

# PENGARUH PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI TERHADAP KEKUATAN BENDING KOMPOSIT SERAT RAMI BERMATRIKS EPOXY

*M azwan khaizul mufid<sup>1</sup>, Unung Lesmanah<sup>2</sup>, Artono Raharjo<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Universitas Islam Malang

e-mail : [21901052073@unisma.ac.id](mailto:21901052073@unisma.ac.id)

<sup>2</sup>Universitas Islam Malang

e-mail : [ununglesmanah@unisma.ac.id](mailto:ununglesmanah@unisma.ac.id)

<sup>3</sup>Universitas Islam Malang

e-mail : [artonor@unisma.ac.id](mailto:artonor@unisma.ac.id)

## ABSTRACT

*The use of natural fiber-based composites has become an attractive alternative in the manufacturing industry due to their good mechanical properties, lightweight characteristics, environmental friendliness, and renewability. However, improving mechanical performance, particularly bending strength, remains a challenge. This study aims to analyze the effect of rice husk ash addition on the bending strength of ramie fiber-reinforced epoxy matrix composites. The volume fraction variations of rice husk ash and ramie fiber used were 0%:30%, 5%:25%, and 10%:20%. The composites were fabricated using the hand lay-up method with two types of fiber orientation: unidirectional and woven. Bending tests were conducted using the three-point method according to ASTM D790-03 standards. Two-way ANOVA results showed that both the volume fraction of rice husk ash and fiber orientation significantly affected the bending strength, while their interaction was not statistically significant. The highest bending strength of 138.45 MPa was obtained at a 10%:20% volume fraction with woven fiber orientation, while the lowest strength of 90.17 MPa occurred at a 0%:30% volume fraction with unidirectional fiber orientation. This study indicates that the addition of rice husk ash can enhance the bending strength of ramie fiber composites, particularly with woven fiber orientation.*

**Keywords:** Composite, Ramie Fiber, Rice Husk Ash, Bending Tes

## ABSTRAK

Pemanfaatan komposit berbasis serat alam menjadi alternatif dalam industri manufaktur karena sifat mekaniknya yang baik, ringan, ramah lingkungan, dan dapat diperbarui. Namun, peningkatan performa mekanik, khususnya kekuatan bending, masih menjadi tantangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap kekuatan bending komposit serat rami bermatriks epoxy. Variasi fraksi volume abu sekam padi dan serat rami yang digunakan meliputi 0%:30%, 5%:25%, dan 10%:20%. Proses pembuatan komposit dilakukan menggunakan metode hand lay-up dengan dua jenis orientasi serat, yaitu searah dan anyaman. Pengujian bending dilakukan dengan metode tiga titik mengacu pada standar ASTM D790-03. Hasil analisis variansi dua arah menunjukkan bahwa variasi fraksi volume abu sekam padi dan orientasi serat berpengaruh signifikan terhadap kekuatan bending, sedangkan interaksi antara keduanya tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan. Nilai kekuatan bending tertinggi sebesar 138,45 MPa diperoleh pada fraksi volume 10%:20% dengan orientasi serat anyaman, sedangkan nilai terendah sebesar 90,17 MPa terjadi pada fraksi volume 0%:30% dengan orientasi serat searah. Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi dapat meningkatkan kekuatan bending komposit serat rami, khususnya pada orientasi serat anyaman.

**Kata kunci:** Komposit, Serat Rami, Abu Sekam Padi, Uji Bending

## PENDAHULUAN

Perkembangan terbaru dalam teknologi material telah mendorong inovasi dalam penggunaan material komposit, terutama yang berbasis serat alami. Material komposit telah menjadi pilihan utama di berbagai sektor industri karena dapat menggabungkan dua atau lebih material dengan sifat yang berbeda untuk menghasilkan material baru dengan kekuatan mekanik yang lebih baik dari material konvensional[1]. Secara umum, komposit terdiri dari dua komponen utama yaitu matriks yang berfungsi sebagai pengikat dan pelindung, serta pengisi seperti serat alami atau sintetis yang berfungsi sebagai penguat.

Komposit serat penguat dapat dibagi menjadi dua jenis, komposit serat pendek dan komposit serat panjang. Serat panjang cenderung memiliki kinerja mekanik yang lebih baik dalam menahan beban, terutama dalam uji lentur, karena dapat mendistribusikan beban secara lebih merata sepanjang serat[2]. Namun, penggunaan serat sintetis sebagai penguat komposit menimbulkan masalah lingkungan karena sifatnya yang tidak dapat terurai secara alami. Oleh karena itu, penggunaan serat alami sebagai penguat komposit menawarkan solusi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan[3].

Salah satu jenis serat alami dengan potensi tinggi adalah serat ramie (*Boehmeria nivea*), yang tumbuh melimpah di Indonesia dan dikenal memiliki kekuatan tarik tinggi (310–1110 MPa) serta karakteristik yang mirip dengan serat kapas. Selain ramah lingkungan, budidaya rami lebih efisien dalam penggunaan lahan dan tahan terhadap perubahan iklim serta serangan hama[4]. Namun, penggunaan serat rami dalam bahan komposit teknis masih terbatas dan memerlukan pengembangan lebih lanjut, terutama dalam meningkatkan sifat mekaniknya.

Salah satu pendekatan untuk meningkatkan kinerja mekanik komposit adalah dengan menambahkan pengisi berbasis limbah, seperti abu kulit padi (RHA). RHA adalah produk pembakaran limbah kulit padi, yang mengandung kandungan silika tinggi dan bertindak sebagai bahan pozzolanik aktif. Silika dalam RHA memiliki sifat tahan aus dan keras, serta dapat meningkatkan kekuatan termal dan mekanik komposit[5]. Dengan menggabungkan serat rami dan abu kulit padi, diharapkan dapat diperoleh material komposit dengan karakteristik unggul, terutama dalam hal ketahanan terhadap beban lentur.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh penambahan abu kulit padi terhadap kekuatan lentur komposit serat rami dengan matriks epoxy. Dengan Variasi fraksi volume abu kulit padi dan serat rami yang digunakan adalah 0%:30%, 5%:25%, dan 10%:20%. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat dikembangkan material

komposit dari serat alami dengan kinerja mekanik yang lebih baik dan keberlanjutan, sekaligus memanfaatkan limbah pertanian sebagai komponen fungsional dalam rekayasa material.

## METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen nyata (*true experimental research*) dimana pengamatan dilakukan secara langsung pada objek yang diteliti dengan cara membandingkan satu atau lebih kelompok dengan fraksi volume penambahan abu sekam padi dan variasi orientasi serat terhadap kekuatan bending pada komposit serat rami. Komposit dibuat menggunakan metode *hand lay-up*. Serat rami dan abu sekam padi yang digunakan dalam penelitian ini dibeli dari marketplace begitupun juga matrik epoxy.

### Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Malang dan Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang pada Desember 2024 sampai februari 2025.

### Variabel

1. Variabel bebas: *Filler* abu sekam padi dengan fraksi volume 0%, 5% (1,32 gr), dan 10% (2,65 gr), arahorientasi serat horizontal dan anyaman
2. Variabel terikat: Nilai kekuatan uji bending komposit serat rami yang dipengaruhi variasi filler abu sekam padi dan orientasi serat
3. Variabel terkontrol: Serat, ukuran abu sekam padi, ukuran spesimen, perndaman NaOH selama 2jam.

### Alat dan Bahan

1. Alas cetakan (kaca)
2. Cetakan
3. Timbangan digital
4. *Stopwatch*
5. Gunting
6. Sarung tangan
7. Jangka sorong
8. Ayakan *mesh*
9. Gelas ukur
10. Alat uji bending

### Prosedur Pengambilan Data

- Sebelum pembuatan komposit hal pertama yang dilakukan adalah merendam serat rami dengan campuran air dan NaOH dengan takaran yang telah ditentukan selama 2 jam, lalu serat dicuci bersih dengan air mengalir dan dijemur dibawah sinar matahari, kemudian abu sekam padi dilakukan pengayakan sesuai ukuran yang telah ditentukan, dilanjutkan dengan pembuatan komposit sesuai tekaran yang telah ditentukan.

- Pembuatan komposit: Siapkan serat rami yang sudah kering. Siapkan dan bersihkan cetakan agar tidak ada kotoran yang menempel. Campurkan

dan perbandingkan sesuai prosedur pengambilan data.

resin dan pengeras dalam perbandingan 2:1 dalam gelas ukur, lalu aduk perlahan hingga halus. Campurkan abu sekam padi yang sudah diayak dengan ukuran yang telah ditentukan dengan resin sesuai dengan fraksi volume yang ditentukan. Tuangkan campuran resin pada cetakan kemudian letakkan serat rami ke dalam cetakan sesuai dengan perbandingan serat, resin dan orientasi serat yang ditentukan. Tuangkan campuran resin kedalam cetakan sesuai takaran yang telah ditentukan. Tutup cetakan dengan plastik. Setelah komposit mengering, keluarkan dari cetakan dan ratakan area yang tidak rata menggunakan amplas untuk memperoleh ukuran spesimen sesuai standart yang ditentukan. Komposit siap untuk pengujian.

- Uji Bending: Uji ini dilakukan dengan mengacu pada standar uji lentur ASTM D790-03 menggunakan mesin universal (Universal Testing Machine). Langkah-langkah yang dilakukan dalam uji bending adalah sebagai berikut: Siapkan sesuai persyaratan, yaitu tiga spesimen, yang sudah dilakukan pengamplasan sesuai ukuran standart yang ditentukan. Dalam uji ini, setiap Variasi diuji tiga kali dengan 3 spesimen, sehingga total 18 spesimen yang diuji. Letakkan spesimen uji yang telah disiapkan pada mesin uji lentur sesuai dengan standar dan spesifikasi yang berlaku. Mesin uji lentur menerapkan beban maksimum secara bertahap pada spesimen yang diuji hingga spesimen tersebut melengkung atau patah. Hasil uji secara otomatis tercatat pada kertas di panel, menunjukkan kekuatan maksimum spesimen.
- Pengumpulan Data: Setelah semua pengujian selesai, data yang diperoleh dikumpulkan untuk diambil. Pengumpulan data dilakukan ketika data sudah lengkap, sehingga hasil tes dapat dianalisis

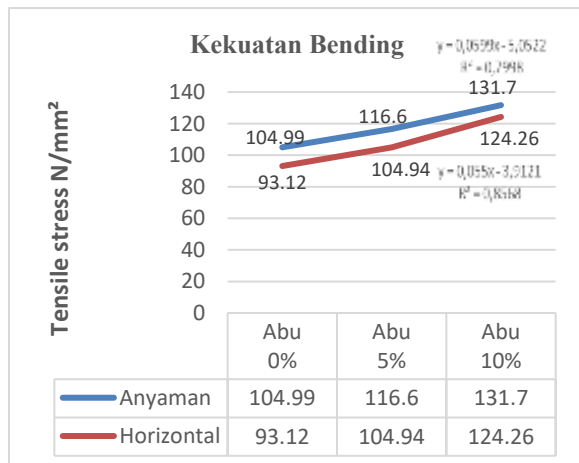
| Fraksi Abu      |            | Kekuatan Bending ( $N/mm^2$ )                                                       |                                                                                     |                                                                                     |
|-----------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Orientasi Serat | Fraksi Abu | 0%                                                                                  | 5%                                                                                  | 10%                                                                                 |
|                 |            | 0%                                                                                  | 5%                                                                                  | 10%                                                                                 |
| Anyaman         |            |  |  |  |
|                 | Anyaman    | 95,62                                                                               | 112,11                                                                              | 117,77                                                                              |
|                 | Anyaman    | 108,11                                                                              | 111,11                                                                              | 117,77                                                                              |
| Total           |            | 314,9733                                                                            | 349,8233                                                                            | 395,1125                                                                            |
| Rata-rata       |            | 104,9911                                                                            | 116,6078                                                                            | 131,7042                                                                            |
| Horizontal      |            |  |  |  |
|                 | Horizontal | 90,169                                                                              | 109,90                                                                              | 117,77                                                                              |
|                 | Horizontal | 92,254                                                                              | 101,11                                                                              | 117,77                                                                              |
| Total           |            | 279,36                                                                              | 311,91                                                                              | 335,54                                                                              |
| Rata-rata       |            | 93,120                                                                              | 104,9432                                                                            | 111,8467                                                                            |

## HASIL DAN PEMBAHASAN

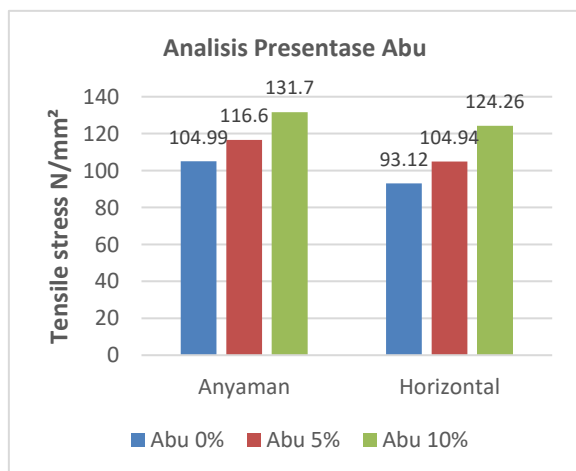
**Tabel 1.** Nilai Hasil Pengujian Bending

**Tabel 2.** Spesimen Hasil Uji Bending

Berdasarkan gambar di atas, kelengkungan yang disebabkan oleh beban tekan terlihat jelas pada spesimen dengan orientasi serat horizontal dan variasi kandungan abu 0%. Hal ini disebabkan karena fraksi serat horizontal tidak mampu menahan dan mendistribusikan beban secara merata, sehingga menyebabkan defleksi yang besar. Sementara itu, spesimen yang mampu menahan beban tekan ditemukan pada fraksi orientasi anyaman dengan variasi fraksi volume abu sebesar 10%. Hal ini disebabkan oleh efek penambahan abu, yang meningkatkan kekuatan komposit, sehingga mampu menahan beban tekan. Selain itu, orientasi serat anyaman dapat menahan beban tekan karena serat anyaman dapat mendistribusikan beban tekan secara merata, sehingga mengurangi defleksi.



**Gambar 1.** Grafik Rata-rata Kekuatan Bending



**Gambar 2.** Grafik Analisis Presentase Abu

Grafik diatas menunjukkan bahwa fraksi volume Abu 10% dengan orientasi serat anyaman memperoleh nilai rata-rata tegangan terbesar yaitu 131,7 N/mm<sup>2</sup> dikarenakan tata letak anyaman sangat solid ketika menerima beban tekan sehingga serat-serat dapat berbagi beban secara efisien dan saling memperkuat satu sama lain, sehingga meningkatkan kekuatan material secara keseluruhan. Hal ini membuatnya lebih tahan terhadap deformasi dan retakan saat dikenai beban tekan, sehingga mempengaruhi kekuatan mekanik komposit. Komposit dengan fraksi penambahan abu 10% dengan fraksi orientasi horizontal memiliki nilai rata-rata tegangan terbesar 124,26 N/mm<sup>2</sup>. Jika dibandingkan fraksi orientasi anyaman nilai ini jauh berbeda dikarenakan dalam fraksi orientasi horizontal serat tidak dapat membagi beban secara merata meskipun komposit sudah terpengaruhi oleh abu, akan tetapi komposit fraksi orientasi horizontal tidak dapat menahan beban tekan yang tinggi. Hasilnya ketika

beban diterapkan distribusi beban menjadi tidak merata.

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Statistik

| Sumber Varian      | Jumlah Kuadrat | Derajat Bebas | Rata-Rata Kuadrat | F Hitung | F tabel |
|--------------------|----------------|---------------|-------------------|----------|---------|
| Rata-rata          | 479,763        | 1             | 479,763           | 12,0734  | 4,74    |
| Variasi Fraksi Abu | 1              | 1             | 1                 | 2        | 7       |
| Rata-rata          | 2540,51        | 2             | 1270,25           | 31,9665  | 3,88    |
| Orientasi Serat    | 5              | 7             | 7                 | 2        | 5       |
| Interaksi          | 18,7456        | 2             | 9,3728            | 0,23587  | 3,88    |
| Error              | 3              | 5             | 5                 | 5        | 5       |
| Total              | 479,763        | 12            | 39,7371           | 2        |         |
|                    | 1              |               | 2                 |          |         |
|                    | 3515,86        | 17            |                   |          |         |
|                    | 9              |               |                   |          |         |

Kesimpulan:

- F hitung = 12,07342  $\geq$   $F_{0,05}$  4,727 artinya  $H_0$  ditolak. Jadi terdapat perbedaan yang signifikan pada variasi Fraksi terhadap kekuatan bending pada komposit
- F hitung = 31,96652  $\geq$   $F_{0,05}$  3,885 artinya  $H_0$  ditolak. Jadi terdapat perbedaan yang signifikan pada variasi orientasi serat terhadap kekuatan bending pada komposit
- F hitung = 0,23587  $\leq$   $F_{0,05}$  3,885 artinya  $H_0$  diterima. Jadi tidak terdapat interaksi antara variasi orientasi serat dan variasi fraksi terhadap kekuatan tarik pada komposit.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian; di atas pada komposit serat rami dengan penambahan abu sekam padi 0%, 5%, dan 10%, serta variasi arah serat horizontal dan anyaman maka dapat diambil kesimpulan:

- Pada variasi arah serat horizontal, nilai kekuatan bending tertinggi sebesar 130,1 MPa ditemukan pada spesimen dengan fraksi abu 10%, sedangkan untuk kekuatan terendah ditemukan pada fraksi abu 0% sebesar 90,17 MPa. Dapat dilihat bahwa penambahan abu sekam padi meningkatkan kekuatan lentur material karena kandungan silika yang terkandung dalamnya dapat memperkuat struktur permukaan komposit.
- Pada variasi arah serat anyaman, nilai kekuatan bending tertinggi sebesar 138,4981 MPa ditemukan pada spesimen dengan fraksi abu 10%, sedangkan untuk kekuatan terendah ditemukan pada fraksi abu 0% sebesar 95,6297 MPa. Nilai ini lebih besar dari spesimen arah serat horizontal fraksi abu 0% meskipun sama-sama tidak dipengaruhi oleh

penambahan abu, tetapi variasi arah serat anyaman fraksi abu 0% lebih besar. hal ini disebabkan arah serat anyaman memungkinkan distribusi tegangan yang lebih merata dan meningkatkan interaksi serat-matriks, sehingga menghasilkan kekuatan lebih baik dibandingkan arah serat horizontal. Pengujian dan proporsi yang tepat sangat penting untuk mencapai hasil yang optimal dalam meningkatkan kekuatan material.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih atas dukungan serta bantuan materil ataupun non materil pada saat penelitian kepada ibu Ir. Hj. Unung Lesmanah, M.T., dan bapak Artono Raharjo, S.T., M.T. serta keluarga yaitu kedua orang tua (bapak Kusnawan dan ibu Ninik sugiarti) dan juga teman-teman yang sudah membantu serta berkontribusi dalam menyelesaikan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Martijanti, S. Sutarno, R. Sukwadi, and M. B. Wahyu, "Komparasi sifat mekanik antara komposit epoksi berpenguat abu dan sekam padi," *Jurnal Keilmuan Dan Terapan Teknik Mesin Universitas Mataram*, pp. 145–156, 2023.
- [2] A. Zainuri, A. Zainuri, and A. Purwoko dan Nurkaliwantoro, "Pengaruh Jenis Anyaman dan Fraksi Volume Serat...", 2019.
- [3] M. Muslimin Ilham, H. Istiqlaliyah, K. Kunci, and M. Polimer, "Pemanfaatan Serat Rami (*Boehmeria Nivea*) Sebagai Bahan Komposit Bermatrik Polimer," 2019.
- [4] Afridalillah Naufal, "Analisa Perlakuan Alkali (NaOH) Serat Terhadap Kekuatan Impact dan Bending Komposit Bermatrik Epoxy," (*Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau*)., 2022.
- [5] J. C. H. Wong, H. Kaymak, P. Tingaut, S. Brunner, and M. M. Koebel, "Mechanical and thermal properties of nanofibrillated cellulose reinforced silica aerogel composites," *Microporous and Mesoporous Materials*, vol. 217, pp. 150–158, Jul. 2015.