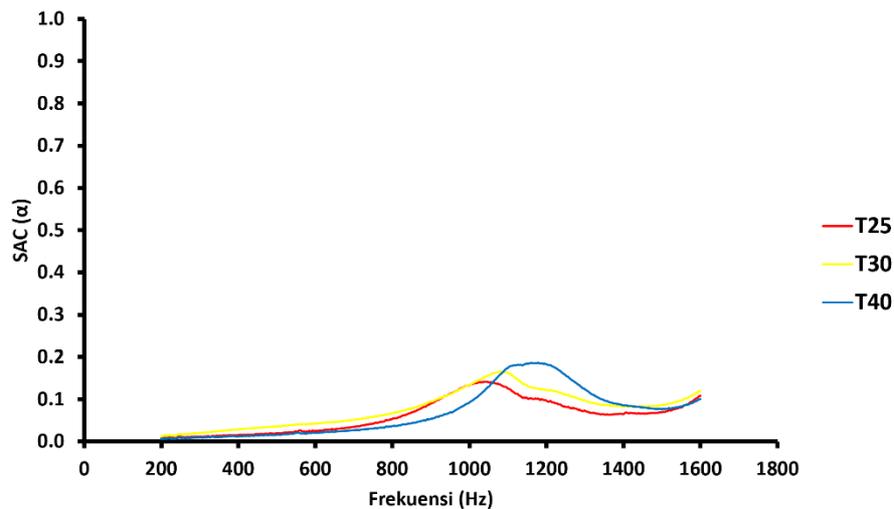
Gambar 11. Komposit serbuk gergaji terpasang pada tabung impedansi

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, sebuah kurva dihasilkan untuk menggambarkan hubungan antara ketebalan spesimen dan koefisien penyerapan suara (SAC). Koefisien penyerapan suara yang dihasilkan oleh material komposit serbuk gergaji dengan fraksi volume 30 : 70, dan dengan ketebalan 25 mm (T25), 30 mm (T30), dan 40 mm (T40) disajikan masing-masing pada Tabel 1 dan Gambar 11.

Tabel 1. SAC dari material komposit serbuk gergaji dengan berbagai variasi ketebalan

Frequency (Hz)	SAC ( $\alpha$ ) 30 : 70			Frequency (Hz)	SAC ( $\alpha$ ) 30 : 70		
	T25	T30	T40		T25	T30	T40
200	0.01	0.01	0.01	1000	0.13	0.13	0.09
300	0.01	0.02	0.02	1100	0.12	0.16	0.17
400	0.01	0.03	0.02	1200	0.10	0.12	0.18
500	0.02	0.04	0.03	1300	0.07	0.10	0.12
600	0.02	0.04	0.03	1400	0.06	0.08	0.09
700	0.03	0.05	0.04	1500	0.07	0.09	0.08
800	0.05	0.07	0.06	1600	0.11	0.12	0.10
900	0.09	0.09	0.09				



Gambar 11. SAC dari material komposit serbuk gergaji dengan berbagai variasi ketebalan

Dari Tabel 1, dan Gambar 11 dapat kita lihat bahwa pada rentang frekuensi rendah yaitu 200 - 500 Hz, material komposit serbuk gergaji dengan ketebalan 30 mm (T30) memiliki nilai SAC tertinggi yaitu dengan nilai  $\alpha$  sebesar 0.04 pada frekuensi 500 Hz. Kemudian pada rentang frekuensi menengah yaitu 600 - 1000 Hz, material komposit serbuk gergaji dengan ketebalan 25 mm (T25), dan 40 mm (T30) memiliki nilai SAC tertinggi yaitu dengan nilai  $\alpha$  sebesar 0.13 pada frekuensi 1000 Hz. Selanjutnya, pada rentang frekuensi tinggi yaitu 1100 - 1600 Hz, material komposit serbuk gergaji dengan ketebalan 40 mm (T40) memiliki nilai SAC tertinggi dengan nilai  $\alpha$  sebesar 0.18 pada frekuensi 1200 Hz.

Adapun nilai SAC tertinggi yang didapatkan dari tiap spesimen ialah untuk material dengan ketebalan 25 mm (T25) memiliki nilai SAC tertinggi pada frekuensi 1000 Hz dengan nilai  $\alpha$  sebesar 0.13, kemudian untuk material dengan ketebalan 30 mm (T30) memiliki nilai SAC tertinggi pada frekuensi 1100 Hz dengan nilai  $\alpha$  sebesar 0.16, dan terakhir material dengan ketebalan 40 mm (T40) memiliki nilai SAC tertinggi pada frekuensi 1200 Hz dengan nilai  $\alpha$  sebesar 0.18.

Pada rentang frekuensi rendah yaitu 200 - 500 Hz, masing-masing material memiliki nilai  $\alpha$  sebesar 0.0125 untuk material dengan ketebalan 25 mm (T25), 0.025 untuk material dengan ketebalan 30 mm (T30), dan 0.020 untuk material dengan ketebalan 40 mm (T40). Kemudian pada rentang frekuensi sedang yaitu 600 - 1000 Hz, masing-masing material memiliki nilai  $\alpha$  sebesar 0.064 untuk material dengan ketebalan 25 mm (T25), 0.076 untuk material dengan ketebalan 30 mm (T30), dan 0.062 untuk material dengan ketebalan 40 mm (T40). Terakhir, pada rentang frekuensi sedang yaitu 1100 - 1600 Hz, masing-masing material memiliki nilai  $\alpha$  sebesar 0.088 untuk material dengan ketebalan 25 mm (T25), 0.111 untuk material dengan ketebalan 30 mm (T30), dan 0.123 untuk material dengan ketebalan 40 mm (T40).

Dari Pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa dengan makin meningkatnya ketebalan spesimen, maka nilai koefisien penyerapan suara (SAC) akan ikut meningkat. Hal tersebut disebabkan karena ketika ketebalan sampel tidak terlalu tebal, frekuensi gelombang suara yang masuk akan lebih tinggi sehingga aktivasi serat akan lebih besar. Interaksi terjadi di tepi pori dan udara karena getaran udara antara serat, sehingga panas mengalir dengan cepat antara pori-pori serat (Wicaksono et al., 2023). Dengan demikian, sifat penyerapan suara dari sampel pada frekuensi tinggi lebih baik daripada pada frekuensi rendah.

Perilaku SAC yang bergantung pada frekuensi dan ketebalan menunjukkan kesesuaian dengan temuan dalam berbagai studi terkait material akustik berpori (Fangueiro et al., 2011; Yu Mt Muhammad Ali, 2021). Peningkatan nilai SAC seiring dengan bertambahnya ketebalan,



khususnya pada frekuensi tinggi, dapat dijelaskan oleh peningkatan interaksi antara material dan gelombang suara (Li Zou Aitian Zhang, 2024). Material dengan ketebalan lebih besar memungkinkan lebih banyak peluang untuk disipasi energi suara melalui mekanisme seperti kerugian viskos dan termal dalam struktur berpori (Fangueiro et al., 2011). Namun demikian, variasi ketebalan optimal pada rentang frekuensi yang berbeda mengindikasikan adanya interaksi kompleks antara sifat material, geometri, dan panjang gelombang akustik (Li Zou Aitian Zhang, 2024).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan menunjukkan bahwa nilai koefisien penyerapan suara (SAC) material komposit serbuk gergaji meningkat seiring dengan bertambahnya ketebalan material, terutama pada frekuensi tinggi. Material dengan ketebalan 40 mm (T40) mendapatkan nilai SAC tertinggi sebesar 0,18 pada frekuensi 1200 Hz. Peningkatan ketebalan material memungkinkan interaksi yang lebih efektif antara gelombang suara dan struktur berpori, sehingga meningkatkan disipasi energi suara. Temuan ini mendukung hasil penelitian sebelumnya dan menegaskan pentingnya mempertimbangkan ketebalan material serta karakteristik frekuensi dalam desain material akustik untuk mencapai performa penyerapan suara yang optimal.

## REFERENSI

- ASTM E 1050. (1998). Standard test method for impedance and absorption of acoustical materials using a tube, two microphones and a digital frequency analysis system. *American Society for Testing of Materials, C*, 1-12.
- Boopathy Krishnasamy Nandhakumar Shanmugam, A. S. S. S. S. R. G. Y. A. (2024). Sound-absorbing and thermal insulating properties of natural coir/jute hybrid composites for functional materials. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*. <https://doi.org/10.1177/15589250241270522>
- Çelikel, D. C., & Babaarslan, O. (2017). Effect of bicomponent fibers on sound absorption properties of multilayer nonwovens. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 12(4), 15-25. <https://doi.org/10.1177/155892501701200403>
- Fangueiro, R., Velosa, J. C., Macieira, M., & Mendonça, P. (2011). *Characterization of porous acoustic materials applied to lightweight partition walls*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:136139168>
- Herwandi, H., & Napitupulu, R. (2017). Pengaruh Peningkatan Kualitas Serat Resam Terhadap Kekuatan Tarik, Flexure Dan Impact Pada Matriks Polyester Sebagai Bahan Pembuatan Dashboard Mobil. *Turbo Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 4(2). <https://doi.org/10.24127/trb.v4i2.72>
- Li Zou Aitian Zhang, Z. L. P. D. Y. G. (2024). The Sound Absorption Performance of Laser-Sintered Composite Biomimetic Wood Porous Structures. *Polymers*. <https://doi.org/10.3390/polym16233290>
- Murdani, A., Hadi, S., & Amrullah, U. S. (2017). Flexural Properties and Vibration Behavior of Jute/Glass/Carbon Fiber Reinforced Unsaturated Polyester Hybrid Composites for Wind Turbine Blade. *Key Engineering Materials*, 748, 62-68. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.748.62>
- Novak, C., Ule, H., & Kunio, J. (2011). Comparative Study of the ASTM E1050 Standard for Different Impedance Tube Lengths. *Noise-Con 2011*, 9.
- Purwanto, P. (2017). THE NATURE COMPOSITE OF VETIVER FIBER AND THE WASTE OF POWDER SAWN AS AN SOUND ABSORPTION MATERIALS. *None*. <https://doi.org/10.29313/ETHOS.V0I0.2259>



- R. Mageswaran L. S. Ewe, W. K. Y. Z. I. (2019). Acoustic Properties of Mixing Empty Fruit Bunch and Oil Palm Frond Natural Fibres. *None*. <https://doi.org/10.35940/ijrte.d5119.118419>
- Rumaizah, C. Z., Azaman, F., Hasmizam, R. M., Asmadi, A., & Nor, M. A. A. M. (2019). Properties and Filtration Performance of Porous Clay Membrane Produced Using Sawdust as Pore Forming Agent. *Key Engineering Materials*, 821, 337-342. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.821.337>
- Sasria, N. (2022). Composite Manufacturing of Coir Fiber-Reinforced Polyester as a Motorcycle Helmet Material. *JMPM (Jurnal Material Dan Proses Manufaktur)*, 6(1). <https://doi.org/10.18196/jmpm.v6i1.13756>
- Stasiak, M., Molenda, M., Bańda, M., & Gondek, E. (2015). Mechanical Properties of Sawdust and Woodchips. *Fuel*, 159, 900-908. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2015.07.044>
- Veeraprabahar Jawahar Mohankumar Gabriel, S. S. S. S. (2023). Sustainable waste cotton and pigeon pea stalk fibers composite materials for acoustics and thermal properties. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*. <https://doi.org/10.1177/15589250231189814>
- Wicaksono, A., Djafar, Z., & Kusno, A. (2023). Sound Absorption Coefficient Analysis for Composite Made of Agricultural Waste. *Materials Science Forum*, 1091, 161-170. <https://doi.org/10.4028/p-mo2395>
- Yu Mt Muhammad Ali, N. F. I. S. B. H. S. (2021). Marble Powder Blended Utilization Polyurethane as Soundproof Materials. *None*. <https://doi.org/10.31572/INOTERA.VOL6.ISS1.2021.ID131>
- Yulita Nurbaiti A. Yulianto, U. N. (2022). The Natural Composite of Sawdust Teak as a Sound Absorption Materials Using The Resonator Space Method. *Physics Education Research Journal*. <https://doi.org/10.21580/perj.2022.4.1.8601>