

PENGARUH SERAT SABUT KELAPA TERHADAP KEKUATAN TARIK DENGAN Matriks UREA FORMALDEHYDE

Moch.Okta Dwika S.¹, Unung Lesmanah², Artono Raharjo³

¹Universitas Islam Malang

e-mail : 21901052107@unisma.ac.id

²Universitas Islam Malang

e-mail : Ununglesmanah@unisma.ac.id

³Universitas Islam Malang

e-mail : artonor@unisma.ac.id

ABSTRACT

The development of science and technology in the industrial sector has driven the increasing demand for composite materials. Natural fibers are a leading candidate as reinforcing materials because they are able to produce lightweight, strong, environmentally friendly, and economical composites. Therefore, natural fiber-based composite materials have great potential to be developed as a sustainable future material solution. This study aims to analyze the effect of variations in the volume fraction of coconut fiber on the tensile strength of composites using urea formaldehyde matrix. Coconut fiber was chosen as a reinforcing material because of its good mechanical properties and sustainability as a natural material. In this study, the variations in the volume fraction of fiber used were 20%, 30%, and 40%. The composite manufacturing process was carried out by printing specimens using a mold that had been coated with wax, where coconut fiber was mixed with urea formaldehyde resin. Tensile testing was carried out in accordance with the ASTM D-638 standard to determine the tensile strength of the specimens. The test results showed that increasing the volume fraction of coconut fiber had a positive effect on the tensile strength of the composite. Specimens with a fraction of 40% showed the highest tensile strength of 22.5 MPa, followed by fractions of 30% and 20%. Analysis of variance (ANOVA) showed that the difference in tensile strength between treatment groups was significant ($p < 0.05$). This study provides an important contribution to the development of more environmentally friendly and sustainable composite materials, and opens up opportunities for further research on the optimization of fiber fractions and types of matrices used.

Keywords: Coconut Fiber, Composite, Urea Formaldehyde Resin, Tensile Test.

ABSTRAK

Kemajuan ilmu pengetahuan dalam sektor industri meningkatkan kebutuhan akan bahan komposit. Serat alam menjadi kandidat unggulan sebagai bahan penguat karena mampu menghasilkan komposit yang ringan, kuat, ramah lingkungan, dan ekonomis. Oleh karena itu, material komposit berbasis serat alam memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai solusi material masa depan yang berkelanjutan. Penelitian ini mempunyai tujuan untuk menganalisis pengaruh variasi fraksi volume serat sabut kelapa terhadap kekuatan tarik komposit yang menggunakan matriks urea formaldehid. Serat sabut kelapa dipilih sebagai bahan penguat karena sifat mekaniknya yang baik dan keberlanjutannya sebagai bahan alami. Dalam penelitian ini, variasi fraksi volume serat yang digunakan adalah 20%, 30%, dan 40%. Proses pembuatan komposit dilakukan dengan mencetak spesimen menggunakan cetakan yang telah dilapisi wax, di mana serat sabut kelapa dicampurkan dengan resin urea formaldehid. Pengujian tarik dilakukan

sesuai dengan standar ASTM D-638 untuk menentukan kekuatan tarik spesimen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan fraksi volume serat sabut kelapa berpengaruh positif terhadap kekuatan tarik komposit. Spesimen dengan fraksi 40% menunjukkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 22.5 MPa, diikuti oleh fraksi 30% dan 20%. Analisis varians (ANOVA) menunjukkan bahwa perbedaan kekuatan tarik antar kelompok perlakuan adalah signifikan ($p < 0.05$). Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan material komposit yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan, serta membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut mengenai optimasi fraksi serat dan jenis matriks yang digunakan.

Kata kunci: Serat Sabut Kelapa, Komposit, *Resin Urea Formaldehyde*, Uji Tarik.

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, permintaan terhadap material komposit semakin meningkat, terutama dalam industri yang membutuhkan bahan yang ringan, kuat, dan ramah lingkungan. Material komposit yang diperkuat dengan serat alam, seperti serat sabut kelapa, menjadi salah satu alternatif yang menjanjikan.[1] Serat sabut kelapa, yang dikenal dalam perdagangan dunia sebagai Coco Fiber, merupakan produk hasil pengolahan sabut kelapa yang secara tradisional digunakan untuk berbagai keperluan, seperti sapu, keset, dan tali. Namun, dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya penggunaan bahan alami, serat sabut kelapa kini mulai dimanfaatkan dalam pembuatan komposit.

Komposit adalah gabungan dari dua atau lebih material yang berbeda, di mana satu material berfungsi sebagai pengikat untuk menjaga kesatuan unsur-unsurnya. Dalam konteks ini, serat sabut kelapa berfungsi sebagai penguat, sedangkan matriks yang digunakan adalah resin *urea formaldehid* (UF). Resin UF memiliki keunggulan dalam hal biaya yang rendah dan kemudahan dalam proses pembuatan, meskipun memiliki kelemahan dalam ketahanan terhadap air. [2] Penelitian ini mempunyai tujuan untuk menganalisis pengaruh variasi fraksi volume serat sabut kelapa terhadap kekuatan tarik komposit yang menggunakan matriks *urea formaldehid*.

Dalam penelitian ini, variasi fraksi volume serat sabut kelapa yang digunakan adalah 20%, 30%, dan 40%. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi bahan komposit sebagai bahan alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan bahan sintetis. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi peneliti lain yang tertarik dalam bidang material komposit.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi pengaruh variasi fraksi volume sabut kelapa terhadap kekuatan tarik komposit, serta untuk menganalisis pengaruh serat sabut kelapa terhadap kekuatan uji tarik komposit bermatriks *urea formaldehid*.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental nyata (*experimental research*) yang mana 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

Sebelum melakukan penelitian perlu disiapkan beberapa persiapan, salah satunya yaitu menyiapkan alat dan bahan penelitian. Adapun alat dan bahan penelitian yang digunakan sebagai berikut:

1. Alat penelitian

- a. Cetakan specimen (Cetakan spesimen yang dipergunakan pada uji tarik ASTM D-638 tipe 1)
 - b. Sarung tangan
 - c. Gelas ukur
 - d. Timbangan digital
 - e. Mesin uji tarik (*Universal Testing Mechine*)
 - f. Sikat Kawat
 - g. Amplas (*Sandpaper*)
 - h. Alas Cetakan
 - i. Gunting
 - j. Stopwatch
2. Bahan penelitian
 - a. Resin *urea formaldehyde*
 - b. Serat Sabut Kepala
 - c. Wax
 - d. Larutan alkali (NaOH)
 - e. Katalis

B. Prosedur penelitian

Beberapa tahapan pada penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

1. Serat sabut kelapa yang sudah siap untuk dipakai dibersihkan menggunakan air untuk menghilangkan kotoran.
2. Serat yang sudah bersih kemudian direndam dalam larutan alkali NaOH 5% dengan variasi waktu perendaman 1 dan 2 jam.
3. Setelah perendaman, serat dibersihkan dari sisa NaOH dengan air bersih hingga tidak terasa lendir yang menempel.
4. Serat yang sudah kering dipotong sepanjang 10 mm, 20 mm, dan 30 mm sesuai dengan variasi lama perendaman.
5. Spesimen dibuat dengan perbandingan fraksi volume serat sabut kelapa dan resin *urea formaldehyd*, yaitu 20%:80%, 30%:70%, dan 40%:60%.
6. Proses pencetakan dilakukan dengan menuangkan resin ke

dalam cetakan yang telah dilapisi wax, kemudian serat dimasukkan dan diratakan.

7. Setelah spesimen dicetak dan mengeras, dilakukan pengujian tarik menggunakan mesin uji tarik sesuai dengan standar ASTM D-638.
8. Pengujian dilakukan untuk mengukur kekuatan tarik spesimen komposit yang telah dibuat.

C. Metode pengambilan data

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental (*experimental research*) yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh frekuensi volume dan orientasi serat terhadap kekuatan tarik komposit serat sabut kelapa dengan matriks *urea formaldehyde*. Proses pengambilan data dilakukan melalui langkah-langkah berikut:

1. Pemilihan bahan : Serat sabut kelapa (*Cocos nucifera L*) dipilih sebagai bahan utama karena memiliki kandungan selulosa yang tinggi dan berpotensi sebagai material komposit.
2. Pengujian tarik dilakukan untuk mengukur kekuatan tarik dari spesimen komposit yang telah dibuat. Prosedur pengujian mengikuti standar ASTM D-638 tipe 1, yang merupakan metode standar untuk pengujian tarik pada plastik dan komposit.
3. Setiap spesimen yang telah dicetak dan mengeras diuji menggunakan mesin uji tarik (*Universal Testing Machine*).
4. Pengujian dilakukan dengan memberikan gaya tarik secara bertahap hingga spesimen mengalami patah.

5. Data yang diambil selama pengujian yaitu tegangan tarik dimana F adalah gaya tarik (N) dan A_0 adalah laus penampang spesimen (mm^2).
6. Setiap variasi fraksi volume serat sabut kelapa (20%, 30%, dan 40%) diuji sebanyak tiga kali untuk mendapatkan data yang konsisten dan akurat.

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
Data hasil pengujian tarik dianalisis menggunakan metode analisis varians (ANOVA) untuk menentukan pengaruh variasi fraksi volume serat sabut kelapa terhadap kekuatan tarik komposit.
- c. Analisis data diawali dengan merumuskan hipotesis, yaitu H_0 : tidak berpengaruh fraksi volume serat sabut kelapa terhadap kekuatan tarik, dan H_1 : terdapat pengaruh. Selanjutnya dilakukan perhitungan jumlah kuadrat total, perlakuan, dan gelat untuk mengetahui seberapa besar variasi yang disebabkan oleh perlakuan. Derajat bebas untuk perlakuan dan galat dihitung, kemudian digunakan untuk memperoleh rata-rata kuadrat masing-masing. Nilai F dihitung dari perbandingan rata-rata kuadrat perlakuan dengan galat. Nilai F hitung kemudian

dibandingkan dengan F tabel pada taraf signifikansi 5% untuk menguji hipotesis. Terakhir, dilakukan analisis terhadap rata-rata kekuatan tarik tiap variasi fraksi volume untuk melihat pola pengaruh antar kelompok perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian

Hasil Pengujian Tarik Komposit

Fraksi NaOH	Serat 20% Resin 80%	Serat 30% Resin 70%	Serat 40% Resin 60%
	2,953 MPa	4,917 MPa	9,196 MPa
5%	2,074 MPa	6,031 MPa	12,513 MPa
	3,785 MPa	6,495 MPa	15,981 MPa
Total	8,812 MPa	17,443 MPa	37,69 MPa
Rata-rata	2,937 MPa	5,814 MPa	12,563 MPa

Hasil diatas menunjukkan peningkatan fraksi serat yaitu semakin tinggi fraksi volume serat sabut kelapa dalam komposit (dari 20% ke 40%), nilai kekuatan tarik rata-rata juga meningkat secara signifikan.

- a. 20% serat: rata-rata 2,937 MPa
- b. 30% serat: rata-rata 5,814 MPa
- c. 40% serat: rata-rata 12,563 MPa

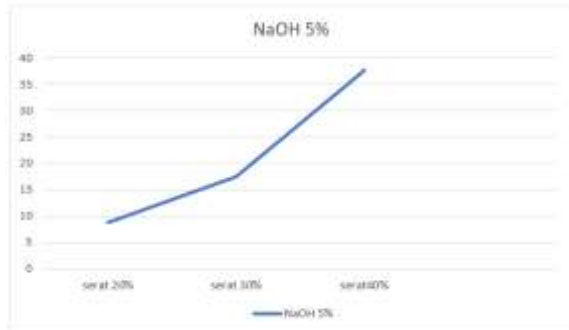
Sehingga, tabel diatas menunjukkan bahwa peningkatan fraksi volume serat sabut kelapa dalam komposit resin secara konsisten meningkatkan kekuatan tarik material, perlakuan NaOH 5% juga berkontribusi terhadap peningkatan sifat mekanik, sehingga komposit dengan fraksi serat lebih tinggi memiliki performa tarik yang jauh lebih baik.

Pembahasan

Peningkatan fraksi volume serat sabut kelapa dalam komposit secara signifikan meningkatkan kekuatan tarik dan regangan spesimen. Hal ini disebabkan oleh sifat mekanik serat yang baik serta peningkatan interaksi dan distribusi beban yang lebih merata antara serat dan matriks resin pada fraksi serat yang lebih tinggi. Spesimen dengan fraksi serat 40% tidak hanya menunjukkan kekuatan tarik tertinggi, tetapi

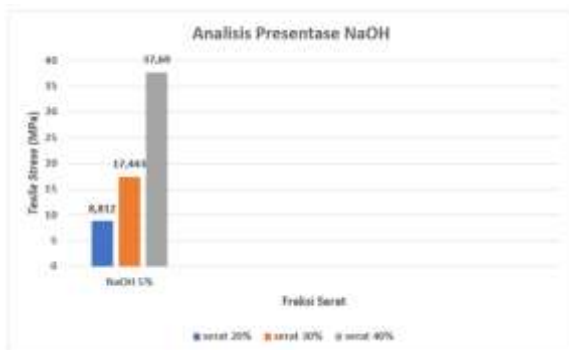
juga kemampuan deformasi yang lebih baik sebelum patah.

Gambar grafik hasil pengujian tarik



Gambar diatas, menunjukkan grafik hubungan antara fraksi volume serat sabut kelapa (20%, 30%, dan 40%) terhadap nilai kekuatan tarik total pada komposit yang diberi perlakuan NaOH 5%. Terlihat bahwa semakin tinggi fraksi volume serat, nilai kekuatan tarik total komposit juga meningkat tajam, terutama pada fraksi 40%. Grafik ini mengilustrasikan bahwa penambahan serat sabut kelapa secara signifikan meningkatkan kekuatan tarik komposit setelah perlakuan NaOH 5%.

Gambar grafik persentase NaOH



NaOH 5% memperoleh nilai tegangan terbesar yaitu 37,68 MPa dikarenakan sedikitnya void atau gelembung berukuran kecil yang terjebak di dalam, 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 tarikan. sehingga mempengaruhi kekuatan mekanik komposit.

Analisis Data Nikai *Tesile Stress* Sabut Kelapa

Hasil Analisis Serat Sabut Kelapa

NaOH	Serat 20%	Serat 30%	Serat 40%	Total
	Resin 80%	Resin 70%	Resin 60%	
5%	2,953 MPa	4,917 MPa	9,196 MPa	
	2,074 MPa	6,031 MPa	12,513 MPa	
	3,785 MPa	6,495 MPa	15,981 MPa	63,945 Mpa
Total	8,812 MPa	17,443 MPa	37,69 MPa	

Tabel diatas menunjukkan kekuatan tarik (dalam MPa) dari komposit serat dan resin dengan variasi kadar serat (20%, 30%, dan 40%) serta perlakuan larutan NaOH. NaOH dapat meningkatkan ikatan antara serat resin, sehingga meningkatkan kekuatan tarik komposit, terutama pada kadar serat yang tinggi.

Hasil analisis data

- Serat 20% (Resin 80%)
 - Nilai kekuatan tarik: 2,953 MPa, 2,074 MPa, 3,785 MPa
 - Total: 8,812 MPa
- Serat 30% (Resin 70%)
 - Nilai kekuatan tarik: 4,917 MPa, 6,031 MPa, 7,495 MPa
 - Total: 17,443 MPa
- Serat 40% (Resin 60%)
 - Nilai kekuatan tarik: 9,196 MPa, 12,513 MPa, 15,981 MPa
 - Total: 37,690 MPa

Dari hasil tersebut, dapat dilihat bahwa semakin tinggi fraksi volume serat sabut kelapa, semakin besar pula nilai kekuatan tarik yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa serat sabut kelapa berperan sebagai penguat utama dalam struktur komposit. Perlakuan alkali bertujuan untuk membersihkan permukaan serat dari kotoran dan lignin, sehingga meningkatkan daya rekat antara serat dan resin. Hasil pada tabel menunjukkan bahwa perlakuan ini efektif, terbukti dengan peningkatan kekuatan tarik pada semua variasi fraksi serat.

Pada fraksi serat yang lebih tinggi (40%), jumlah serat yang lebih banyak memungkinkan terjadinya distribusi beban yang lebih merata saat spesimen diuji tarik. Hal ini mengurangi konsentrasi tegangan pada titik-titik tertentu sehingga spesimen mampu menahan beban lebih besar sebelum mengalami kerusakan.

Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan fraksi volume serat dapat meningkatkan kekuatan tarik komposit secara signifikan. Namun, perlu diperhatikan bahwa pada fraksi serat yang terlalu tinggi, risiko terjadinya aglomerasi serat atau kurangnya resin untuk melapisi seluruh serat dapat menyebabkan penurunan sifat mekanik. Komposit dengan fraksi serat 40% menunjukkan performa mekanik terbaik, sehingga berpotensi digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan kekuatan tarik tinggi dan ramah lingkungan.

Sehingga, tabel diatas menegaskan bahwa penggunaan serat sabut kelapa sebagai penguat dalam komposit berbasis resin *urea formaldehid*, terutama setelah perlakuan NaOH 5%, mampu meningkatkan kekuatan tarik material secara signifikan. Peningkatan fraksi volume serat berbanding lurus dengan peningkatan kekuatan tarik, sehingga komposit ini cocok untuk dikembangkan sebagai bahan alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Hasil Analisis Serat (ANOVA) Uji Tarik

Tabel dibawah ini menampilkan hasil uji ANOVA satu arah untuk mengetahui pengaruh perlakuan fraksi volume serat sabut kelapa terhadap kekuatan tarik komposit.

Sumber Varian	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rata-rata Kuadrat	F Hitung	F Tabel
Perlakuan	146,486	2	73,241	11,11	5,16
Galat	39,556	6	6,592		
Total	186,039	8			

Hasil tabel diatas, menunjukkan bahwa nilai F hitung jauh lebih besar dari pada F

tabel pada taraf signifikansi 5%. Artinya, perbedaan yang sangat signifikan antara kelompok perlakuan (variasi fraksi volume serat sabut kelapa) terhadap kekuatan tarik komposit. Karena $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Variasi fraksi volume serat sabut kelapa memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kekuatan tarik komposit. Dengan kata lain, perubahan komposisi serat sabut kelapa secara signifikan memengaruhi sifat mekanik material yang dihasilkan.

Tabel ANOVA ini membuktikan bahwa variasi fraksi volume serat sabut kelapa berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik komposit. Dengan F hitung yang lebih besar dari F tabel, dapat disimpulkan bahwa penggunaan serat sabut kelapa sebagai bahan penguat dalam komposit memang memberikan dampak yang nyata dan dapat dioptimalkan untuk aplikasi material yang lebih kuat dan ramah lingkungan.

PENUTUP

Penelitian ini menyimpulkan bahwa pengaruh variasi fraksi volume serat sabut kelapa terhadap kekuatan tarik komposit berbasis resin *urea formaldehid* dengan perlakuan alkali menggunakan larutan NaOH 5%. Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa peningkatan fraksi volume serat dari 20% hingga 40% secara signifikan meningkatkan kekuatan tarik komposit, dengan nilai rata-rata tertinggi sebesar 12,563 MPa pada fraksi 40%. Peningkatan ini disebabkan oleh sifat mekanik serat sabut kelapa yang baik serta distribusi beban yang lebih merata akibat jumlah serat yang lebih banyak, sehingga mengurangi konsentrasi tegangan dan memperbaiki interaksi serat-matriks. Analisis varians (ANOVA) mengonfirmasi bahwa pengaruh fraksi volume serat terhadap kekuatan tarik komposit adalah signifikan ($p < 0,05$). Temuan ini menegaskan bahwa serat sabut kelapa merupakan bahan penguat alami yang

efektif untuk meningkatkan sifat mekanik komposit, sekaligus mendukung pengembangan material ramah lingkungan dan berkelanjutan. Penelitian ini memberikan dasar yang kuat untuk optimasi komposisi serat dalam pengembangan material komposit berbasis serat alam.

REFERENCES

- [1] A. Haryati., Nida., Irfana, D, F., Asifa, “Sifat Fisis dan Mekanis Papan Komposit Berbasis Sabut Kelapa dan Ampas Tebu dengan Variasi Urea Formaldehid,” *J. Ilmu Fis.*, vol. 7, no. 3, pp. 1–23, 2019.
- [2] B. N. R. Berli P., Kamiel L., “Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Sifat-Sifat Tarik Komposit Diperkuat Unidirectional Serat Tebu dengan Matrik Poliester,” *J. Semesta Tek.*, vol. 14, no. 2, 2015.