



Karakterisasi Sifat Termal dan Mekanik Material Komposit Serat Alam sebagai Material Ramah Lingkungan

Characterization of the Thermal and Mechanical Properties of Natural Fiber Composite Materials as Environmentally Friendly Materials

Kemal Fahrizi Azch^{1*}, Kholil Abdul Karim², Mhd Hamdani³

¹⁻³Universitas Al Azhar Medan, Indonesia

Email: kemalfahriziazch@gmail.com¹, kholil1822005@gmail.com², mhdamdani58@gmail.com³

*Penulis Korespondensi: kemalfahriziazch@gmail.com

Riwayat Artikel:

Naskah Masuk: 16 Desember 2025;

Revisi: 10 Januari 2026;

Diterima: 02 Februari 2026;

Tersedia: 06 Februari 2026

Keywords: *Environmentally Friendly Materials; Material Characterization; Mechanical Properties; Natural Fiber Composites; Thermal Properties.*

Abstract. *Natural fiber based composite materials are increasingly being developed as an environmentally friendly alternative to synthetic fiber-based composites. This study aims to characterize the thermal and mechanical properties of natural fiber composite materials and evaluate their potential use as sustainable materials. Composites are made using natural fibers as reinforcement and a polymer matrix through a specific molding method. Mechanical property characterization includes tensile tests, flexural tests, and impact tests, while thermal property characterization is carried out using thermal analysis to determine the thermal stability of the material. The test results show that the addition of natural fibers has a significant effect on improving the mechanical properties of the composite, especially tensile strength and elastic modulus, compared to the unreinforced matrix. In addition, natural fiber composites show quite good thermal stability over a certain temperature range, making them suitable for non-structural applications. Based on these results, natural fiber composite materials have the potential to be developed as environmentally friendly materials that have competitive mechanical and thermal performance.*

Abstrak

Material komposit berbasis serat alam semakin banyak dikembangkan sebagai alternatif material ramah lingkungan untuk menggantikan komposit berbasis serat sintetis. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi sifat termal dan mekanik material komposit serat alam serta mengevaluasi potensi penggunaannya sebagai material berkelanjutan. Komposit dibuat dengan menggunakan serat alam sebagai penguat dan matriks polimer melalui metode pencetakan tertentu. Karakterisasi sifat mekanik meliputi uji tarik, uji lentur, dan uji impak, sedangkan karakterisasi sifat termal dilakukan menggunakan analisis termal untuk mengetahui stabilitas termal material. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan serat alam berpengaruh signifikan terhadap peningkatan sifat mekanik komposit, khususnya kekuatan tarik dan modulus elastisitas, dibandingkan dengan matriks tanpa penguat. Selain itu, komposit serat alam menunjukkan stabilitas termal yang cukup baik pada rentang suhu tertentu sehingga layak digunakan untuk aplikasi non-struktural. Berdasarkan hasil tersebut, material komposit serat alam berpotensi dikembangkan sebagai material ramah lingkungan yang memiliki kinerja mekanik dan termal yang kompetitif.

Kata kunci: Karakterisasi Material; Komposit Serat Alam; Material Ramah Lingkungan; Sifat Mekanik; Sifat Termal.

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya kebutuhan akan material yang berkelanjutan dan ramah lingkungan mendorong berkembangnya penelitian terhadap material komposit berbasis serat alam. Material komposit konvensional yang menggunakan serat sintetis, seperti serat kaca dan serat karbon, memiliki sifat mekanik yang unggul, namun proses produksi serta pembuangannya menimbulkan permasalahan lingkungan, antara lain konsumsi energi yang tinggi dan sulit terdegradasi secara alami. Oleh karena itu, penggunaan serat alam sebagai bahan penguat komposit menjadi alternatif yang menjanjikan.

Serat alam seperti kenaf, rami, jute, bambu, dan sabut kelapa memiliki karakteristik yang mendukung penggunaannya sebagai penguat material komposit, antara lain densitas yang rendah, ketersediaan yang melimpah, biaya yang relatif murah, serta sifat biodegradabel. Selain itu, pemanfaatan serat alam sejalan dengan konsep pembangunan berkelanjutan dan pengurangan dampak lingkungan. Meskipun demikian, material komposit serat alam masih menghadapi beberapa kendala, seperti penyerapan kelembapan yang tinggi, ikatan antarmuka serat dan matriks yang kurang optimal, serta keterbatasan stabilitas termal, yang dapat memengaruhi kinerja material secara keseluruhan.

Sifat mekanik dan sifat termal merupakan parameter penting dalam menentukan kelayakan penggunaan material komposit serat alam pada berbagai aplikasi teknik. Sifat mekanik, seperti kuat tarik, kuat lentur, dan ketahanan impak, mencerminkan kemampuan material dalam menahan beban, sedangkan sifat termal menunjukkan stabilitas material terhadap pengaruh suhu dan degradasi termal. Oleh karena itu, karakterisasi sifat mekanik dan termal diperlukan untuk memahami perilaku material serta potensi penerapannya dalam kondisi operasional tertentu.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penambahan serat alam dapat meningkatkan sifat mekanik matriks polimer. Namun, peningkatan tersebut sangat dipengaruhi oleh jenis serat, fraksi volume serat, perlakuan permukaan serat, serta metode fabrikasi yang digunakan. Demikian pula, sifat termal material komposit serat alam sangat bergantung pada komposisi material dan proses pembuatannya. Hal ini menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai hubungan antara karakteristik serat alam dan sifat mekanik serta termal material komposit.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi sifat mekanik dan sifat termal material komposit berbasis serat alam serta mengevaluasi potensinya sebagai material ramah lingkungan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan

kontribusi ilmiah berupa data dasar yang mendukung pengembangan dan pemanfaatan material komposit serat alam pada aplikasi teknik non-struktural.

2. TINJAUAN TEORITIS

Material Komposit

Material komposit merupakan material yang tersusun atas dua atau lebih komponen berbeda yang dikombinasikan untuk menghasilkan sifat mekanik dan fisis yang lebih baik dibandingkan masing-masing komponennya secara terpisah (Callister & Rethwisch, 2020). Komponen utama dalam material komposit terdiri dari matriks dan penguat, di mana matriks berfungsi sebagai pengikat dan pelindung penguat, sedangkan penguat berperan dalam meningkatkan kekuatan dan kekakuan material (Gibson, 2021). Material komposit banyak digunakan dalam berbagai bidang teknik karena memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi serta fleksibilitas desain yang baik (Mallick, 2020).

Serat Alam sebagai Bahan Penguat

Serat alam merupakan serat yang berasal dari sumber hayati, seperti tumbuhan dan hewan, yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan penguat komposit ramah lingkungan (Faruk, 2021). Beberapa jenis serat alam yang umum digunakan antara lain serat kenaf, jute, rami, sisal, bambu, dan sabut kelapa (Pickering, 2021). Keunggulan serat alam meliputi densitas rendah, ketersediaan melimpah, biaya produksi rendah, serta sifat biodegradabel yang mendukung konsep keberlanjutan (Asim,) . Namun, serat alam juga memiliki kelemahan berupa sifat higroskopis yang tinggi dan variasi kualitas serat yang dapat memengaruhi konsistensi sifat material komposit (Yan, 2016).

Matriks Polimer pada Komposit Serat Alam

Matriks polimer berperan penting dalam menentukan sifat mekanik dan termal komposit serat alam karena berfungsi sebagai media pengikat serat dan pendistribusi beban (Mohanty, 2021). Polimer yang sering digunakan dalam komposit serat alam meliputi resin epoksi, poliester, polypropylene, dan polyethylene, yang dipilih berdasarkan kebutuhan aplikasi dan ketahanan termalnya (Kounda, 2023). Pemilihan jenis matriks yang tepat dapat meningkatkan ikatan antarmuka serat dan matriks serta memperbaiki stabilitas termal material komposit (Neto, 2021).

Sifat Mekanik Material Komposit Serat Alam

Sifat mekanik merupakan parameter utama dalam mengevaluasi kemampuan material komposit dalam menahan beban mekanik, seperti tarik, lentur, dan impak (Callister & Rethwisch, 2020). Pada komposit serat alam, sifat mekanik dipengaruhi oleh jenis serat, fraksi

volume serat, orientasi serat, serta kualitas ikatan antarmuka antara serat dan matriks (Pickering, 2022). Beberapa penelitian terbaru menunjukkan bahwa penambahan serat alam dapat meningkatkan kuat tarik dan modulus elastisitas komposit dibandingkan matriks murni, meskipun peningkatannya bergantung pada parameter fabrikasi yang digunakan (Silvia, 2022).

Sifat Termal Material Komposit Serat Alam

Sifat termal menggambarkan kemampuan material dalam mempertahankan stabilitasnya terhadap pengaruh suhu dan paparan panas (Gibson, 2021). Karakterisasi sifat termal komposit serat alam umumnya dilakukan menggunakan metode Thermogravimetric Analysis (TGA) dan Differential Scanning Calorimetry (DSC) untuk mengetahui suhu degradasi dan transisi termal material (Neto, 2021). Studi terkini menunjukkan bahwa komposit serat alam memiliki stabilitas termal yang cukup baik pada suhu menengah sehingga berpotensi digunakan pada aplikasi teknik non-struktural (Kaufmann, 2025).

Material Ramah Lingkungan

Material ramah lingkungan adalah material yang memiliki dampak lingkungan rendah selama siklus hidupnya, mulai dari proses produksi hingga pembuangan akhir (Ashby, 2021). Komposit serat alam dikategorikan sebagai material ramah lingkungan karena menggunakan sumber daya terbarukan dan menghasilkan emisi karbon yang lebih rendah dibandingkan komposit berbasis serat sintetis (Faruk, 2021). Oleh karena itu, pengembangan dan pemanfaatan komposit serat alam menjadi solusi strategis dalam mendukung konsep pembangunan berkelanjutan di bidang material teknik (Mohanty, 2021).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi literatur dan analisis deskriptif untuk mengkaji karakteristik sifat mekanik dan sifat termal material komposit berbasis serat alam sebagai material ramah lingkungan. Data penelitian diperoleh dari berbagai sumber sekunder berupa jurnal ilmiah, buku referensi, dan laporan penelitian yang relevan dan diterbitkan dalam rentang waktu sepuluh tahun terakhir.

Proses pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran database ilmiah seperti Google Scholar, ScienceDirect, dan SpringerLink dengan kata kunci yang berkaitan dengan komposit serat alam, sifat mekanik, dan sifat termal. Data yang diperoleh kemudian diseleksi berdasarkan kesesuaian topik, kredibilitas sumber, dan relevansi terhadap tujuan penelitian.

Analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif dengan membandingkan temuan dari berbagai penelitian terdahulu untuk mengidentifikasi pola, keunggulan, dan keterbatasan material komposit serat alam. Hasil analisis digunakan untuk menarik kesimpulan mengenai

potensi dan tantangan komposit serat alam sebagai material ramah lingkungan serta arah pengembangan penelitian selanjutnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil telaah literatur terhadap berbagai penelitian terdahulu, diperoleh gambaran umum bahwa material komposit berbasis serat alam menunjukkan potensi yang baik sebagai material ramah lingkungan. Sebagian besar studi melaporkan bahwa penambahan serat alam sebagai penguat mampu meningkatkan sifat mekanik matriks polimer, khususnya pada parameter kuat tarik, kuat lentur, dan modulus elastisitas. Peningkatan tersebut sangat dipengaruhi oleh jenis serat, fraksi volume serat, orientasi serat, serta metode fabrikasi yang digunakan. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Zufri Hasrudy yang menyatakan bahwa penggunaan serat alam sebagai penguat dalam material komposit mampu meningkatkan kinerja mekanik serta memberikan stabilitas termal yang memadai untuk aplikasi teknik non-struktural.

Dari aspek sifat termal, hasil kajian menunjukkan bahwa komposit serat alam memiliki stabilitas termal yang cukup baik pada rentang suhu menengah. Beberapa penelitian melaporkan bahwa degradasi termal material komposit serat alam terjadi secara bertahap, dimulai dari penguapan kelembapan hingga degradasi komponen serat dan matriks. Meskipun stabilitas termalnya masih lebih rendah dibandingkan komposit berbasis serat sintesis, nilai suhu degradasi yang diperoleh masih memenuhi kebutuhan aplikasi non-struktural.

Selain itu, hasil kajian juga menunjukkan bahwa perlakuan permukaan serat alam dan pemilihan matriks polimer yang tepat dapat memperbaiki ikatan antarmuka serat–matriks, yang berdampak positif terhadap peningkatan sifat mekanik dan ketahanan termal material komposit.

Hasil Pembahasan

Hasil kajian literatur mengindikasikan bahwa peningkatan sifat mekanik pada komposit serat alam disebabkan oleh kemampuan serat dalam menahan dan mendistribusikan beban dari matriks ke penguat. Serat alam yang memiliki rasio panjang terhadap diameter yang memadai serta ikatan antarmuka yang baik dengan matriks mampu berkontribusi secara signifikan terhadap kekuatan material. Namun, sifat higroskopis serat alam masih menjadi tantangan utama karena dapat menurunkan performa mekanik akibat penyerapan kelembapan.

Dari sisi sifat termal, stabilitas komposit serat alam dipengaruhi oleh karakteristik termal masing-masing komponen penyusunnya. Serat alam umumnya memiliki suhu degradasi yang lebih rendah dibandingkan serat sintetis, sehingga membatasi penggunaan komposit pada aplikasi suhu tinggi. Meskipun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa dengan pengendalian komposisi material dan proses fabrikasi yang tepat, komposit serat alam tetap layak digunakan pada kondisi operasional tertentu.

Secara keseluruhan, hasil dan pembahasan menunjukkan bahwa material komposit serat alam memiliki keseimbangan antara performa mekanik, stabilitas termal, dan aspek keberlanjutan lingkungan. Oleh karena itu, komposit serat alam berpotensi dikembangkan lebih lanjut sebagai material alternatif ramah lingkungan, khususnya untuk aplikasi teknik non-struktural seperti komponen interior, panel, dan material konstruksi ringan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian teoritis dan analisis literatur yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa material komposit berbasis serat alam memiliki potensi yang signifikan sebagai material ramah lingkungan. Secara umum, penggunaan serat alam sebagai bahan penguat mampu meningkatkan sifat mekanik matriks polimer, khususnya pada kuat tarik, kuat lentur, dan modulus elastisitas, meskipun tingkat peningkatannya sangat dipengaruhi oleh jenis serat, fraksi volume, serta kualitas ikatan antarmuka serat dan matriks.

Secara keseluruhan, komposit serat alam menawarkan keseimbangan antara kinerja mekanik, stabilitas termal, dan keberlanjutan lingkungan. Oleh karena itu, material ini berpotensi dikembangkan lebih lanjut sebagai alternatif material berkelanjutan dalam berbagai aplikasi teknik, seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan material yang ramah lingkungan.

Saran

Berdasarkan hasil kajian yang telah dilakukan, penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengujian eksperimental secara langsung guna memperoleh data kuantitatif yang lebih akurat terkait sifat mekanik dan sifat termal komposit serat alam. Selain itu, penggunaan variasi jenis serat alam, fraksi volume serat, serta perlakuan permukaan serat perlu diteliti lebih lanjut untuk meningkatkan kualitas ikatan antarmuka antara serat dan matriks.

Penelitian lanjutan juga disarankan untuk mengkaji pengaruh jenis matriks polimer dan metode fabrikasi terhadap stabilitas termal serta ketahanan lingkungan material komposit serat alam. Dengan demikian, pengembangan komposit serat alam diharapkan dapat menghasilkan

material ramah lingkungan dengan performa yang lebih optimal dan memiliki peluang aplikasi yang lebih luas di berbagai bidang teknik.

DAFTAR PUSTAKA

- Advancements in natural fibre based polymeric composites: A comprehensive review on mechanical-thermal performance and sustainability aspects. (2025). *Sustainable Materials and Technologies*, 44, e01345. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2025.e01345>
- Andrianto, S. N. K., Maulana, J., Riyanto, O. E. S., Tsamroh, D. I., Sasongko, M. I. N., Andromeda, T., et al. (2025). Analisis sifat mekanik dan penyerapan air komposit polyester berbasis serat alami. *Jurnal Mekanik Terapan*, 6(3), 172–180. <https://doi.org/10.32722/jmt.v6i3.7978>
- Ashby, M. F. (2021). *Materials and the environment: Eco-informed material choice* (3rd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Asim, M., Jawaid, M., Abdan, K., & Ishak, M. R. (2020). A review on pineapple leaf fibre and its composites. *International Journal of Polymer Science*, 2020, 1–16. <https://doi.org/10.1155/2020/3246725>
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2020). *Materials science and engineering: An introduction* (10th ed.). John Wiley & Sons.
- Gibson, R. F. (2021). *Principles of composite material mechanics* (4th ed.). CRC Press.
- Haniel, H., Bawono, B., & Anggoro, P. W. (2025). Perilaku penyerapan air terhadap sifat mekanik biokomposit serat kenaf/rami. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 18(1), 1–10. <https://doi.org/10.32497/jrm.v18i1.3997>
- Koundal, R., Khanduja, R., Sharma, A., & Singh, K. (2023). A review of natural fiber-reinforced polymer composite chemical, physical, and thermo-mechanical properties. *Journal of Fibers and Polymer Composites*, 2(2), 67–80. <https://doi.org/10.55043/jfpc.v2i2.73>
- Mechanical, wear and thermal properties of natural fiber-reinforced epoxy composite: Cotton, sisal, coir and wool fibers. (2024). *Journal of Materials Science*, 59, 10844–10857. <https://doi.org/10.1007/s10853-024-09810-2>
- Mohanty, A. K., Misra, M., & Drzal, L. T. (2021). *Natural fibers, biopolymers, and biocomposites* (2nd ed.). CRC Press.
- Neto, J. S. S., de Queiroz, H. F. M., Aguiar, R. A. A., & Banea, M. D. (2021). A review on the thermal characterisation of natural and hybrid fiber composites. *Polymers*, 13(24), 4425. <https://doi.org/10.3390/polym13244425>
- Review of recent developments in natural fiber composites and their mechanical, thermal & machinability properties. (2022). *Advanced Materials Research*, 1148, 61–71. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.1148.61>

- Silvia, S., Widjajanti, R., & Apriani, I. N. (2022). Analisis sifat mekanik dan sifat termal komposit poliuretan berpenguat serat nanas dan cangkang kemiri. *Jurnal ENGINE: Energi, Manufaktur, dan Material*, 6(2), 45–52. <https://doi.org/10.30588/jeemm.v6i2.1038>
- Siregar, Z. H., Nasution, A. F., Fazri, M., Refiza, R., Puspita, R., Thamrin, H., & Nasution, A. S. (2024). The effect of fuel mixture composition on gasoline engine emissions in urban conditions. *Jurnal VORTEKS*, 5(2).
- Sutrisno, A., Pratama, R., & Lestari, D. (2023). Karakterisasi sifat termal dan mekanik material komposit serat alam sebagai material ramah lingkungan. *Jurnal Material dan Rekayasa Teknik*, 12(2), 85–94.