

PENGARUH PENAMBAHAN ABU BATOK KELAPA PADA KOMPOSIT SERAT RAMI TERHADAP KEKUATAN BENDING

Avinda Andy Prastama¹, Mochammad Basjir², Artono Raharjo³,

¹Universitas Islam Malang

e-mail : 21901052081@unisma.ac.id

² Universitas Islam Malang

e-mail : m.basjir@unisma.ac.id

² Universitas Islam Malang

e-mail : artonor@unisma.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan material komposit berbasis serat alam semakin diminati karena sifatnya yang ringan, kuat, ramah lingkungan, serta dapat diperbaharui. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan abu batok kelapa terhadap kekuatan bending komposit serat rami yang dimatrikskan dengan resin epoxy. Variasi fraksi volume abu batok kelapa yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0%, 5%, dan 10%, dengan orientasi serat horizontal dan anyaman. Pengujian dilakukan menggunakan metode bending tiga titik sesuai standar ASTM D790-03. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan abu batok kelapa berpengaruh terhadap kekuatan bending komposit serat rami. Komposit dengan fraksi abu batok kelapa 5% menunjukkan peningkatan kekuatan bending dibandingkan dengan komposit tanpa abu. Namun, pada fraksi 10%, terjadi sedikit penurunan kekuatan bending, yang kemungkinan disebabkan oleh distribusi partikel abu yang tidak merata atau berkurangnya adhesi antara serat dan matriks. Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan abu batok kelapa sebagai bahan tambahan pada komposit serat rami memiliki potensi untuk meningkatkan sifat mekanik material, khususnya dalam aplikasi industri yang membutuhkan material ringan dan kuat.

Kata Kunci : *Komposit serat rami, abu batok kelapa, resin epoxy, uji bending, material ramah lingkungan.*

ABSTRACT

The use of natural fiber-based composite materials is increasingly in demand because of its light, strong, environmentally friendly, and renewable properties. This study aims to analyze the effect of adding coconut shell ash on the bending strength of ramie fiber composites matrixed with epoxy resin. The variations in the volume fraction of coconut shell ash used in this study were 0%, 5%, and 10%, with horizontal and woven fiber orientations. Testing was carried out using the three-point bending method according to the ASTM D790-03 standard. The results showed that the addition of coconut shell ash affected the bending strength of ramie fiber composites. Composites with a 5% coconut shell ash fraction showed an increase in bending strength compared to composites without ash. However, at 10% fraction, there was a slight decrease in bending strength, which was probably caused by uneven distribution of ash particles or reduced adhesion between fibers and matrix. Based on the results of the study, the use of coconut shell ash as an additive in hemp fiber composites has the potential to improve the mechanical properties of the material, especially in industrial applications that require light and strong materials..

Keywords: *Hemp fiber composite, coconut shell ash, epoxy resin, bending test, environmentally friendly materials.*

PENDAHULUAN

Tanaman rami, yang sering disebut juga dengan China grass, merupakan tanaman yang termasuk dalam kelompok serat batang, yaitu tanaman yang

menghasilkan serat dari bagian batang atau kulit kayunya. Serat yang dihasilkan oleh tanaman ini memiliki karakteristik yang hampir mirip dengan serat alami lainnya, seperti kapas, linen, dan hemp. Secara kimia, rami diklasifikasikan sebagai serat selulosa,

yang berarti bahwa strukturnya terdiri dari rantai panjang molekul glukosa yang membentuk serat. Serat ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi tekstil, kertas, dan bahan komposit karena sifat kekuatannya yang baik. Keunggulan utama dari rami terletak pada kemampuannya untuk berkompatibilitas dengan berbagai jenis serat, baik serat alami maupun sintetis. Hal ini menjadikannya mudah untuk dicampur dengan serat lainnya untuk menghasilkan produk dengan karakteristik tertentu, seperti kekuatan, elastisitas, atau ketahanan terhadap cuaca. Dengan kata lain, serat rami dapat dicampur dengan kapas, polyester, nilon, atau serat sintetis lainnya untuk mendapatkan sifat komposit yang diinginkan, misalnya dalam industri tekstil atau pembuatan produk berbahan komposit. Sementara itu, tempurung kelapa adalah limbah yang dihasilkan dari pohon kelapa yang termasuk dalam kelompok tumbuhan monokotil. Salah satu ciri khas tanaman monokotil adalah tidak memiliki kambium, yaitu lapisan yang bertanggung jawab atas pertumbuhan diameter batang. Karena itu, tempurung kelapa yang berasal dari batang kelapa cenderung lebih keras dan lebih sulit untuk diproses dibandingkan dengan jenis batang lainnya. Abu yang dihasilkan dari pembakaran tempurung kelapa dapat menjadi masalah lingkungan karena dapat menciptakan polusi dan mengganggu keseimbangan ekosistem. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan yang lebih baik terhadap limbah ini untuk menghindari dampak negatif terhadap masyarakat. Salah satu metode yang dikembangkan adalah mengolah abu tempurung kelapa menjadi material komposit utama. Komposit serat adalah jenis material yang terdiri dari serat yang tertanam dalam suatu matriks (pengikat). Serat berfungsi sebagai elemen utama yang memberikan kekuatan, kekakuan, dan sifat mekanik lainnya pada material tersebut, sedangkan matriks berfungsi sebagai bahan pengikat yang menyatukan serat-serat tersebut. Komposit serat memiliki kelebihan dibandingkan dengan bahan lainnya, terutama karena serat yang digunakan dalam komposit ini, terutama yang panjang, memiliki kekuatan lebih tinggi dibandingkan serat yang berbentuk curah atau serat pendek. Dalam pembentukan material komposit, dua komponen utama yang digunakan adalah serat dan matriks. Serat memberikan karakteristik mekanik seperti kekuatan tarik, kekakuan, dan ketahanan terhadap beban. Sedangkan matriks berfungsi untuk menahan serat di tempatnya, memberikan bentuk pada komposit, dan mendistribusikan beban ke seluruh komposit. Sebagai bahan pengikat dalam pembuatan komposit, resin epoxy sering digunakan. Resin ini mengandung struktur kimia yang disebut dengan epoxy atau oxirene, yang merupakan senyawa yang dapat membentuk ikatan silang (cross-link) ketika bereaksi dengan hardener. Resin epoxy ini biasanya

berbentuk cairan kental atau hampir padat, dan digunakan untuk mengikat serat-serat dalam material komposit. Proses pengerasan resin epoxy dimulai ketika resin ini dicampur dengan hardener, yang dapat berupa senyawa poliamid yang mengandung grup amina. Proses ini menghasilkan polimer yang memiliki ikatan silang yang sangat kuat, sehingga menghasilkan material yang lebih kuat dan tahan lama. Dengan menggunakan resin epoxy dan hardener ini, komposit yang dihasilkan dapat memiliki berbagai sifat mekanik yang diperlukan untuk aplikasi tertentu, seperti ketahanan terhadap suhu tinggi, ketahanan kimia, kekuatan struktural yang tinggi, dan lain-lain.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental nyata (experimental research) dimana pengamatan dilakukan secara langsung pada objek yang diteliti dengan cara membandingkan satu atau lebih kelompok pengujian dengan perlakuan dan tanpa perlakuan.

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Negeri Malang dan Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang mulai bulan Agustus - September 2024.

Variabel

1. Variabel bebas: Abu batok kelapa dengan fraksi volume 0%, 5% (0,725g), 10 (1,450g)%; Fraksi volume serat 30% : 70% dengan 30% (5,67g) serat rami dan 70% (10,50g) resin epoxy; Konsentrasi perendaman alkali selama 4jam.
2. Variabel terikat: nilai kekuatan serat rami dengan pengaruh variasi abu batok kelapa
3. Variabel terkontrol: serat rami, abu batok kelapa, dan ukuran spesimen.

Alat dan Bahan

1. Cetakan
2. Timbangan digital
3. *Stopwatch*
4. Sarung tangan
5. Gelas ukur
6. Ayakan (*mesh*)
7. Gunting
8. Jangka sorong
9. Amplas
10. Mesin uji bending (*bending test*)
11. Serat rami
12. Abu batok kelapa
13. Alkali KOH
14. *Epoxy resin*

Prosedur Pengambilan Data

- Pembuatan komposit: Siapkan serat rami yang sudah bersih, Rendam serat rami kedalam larutan KOH selama waktu yang ditentukan. Bersihkan serat dari larutan KOH dengan air bersih yang mengalir. Keringkan serat dibawah terik matahari. Siapkan dan bersihkan cetakan agar tidak ada kotoran yang menempel pada cetakan. Campurkan base resin dan hardener dengan perbandingan 4:1 kegelas ukur, kemudian aduk secara perlahan sampai rata. Letakan serat rami dengan perbandingan serat dan resin sesuai yang telah di tentukan sesuai orientasi serat yang akan diletakan pada cetakan. Campurkan abu batok kelapa dengan resin sesuai dengan fraksi volume yang telah ditentukan. Tuangkan campuran base resin dan hardener ke dalam cetakan sesuai dengan perbandingan resin dan serat. Tutup cetakan menggunakan plastik. Setelah komposit kering, lepas komposit dari cetakannya dan haluskan bagian yang kurang rata menggunakan amplas. Komposit siap dilakukan pengujian.
- Pengujian Bending: Pengujian ini mengacu pada standar pengujian bending ASTM D790-03 langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian bending adalah sebagai berikut: Membuat sampel uji sesuai yang dibutuhkan yaitu ada 3 spesimen, dipotong sesuai dimensi standar pengujian, pada pengujian ini setiap spesimen dilakukan 3 kali pengujian sehingga total spesimen yang diuji ada 18 spesimen. Letakan spesimen uji yang sudah dibuat pada alat pengujian bending sesuai standar dan ketentuan yang sudah ada. Mesin bending akan memberikan beban maksimal secara perlahan kepada spesimen yang diuji sampai dengan spesimen melengkung atau patah. Kemudian dari hasil pengujian tersebut secara otomatis kertas yang ada di panel akan mencatat kekuatan maksimal spesimen tersebut.
- Pengumpulan Data: Setelah semua pengujian selesai, data yang didapatkan dikumpulkan untuk diambil. Pengumpulan data dilakukan ketika data sudah terpenuhi, untuk data hasil dari pengujian akan dianalisis dan dilakukan perbandingan pada tiap spesimen nya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Spesimen Hasil Uji Bending

Orientasi Serat	Fraksi Abu		
	0%	5%	10%
Horizontal			
Anyaman			

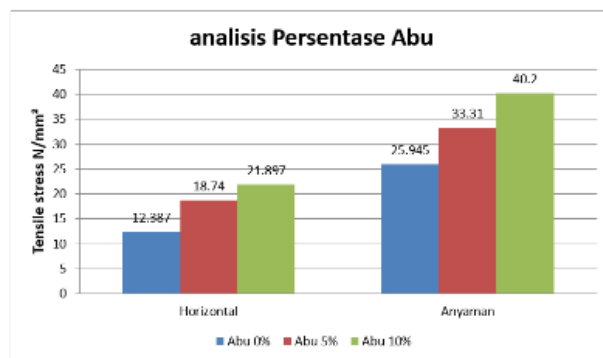
Berdasarkan gambar diatas hasil lengkungan yang disebabkan oleh beban tekan terlihat jelas pada spesimen fraksi orientasi horizontal dengan fraksi abu 0%, hal ini disebabkan karena fraksi serat horizontal tidak mampu menahan dan mendistribusikan beban secara merata sehingga mengakibatkan defleksi yang begitu besar. Sedangkan spesimen yang mampu menahan beban tekan terdapat pada fraksi orientasi anyaman dan fraksi abu 10%, hal ini disebabkan adanya pengaruh penambahan abu yang mampu meningkatkan kekuatankomposit sehingga mampu menahan beban tekan, sedangkan arah serat anyamaan mampu mendistribusikan beban tekan secara merata sehingga dapat mengurangi defleksi.



Gambar 1. Grafik Kekuatan Bending

Grafik diatas menunjukkan bahwa fraksi penambahan abu 10% dengan fraksi orientasi anyaman memperoleh nilai tegangan terbesar yaitu 40,2 N/mm² 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 terbesar 21,897 N/mm². Jika dibandingkan fraksi orientasi anyaman nilai ini jauh berbeda dikarenakan dalam fraksi orientasi horizontal, serat tidak dapat berbagi 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 dan serat tidak dapat saling memperkuat dengan afisien.



Gambar 2. Grafik Presentase Abu

Grafik diatas menunjukkan bahwa fraksi volume Abu 10% dengan fraksi orientasi anyaman memperoleh nilai tegangan terbesar yaitu 40,2 N/mm² 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 terbesar 21,897 N/mm². Jika dibandingkan fraksi orientasi anyaman nilai ini jauh berbeda dikarenakan dalam fraksi orientasi horizontal, serat tidak dapat berbagi beban secara merata meskipun komposit sudah terpengaruhi oleh abu, akan tetapi komposit fraksi orientasi horizontal tidak dapat menahan beban tekan yang tinggi.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian bab di atas pada komposit serat rami dengan penambahan abu batok kelapa 0%, 5%, dan 10%, serta variasi arah serat horizontal dan anyaman maka dapat diambil kesimpulan: Pengaruh pada variasi arah serat horizontal dengan fraksi abu 0%, 5%, dan 10% nilai rata-rata pada uji bending

tertinggi pada spesimen fraksi abu 10% sebesar 21,897 N/mm², dapat dijelaskan bahwa meningkatnya kekuatan lentur material disebabkan oleh penambahan abu batok kelapa dan nilai terendah terdapat pada fraksi abu 0% sebesar 12,387 N/mm², dikarenakan tidak adanya penambahan abu batok kelapa pada spesimen ini menyebabkan tidak adanya peningkatan kekuatan lentur yang mempengaruhi spesimen tersebut. Pada variasi arah serat anyaman dengan fraksi abu 0%, 5%, dan 10% nilai rata-rata uji bending tertinggi pada spesimen fraksi abu 10% sebesar 40,200 N/mm², dapat dijelaskan bahwa pengaruh arah serat anyaman dapat meningkatkan kekuatan material dikarenakan serat dapat memberikan kekakuan yang lebih seimbang dalam berbagai arah. Selain serat, penambahan abu yang tepat dapat meningkatkan kekuatan lentur suatu material dan nilai terendah terdapat pada fraksi abu 0% sebesar 25,945 N/mm². 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 oleh arah serat anyaman yang dimana arah serat ini memiliki kekuatan lebih baik dibandingkan arah serat horizontal. Pengujian dan proporsi yang tepat sangat penting untuk mencapai hasil yang optimal dalam meningkatkan kekuatan material.

DAFTAR PUSTAKA

1. Achmad Nur Hidayat. (2021). Analisis Variasi Ketebalan Core komposit Sandwich Serbuk Limbah Tempurung Kelapa Terhadap Sifat Mekanik. *Jurnal Teknik*. Vol. 7, No. 1, pp. 21-27.
2. Agus Hariyanto. (2007). Peningkatan Ketahanan Bending Komposit Hibrid Sandwich Serat Kenaf dan Serat Gelas Bermatrik Polyester dengan Core Kayu Sengon Laut. *Media mesin* 8.
3. Eka Dwi Ratna Sari, S.M Bondan Respati, dan Agung Nugroho. (2020). Analisis Kekuatan Tarik dan Bending Komposit Serat Karbon-Resin Dengan Variasi Waktu Curing dan Suhu Penahanan 80°C. *Jurnal Ilmiah Momentum*. Vol. 16, No. 2, pp. 150-155.
4. Hanif Taufiqurrahman, Sulardjaka, Norman Iskandar. (2022). Pengaruh Fraksi Massa Dan Arah Orientasi Serat Terhadap Kekuatan Lentur Komposit Berpenguat Serat Rami Dengan Matriks Gondorukem. *Jurnal Teknik Mesin S-1*. Vol. 10, No. 3, pp. 393-398.
5. Jauhari Muslim, Nasmi Herlina Sari, dan Emmi Dyah. (2013). Analisis Sifat Kekuatan Tarik dan Kekuatan Bending Komposit Hibrid Serat Lidah Mertua dan Karung Goni dengan Filler Abu Sekam Padi 5% Bermatrik Epoxy. *Jurnal Dinamika Teknik Mesin*. Vol. 3, No. 1, pp. 26-33.