

PENGARUH PENAMBAHAN VARIASI AYAKAN ABU BATOK KELAPA PADA SERAT RAMI BERMATRIKS *EPOXY* TERHADAP KEKUATAN BENDING

Dede Taufiqurrohman¹, Unung Lesmanah², Artono Raharjo³

¹Universitas Islam Malang

e-mail : 21901052113@unisma.ac.id

²Universitas Islam Malang

e-mail : ununglesmanah@unisma.ac.id

³Universitas Islam Malang

e-mail : artonor@unisma.ac.id

ABSTRACT

Indonesia has a very abundant and varied natural fiber wealth potential, therefore there is a very interesting opportunity in the development of polymer composites using natural fibers. This study aims to evaluate the effect of variations in coconut shell ash sieve size and fiber orientation on the bending strength of hemp fiber composites. The composite was made by mixing hemp fiber and coconut shell ash treated with epoxy resin, then tested using the three-point bending method according to the ASTM D790-03 standard. The test results showed that the finer coconut shell ash sieve size contributed to increased bending strength, with specimens using a 100 mesh sieve size and woven fiber orientation reaching a maximum value of 733.7 N. Multiple linear regression analysis showed that the obtained model could explain 95.4% of the variation in bending strength, confirming the importance of both factors. In addition, analysis of variance (ANOVA) showed a significant difference between variations in sieve size and fiber orientation on bending strength. This study indicates the potential for the use of hemp fiber and coconut shell ash as environmentally friendly composite materials with good mechanical strength, which can be applied in the automotive and construction industries.

Keywords: Composite, Hemp Fiber, Mesh Variation, Fiber Direction Orientation, Epoxy Resin, Bending Test

ABSTRAK

Indonesia memiliki potensi kekayaan serat alam yang sangat berlimpah dan bervariasi macamnya, maka dari itu peluang yang sangat menarik dalam pengembangan komposit polimer dengan menggunakan serat alam. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi ukuran ayakan abu batok kelapa dan orientasi serat terhadap kekuatan bending komposit serat rami. Komposit dibuat dengan mencampurkan serat rami dan abu batok kelapa yang diolah dengan resin epoxy, kemudian diuji menggunakan metode three-point bending sesuai dengan standar ASTM D790-03. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ukuran ayakan abu batok kelapa yang lebih halus berkontribusi pada peningkatan kekuatan bending, dengan spesimen yang menggunakan

ukuran ayakan 100 mesh dan orientasi serat anyaman mencapai nilai maksimum 733.7 N. Analisis regresi linier berganda menunjukkan bahwa model yang diperoleh dapat menjelaskan 95.4% variasi dalam kekuatan bending, menegaskan pentingnya kedua faktor tersebut. Selain itu, analisis varians (ANOVA) menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara variasi ukuran ayakan dan orientasi serat terhadap kekuatan bending. Penelitian ini mengindikasikan potensi penggunaan serat rami dan abu batok kelapa sebagai bahan komposit yang ramah lingkungan dengan kekuatan mekanik yang baik, yang dapat diaplikasikan dalam industri otomotif dan konstruksi.

Kata kunci: Komposit, Serat Rami, Variasi Ayakan, Orientasi Arah Serat, Resin Epoxy, Uji Bending

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi kekayaan serat alam yang sangat berlimpah dan bervariasi macamnya, maka dari itu peluang yang sangat menarik dalam pengembangan komposit polimer dengan menggunakan serat alam. Material komposit berpenguat serat alam saat ini sudah banyak digunakan oleh beberapa produsen otomotif dunia, salah satunya seperti produsen otomotif Daimler Chrysler, produsen mobil Amerika Jerman ini mulai meneliti dan menggunakan bahan komposit polimer dengan serat alam. Bahan tersebut akan digunakan sebagai pembungkus head rest, pembungkus kabel, serta beberapa bagian interior mobil seperti doortrim, plafon, pembungkus kursi hingga untuk bahan baku dashboard. Penggunaan komposit polimer dalam produksi komponen-komponen mobil telah terbukti mampu menyeimbangkan fungsi mobil seperti mengurangi berat dan menjaga keselamatan penumpang [1].

Komposit umumnya tersusun atas dua komponen, yaitu bahan penguat (*reinforcement*) dan bahan pengikat (*matrix*). Bahan penguat dapat berasal dari serat alami maupun serat sintesis. Penggunaan serat alami semakin dikembangkan dalam teknologi hijau (*green technology*) dalam

ilmu material melalui pengembangan komposit yang diperkuat serat alami. Perkembangan produk teknik berkinerja tinggi yang terbuat dari sumber daya alam meningkat di seluruh dunia dari hari ke hari. Ada peningkatan minat pada bahan alam yang menunjukkan upaya penggunaan sumber daya terbarukan secara efisien[2].

Tanaman rami (*Boehmeria nivea*) merupakan tanaman tahunan yang mudah tumbuh dan berkembang baik di daerah tropis. Bentuk serat rami bervariasi dari 2,5 cm sampai dengan 50 cm dengan panjang rata – rata 12,5cm sampai 15 cm. Diameternya berkisar antara 25 sampai dengan 75 dengan rata – rata 30 – 50. Bentuk memanjang serat rami seperti silinder dengan permukaan bergaris – garis dan berkerut membentuk benjolan kecil, sedangkan irisan lintang berbentuk lonjong memanjang dengan dinding sel yang tebal. [3].

Luas area tanaman kelapa mencapai 3.654.478 Ha dengan total produksi sekitar 3.051.585 ton, dari luasan tersebut sekitar 99% diusahakan oleh petani rakyat. Komoditas kelapa di samping dimanfaatkan untuk konsumsi dalam negeri sebagian diekspor yang akan mendatangkan devisa sehingga komoditas ini dapat dijadikan salah satu sumber perekonomian nasional. *Resin*

epoxy memiliki berbagai keunggulan sebagai zat perekat dibandingkan dengan polimer-polimer yang lain. Diantaranya adalah keaktifan permukaan tinggi, daya pembasahan baik, kekuatan kohesif tinggi, tidak mengkerut, dapat luwes diubah-ubah sifatnya dengan memilih resin hardener yang tepat [4].

METODE

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.

A. Alat dan bahan yang digunakan

Alat dan bahan penelitian yang digunakan sebagai berikut:

1. Alat penelitian
 - a. Resin trap
 - b. Cetakan
 - c. Timbangan digital
 - d. Stopwatch
 - e. Sarung tangan
 - f. Gelas ukur
 - g. Ayakan ukuran 100
 - h. Ayakan ukuran 80
 - i. Ayakan ukuran 60
2. Bahan penelitian
 - a. Serat Rami
 - b. Abu Batok Kelapa
 - c. Resin epoxy
 - d. Alkali NaOH

B. Prosedur penelitian

Prosedur penelitian diuraikan sebagai berikut:

1. Tahapan awal penelitian diawali dengan proses pembuatan komposit.

Serat rami yang telah dibersihkan direndam terlebih dahulu dalam larutan NaOH selama waktu tertentu guna meningkatkan ikatan antar serat dan matriks. Setelah perendaman, serat dibersihkan kembali menggunakan air mengalir hingga bersih, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari hingga benar-benar kering.

2. Proses selanjutnya adalah persiapan cetakan. Cetakan dibersihkan agar bebas dari kotoran dan kontaminasi yang dapat memengaruhi hasil akhir komposit. Resin epoksi sebagai matriks utama dicampurkan dengan hardener dalam perbandingan 2:1, kemudian diaduk secara perlahan hingga merata. Serat rami kemudian diletakkan ke dalam cetakan sesuai dengan orientasi serat yang telah dirancang sebelumnya, baik anyaman maupun horizontal, dengan rasio serat terhadap resin yang telah ditentukan. Setelah itu, abu batok kelapa ditaburkan ke dalam cetakan sesuai dengan variasi fraksi volume dan ukuran ayakan yang telah direncanakan. Cetakan kemudian ditutup dengan plastik dan direkatkan menggunakan sealant tape, lalu disambungkan ke vacuum compressor dan resin trap untuk memastikan tidak ada udara yang terjebak dalam komposit.
3. Setelah proses pembuatan komposit selesai dan komposit mengeras, dilakukan pengujian mekanik berupa bending menggunakan standar ASTM D790-03. Sampel uji dipotong

sesuai dimensi standar. Setiap variasi dilakukan tiga kali pengujian terhadap tiga spesimen, sehingga total terdapat 18 spesimen yang diuji. Setiap spesimen diletakkan pada mesin bending yang akan memberikan beban secara perlahan hingga spesimen melengkung atau patah. Hasil dari beban maksimum yang ditahan oleh setiap spesimen secara otomatis tercetak melalui panel mesin.

4. Data yang diperoleh berupa nilai kekuatan bending dari masing-masing spesimen dengan variasi orientasi serat dan ukuran ayakan abu batok kelapa. Data ini menjadi dasar dalam analisis untuk mengetahui kombinasi terbaik dalam menghasilkan komposit serat rami yang memiliki kekuatan mekanik optimal.

C. Metode pengambilan data

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

1. Pemilihan bahan : dalam penelitian ini akan menyiapkan bahan dari pembuatan komposit terhadap komposit yang berbahan utama serat rami beserta bahan tambahannya dan menyiapkan alat alat untuk membuat material

komposit dengan pengujian utamanya uji bending.

2. Pembersihan dan Perendaman : serat rami direndam dengan alkali NaOH selama beberapa waktu. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran, lilin alami, minyak, dan zat-zat lain yang menempel pada serat. Perendaman alkali dapat membantu menguraikan zat-zat tersebut.
3. Pembuatan Spesimen : pembuatan spesimen komposit ini ada beberapa fraksi yang sudah ditentukan. Fraksi volume antara serat, resin dan abu batok krelapa yaitu 30% : 65% dimana 30% serat rami, 65% resin epoxy dan 5% abu batok kelapa, fraksi orientasi serat horizontal dan anyaman, spesimen ini memiliki panjang=120 mm, lebar=15mm, ketebalan=7mm, ayakan ukuran, 100,80 dan 60.

D. Analisa data

Analisis data dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh fraksi volume dan orientasi serat terhadap kekuatan tarik komposit. Metode analisis digunakan meliputi:

- a. Uji Tarik : Data yang diperoleh dari pengujian mencangkup gaya tarik maksimum yang diterima spesimen dan perubahan panjang spesimen selama pengujian.
- b. Analisis Statistik
 - ANOVA (*Analysis of Variance*)

Untuk menganalisis perbedaan signifikan perbedaan signifikan antara kekuatan tarik berdasarkan variasi fraksi volume dan orientasi serat, digunakan metode ANOVA dua arah.

Hipotesis yang diuji adalah:

H₀ : Tidak ada perbedaan signifikan antara kelompok

H₁ : Terdapat perbedaan signifikan antara kelompok.

Kriteria pengujian ditentukan berdasarkan nilai F-hitung dibandingkan dengan nilai F-tabel pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$.

- Analisis Regresi Linier : digunakan untuk menentukan hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat. Persamaan regresi yang dihasilkan digunakan untuk memprediksi kekuatan tarik berdasarkan variasi fraksi dan orientasi serat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian

Hasil pengujian bending dilakukan untuk mengetahui kekuatan lentur dari material komposit serat rami yang dipengaruhi oleh variasi ukuran ayakan abu batok kelapa dan variasi orientasi serat (horizontal dan anyaman). Pengujian ini menggunakan metode ASTM D790-03 dengan pendekatan three-point bending.

Hasil pengujian bending yang mencakup nilai maksimum beban (Max Load) yang diterima oleh spesimen sebelum mengalami kegagalan. Hasil pengujian ini menunjukkan

bahwa variasi ukuran ayakan abu batok kelapa berpengaruh signifikan terhadap kekuatan bending komposit. Hasilnya terlihat bahwa spesimen dengan orientasi serat anyaman dan ukuran ayakan 100 mesh memiliki nilai kekuatan bending tertinggi, yaitu 733.7 N. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan abu batok kelapa yang lebih halus dapat meningkatkan kekuatan lentur komposit.

Hasil Regresi Linier

Analisis regresi linier dilakukan untuk mengetahui hubungan antara variasi ukuran ayakan (X_1) dan orientasi serat (X_2) terhadap kekuatan bending (Y). Hasil analisis menunjukkan bahwa model regresi yang diperoleh adalah:

$$Y = 87.789 + 4.009X_1 - 12.89X_2$$

Koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh adalah 0.954, yang menunjukkan bahwa 95.4% variasi dalam kekuatan bending dapat dijelaskan oleh variasi ukuran ayakan dan orientasi serat. Ini menunjukkan bahwa kedua faktor tersebut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan bending komposit serat rami.

Pengujian statistik menggunakan ANOVA dua arah dilakukan untuk menguji hipotesis mengenai pengaruh variasi ukuran ayakan dan orientasi serat terhadap kekuatan bending. Hasil analisis menunjukkan:

- a. F hitung untuk variasi ukuran ayakan adalah 280.849, yang lebih besar dari F tabel (4.747), sehingga H₀ ditolak. Ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan pada variasi penambahan ukuran ayakan abu batok kelapa terhadap kekuatan bending.

- b. F hitung untuk variasi orientasi serat adalah 57.664, yang juga lebih besar dari F tabel (3.885), sehingga H_0 ditolak. Ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan pada variasi orientasi serat terhadap kekuatan bending.

Sumber Varian	Jumlah kuadrat	Derajat Bebas	Rata-rata Kuadrat	F Hitung	F Tabel
Rata-rata Baris	672,4667	1	672,4667	280,8494	4,747225
Rata-rata Kolom	276,1452	2	138,0726	57,66472	3,885294
Interaksi	8,585557	2	4,292778	1,792839	3,885294
Error	28,73283	12	2,394403		
Total	985,9302	17			

- a. F hitung = 280,849 > $F_{0,05}$ 4,747 artinya H_0 ditolak. Jadi terdapat perbedaan yang signifikan pada variasi penambahan variasi ukuran abu batok kelapa terhadap kekuatan *bending* pada komposit serat rami.
- b. F hitung = 57,664 > $F_{0,05}$ 3,885 artinya H_0 ditolak. Jadi terdapat perbedaan yang signifikan pada variasi anyaman terhadap kekuatan *bending* pada komposit serat rami.
- c. F hitung = 1,7928 < $F_{0,05}$ 3,885 artinya H_0 diterima. Jadi tidak ada perbedaan yang signifikan antara serat anyam dan ukuran *mesh* terhadap kekuatan *bending* pada komposit serat rami.

Grafik Kekuatan Bending



Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa komposit dengan variasi ukuran ayakan abu 100 mesh dan orientasi serat anyaman memiliki kekuatan bending tertinggi, yaitu sekitar 88,5 N/mm². Hal ini disebabkan oleh susunan anyaman serat yang lebih solid dan mampu mendistribusikan beban secara merata. Sebaliknya, orientasi horizontal menunjukkan nilai kekuatan yang lebih rendah (74,55 N/mm²) karena distribusi beban yang kurang merata dan rendahnya kemampuan serat dalam saling memperkuat.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan variasi ayakan abu batok kelapa berpengaruh positif terhadap kekuatan bending komposit serat rami. Semakin halus ukuran ayakan, semakin tinggi kekuatan bending yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh peningkatan distribusi partikel abu batok kelapa yang lebih merata dalam matriks resin epoxy, sehingga meningkatkan interaksi antara serat dan matriks.

Orientasi serat juga berpengaruh signifikan terhadap kekuatan bending. Spesimen dengan orientasi serat anyaman menunjukkan kekuatan yang lebih baik dibandingkan dengan orientasi horizontal. Hal ini disebabkan oleh kemampuan serat anyaman dalam mendistribusikan beban secara lebih merata, sehingga mengurangi

defleksi dan meningkatkan kekuatan material secara keseluruhan.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan potensi penggunaan serat rami dan abu batok kelapa sebagai bahan komposit yang ramah lingkungan dengan kekuatan mekanik yang baik, yang dapat diaplikasikan dalam berbagai industri, termasuk otomotif dan konstruksi.

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa variasi ukuran ayakan abu batok kelapa dan orientasi serat memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan bending komposit serat rami. Komposit dengan ukuran ayakan abu batok kelapa yang lebih halus menghasilkan kekuatan lentur yang lebih tinggi, hal ini dikarenakan distribusi partikel abu batok kelapa yang lebih merata sehingga meningkatkan daya rekat antara serat dan matriks resin. Selain itu, orientasi serat anyaman memberikan kekuatan bending yang lebih baik dibandingkan dengan orientasi horizontal, karena orientasi anyaman mampu mendistribusikan beban secara merata dan mengurangi konsentrasi tegangan pada titik tertentu. Hasil analisis regresi linier berganda menunjukkan bahwa kombinasi kedua variabel tersebut mampu menjelaskan lebih dari 95% variasi kekuatan bending, mengindikasikan bahwa kedua faktor ini merupakan penentu utama kekuatan mekanik komposit. Dengan demikian, penggunaan serat rami yang dipadukan dengan abu batok kelapa sebagai filler berpotensi sebagai alternatif material komposit yang ramah lingkungan dan

memiliki kekuatan mekanik yang memadai untuk aplikasi di berbagai bidang industri.

REFERENCES

- Bagus Dharmawan, I. (2019). Analisa Pengaruh Perlakuan Alkali Dan Hydrogen Peroksida Terhadap kekuatan Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa Bermatriks Epoxy. *Jurnal Polimesin* (Vol. 17, Issue 1).
- Syifa, N. H., Yulianto A., & Nurbaiti, U. (2021). Pembuatan dan Karakterisasi Sifat Fisis Komposit Multilayer Serat Rami. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 7(2), 87-95,
- Reinaldi Teguh Setyawan, S. R. (2020). Analisis Variasi Struktur Serat Rami Komposit Matriks Epoksi Terhadap Kekuatan Uji Balistik Dan Bending. *Momentum*, 16(2), 111-115.
- Hardini, B., Noor Abdi, F., Haryanto, B., Jamal, M., & Sharly Arifin, T.P. (2021). Jurnal Teknologi Sipil Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Sipil Penambahan Abu Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Tambah Dalam Pembuatan Paving Block.