

ANALISIS PENGARUH FRAKSI VOLUME DAN ORIENTASI SERAT TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT SERAT DAUN PANDAN DURI DENGAN MATRIKS UREA FORMALDEHYDE

Rasuli¹, Mochammad Basjir², Ismi Choirotin³

¹Universitas Islam Malang

e-mail : 21901052117@unisma.ac.id

²Universitas Islam Malang

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

³Universitas Islam Malang

e-mail : ismi.choirotin@unisma.ac.id

ABSTRAK

Material yang ramah lingkungan, mampu didaur ulang, serta terurai sendiri oleh alam merupakan tuntutan teknologi sekarang ini. Salah satu material yang diharapkan mampu memenuhi hal tersebut adalah material komposit dengan material pengisi serat alam. 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 alkalisasi. Orientasi serat lurus dengan nilai tertinggi dengan konsentrasi serat 60% mendapatkan nilai 15,86 Mpa sedangkan serat anyam memiliki nilai tertinggi pada konsentrasi serat 60% dengan nilai 11,40 Mpa berdasarkan penelitian di atas pada komposit serat daun pandan duri dengan fraksi serat dan resin 20%, 40%, 60%, orientasi arah serat lurus dan anyaman pada saat perendaman serat menggunakan alkalisasi NaOH maka dapat diambil kesimpulan: Pengaruh fraksi volume terhadap kekuatan tarik menunjukkan bahwa semakin banyak serat maka akan menambah kekuatan tarik yang dihasilkan. Dikarenakan bertambahnya fraksi volume akan menambah ikatan dengan matriks semakin kuat dan memperkecil terjadinya void atau gelembung udara yang terjebak pada spesimen. Sehingga pada saat pengujian tarik presentasi serat yang tinggi dapat mendistribusikan beban dengan merata dan saling memperkuat satu sama lain dengan lebih efisien. Pengaruh orientasi arah serat terhadap kekuatan tarik menunjukkan bahwa orientasi serat lurus mendapatkan nilai kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan orientasi serat anyaman. Nilai rata-rata kekuatan tarik tertinggi yang dihasilkan orientasi serat lurus dengan serat 60% sebesar 15,86 MPa, hal ini dapat dijelaskan bahwa orientasi yang tepat dan semakin banyak fraksi serat yang digunakan membuat kekuatan tarik semakin besar dan nilai rata-rata tertinggi pada orientasi serat anyaman dengan serat 60% sebesar 11,40 MPa, dikarenakan tidak tepatnya orientasi pada penganyaman membuat menurunnya kualitas serat yang disebabkan oleh anyaman yang terlalu berfokus pada bagian tengah spesimen menyebabkan kualitas uji tarik yang kurang maksimal dan serat tidak cukup kuat menahan regangan pada saat pengujian tarik.

Kata kunci: Komposit, serat daun pandan duri, fraksi volume, orientasi arah serat, *resin urea formaldehyde*, uji Tarik.

ABSTRACT

The need for composite materials has grown as a result of scientific and technological developments in the industrial sector. Today's technology requires materials that are recyclable, biodegradable, and environmentally friendly. A composite material with natural fiber filler is one of the materials that is anticipated to be able to achieve this requirement. By comparing one or more test groups with alkalization therapy, this study employs a true experimental research method (experimental research) in which direct observations are made on the items under study. The maximum value, 15.86 Mpa, is obtained by the straight fiber orientation with a 60% fiber concentration, while the highest value, 11.40 Mpa, is obtained by the woven fiber with a 60% fiber concentration. The effect of volume fraction on tensile strength indicates that the more fibers, the more tensile strength will be produced, according to the research mentioned above on the composite of pandan duri leaf fiber with fiber and resin fractions of 20%, 40%, and 60%, as well as the orientation of the straight and woven fiber direction when soaking the fiber using NaOH alkalization. Because a higher volume fraction will strengthen the binding with the matrix and lessen the likelihood of air bubbles or spaces becoming trapped in the specimen. in order for a high fiber presentation to more effectively distribute the load and reinforce one another during tensile testing. Straight fiber orientation yields a higher tensile strength value than braided fiber orientation, according to the effect of fiber orientation on tensile strength. Because the proper orientation and the use of more fiber fractions increase the tensile strength, the highest average tensile strength value produced by straight fiber orientation with 60% fiber is 15.86 MPa. The highest average value in woven fiber orientation with 60% fiber is 11.40 MPa, Since weaving that is too concentrated on the specimen's center results in less than ideal tensile test quality and the fiber is not robust enough to tolerate strain during tensile testing, incorrect orientation in weaving lowers the quality of the fiber.

Keywords: Composite, Pandanus tectorius fiber, volume fraction, fiber orientation, urea formaldehyde resin, Tensile test.

PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam dunia industri telah mendorong peningkatan dalam permintaan terhadap material komposit. Material komposit pada dasarnya merupakan material yang dihasilkan dari kombinasi dua atau lebih bahan pembentuknya mulai dari campuran suatu perekat alami maupun sintetis dari percampuran tersebut maka akan dihasilkan material komposit yang berbeda dari material pembentuknya [1].

Komposit yang diperkuat serat dapat digolongkan menjadi dua bagian yaitu komposit serat pendek (short fiber composite) dan komposit serat panjang (long fiber composite). Serat panjang lebih efisien dalam peletakkannya akan tetapi serat pendek lebih mudah peletakkannya dibandingkan serat panjang [2].

Karakteristik serat alam tergantung pada kandungan selulosanya, semakin tinggi selulosanya semakin meningkat sifat seratnya. Namun pada permukaan serat masih ada lapisan yang menyerupai lilin seperti *lignin*, *hemiselulosa*, serta lemak dan kotoran lainnya yang bisa menghambat nilai rekat pada serat tersebut [3].

Serat Pandan Duri (*Pandanus Tectorius*) berasal dari suku Pandanaceae yang tumbuh di tepi pantai dan hutan. Tanaman ini termasuk jenis tanaman semak dengan batang-batang yang memanjat dan memiliki tinggi 11 m. Jenis pandan dalam penelitian ini pandan duri. Salah satu perlakuan yang sering di pergunakan yaitu proses alkali karena proses tersebut efektif untuk membersihkan dan memodifikasi permukaan serat sehingga mempunyai tekanan permukaan lebih rendah dan memperbaiki ikatan adhesi antara serat alam dan matrik [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. Cetakan specimen

Cetakan spesimen yang dipergunakan pada uji tarik ASTM D-638

b. Sarung tangan

c. Gelas ukur

d. Timbangan digital

e. Mesin uji tarik (Universal Testing Machine)

2. Bahan penelitian

a. Resin *urea formaldehyde*

b. Serat daun pandan duri

c. Wax

d. Larutan alkali

e. Katalis

B. Prosedur penelitian

Prosedur penelitian yang kami lakukan memelukan tahapan perlakuan yang berbeda-beda di uraikan sebagai berikut:

1. Persiapan Serat Daun Pandan Daun Pandan Duri

Pemilihan tanaman daun pandan duri dapat dilakukan dengan memotong pangkal daun pandan tersebut. Setelah itu lepas kulit daun pandan duri menggunakan pisau plastik untuk pengambilan serat dengan cara mengkerok daun sampai bagian kulit daun pandan duri terpisah dengan seratnya, setelah itu didapat serat daun pandan duri yang kemudian dikeringkan.

2. Perendaman Daun Pandan Duri (Alkalisasi)

Perendaman (Alkalisasi) dilakukan untuk mengurangi kandungan selulosa yang dilakukan selama 2 jam. Setelah perendaman dilakukan proses pengeringan serat daun pandan duri di bawah sinar matahari sampai serat daun pandan duri benar-benar kering.

3. Fraksi Volume

Penimbangan serat daun pandan duri dimana serat daun pandan duri di bagi menjadi tiga bagian yaitu 20%, 40%, dan 60%.

4. Orientasi serat

Orientasi serat daun pandan duri dibagi menjadi dua yaitu anyaman dan lurus (*vertikal*).

5. Pengukuran Spesimen Uji Tarik

Pengukuran specimen uji tarik ini menggunakan ASTM D638-1.

6. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan setelah selesai proses pengujian tarik pada specimen komposit serat daun pandan duri.

7. Analisis dan Pembahasan

Setelah mendapatkan data dilakukan Analisis dan pembahasan hasil data yang di dapat dalam penelitian.

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 daun pandan duri dengan matriks urea formaldehyde. Proses pengambilan data dilakukan melalui langkah-langkah berikut:

1. Pemilihan bahan : Serat daun pandan duri (*Pandanus Tectorius*) dipilih sebagai bahan

utama karena memiliki kandungan selulosa yang tinggi dan berpotensi sebagai material komposit.

2. Pembersihan dan Perendaman : Serat daun pandan duri yang telah dipotong dicuci bersih untuk menghilangkan kotoran. Selanjutnya, serat direndam dalam air bersih selama 2 jam untuk memudahkan pengambilan serat.

3. Perlakuan Kimia : Serat yang telah diambil direndam dalam larutan natrium hidroksida (NaOH) dengan konsentrasi 5% selama 2 jam. Proses ini bertujuan untuk menghilangkan lignin dan hemiselulosa yang dapat menghambat ikatan antara serat dan matriks.

4. Pembuatan Spesimen : Spesimen komposit dibuat dengan metode hand lay-up berdasarkan standar ASTM D638 tipe 1. Yaitu, membersihkan dan melapisi cetakan dengan wax, mencampur resin urea formaldehyde dan hardener dengan rasio 99:1, menempatkan serat sesuai fraksi volume (20%, 40%, 60%) ke dalam cetakan, lalu menuangkan resin hingga menutupi serat dan dibiarkan mengering.

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 specimen dan perubahan panjang specimen 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 anatara 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 Tarik Komposit

Orientasi \ Fraksi	Hasil Kekuatan Tarik (MPa)		
	20%	40%	60%
Lurus	11,14	17,06	13,40
	14,45	14,65	15,51
	12,78	13,76	18,68
Total	38,37	45,47	47,59
Rata-rata	12,79	15,15	15,86
Anyaman	6,78	10,34	9,89
	8,98	9,32	11,56

	6,45	8,07	12,76
Total	22,21	27,73	34,21
Rata-rata	7,40	9,24	11,40

Pengujian Tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik (*Tensile Stress*) dari komposit serat daun pandan duri yang menggunakan matriks urea formaldehyde. Pengujian ini dilakukan dengan variasi fraksi serat 20%, 40%, dan 60% serta konsentrasi NaOH 5% selama 2 jam. Hasil pengujian menunjukkan bahwa:

Kekuatan Tarik dengan Orientasi Lurus:

- Fraksi 20% : 12,79 MPa
- Fraksi 40% : 15,15 MPa
- Fraksi 60% : 15,86 MPa

Kekuatan Tarik dengan Orientasi Anyaman:

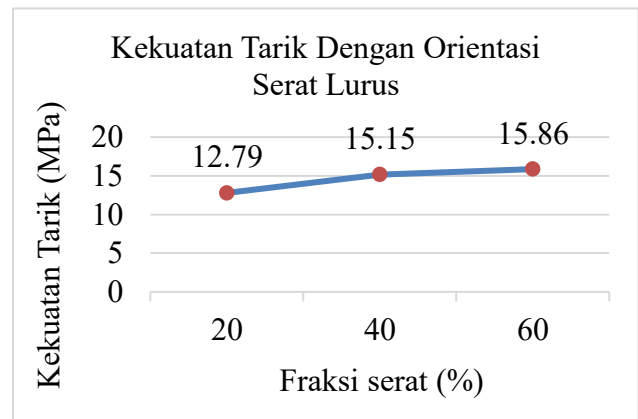
- Fraksi 20% : 7,40 MPa
- Fraksi 40% : 9,24 MPa
- Fraksi 60% : 11,40 MPa

Sehingga, dapat dilihat dari tabel diatas yang menunjukkan hasil pengujian tarik komposit berdasarkan fraksi serat dan orientasi serat.

Pembahasan

Pengaruh Fraksi Volume terhadap Kekuatan Tarik

Grafik tegangan orientasi arah serat anyaman



Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan fraksi volume serat daun pandan duri berpengaruh positif terhadap kekuatan tarik komposit. Hal ini sejalan dengan teori bahwa semakin banyak serat yang

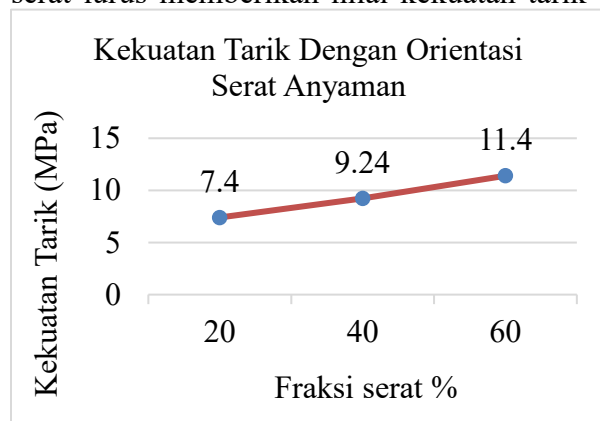
digunakan, maka akan semakin banyak ikatan yang terbentuk antara serat dan matriks.

Pada fraksi 60%, kekuatan tarik mencapai 15,86 MPa untuk orientasi lurus, yang merupakan nilai tertinggi. Ini menunjukkan bahwa serat dapat mendistribusikan beban secara merata dan saling memperkuat satu sama lain. Sebaliknya, pada orientasi anyaman, meskipun fraksi serat 60% juga digunakan, kekuatan tarik hanya mencapai 11,40 MPa. Hal ini disebabkan oleh distribusi beban yang tidak merata akibat orientasi serat yang tidak searah.

Pengaruh Orientasi Arah Serat terhadap Kekuatan Tarik

Grafik tegangan orientasi arah serat anyaman

Orientasi serat memiliki dampak signifikan terhadap kekuatan tarik komposit. Pengujian menunjukkan bahwa orientasi serat lurus memberikan nilai kekuatan tarik



yang lebih tinggi dibandingkan dengan orientasi anyaman.

Orientasi lurus memungkinkan serat untuk bekerja secara sinergis dalam menahan beban, sedangkan orientasi anyaman cenderung membagi beban ke dalam dua arah, yang mengurangi efisiensi distribusi beban. Hasil ini menunjukkan bahwa untuk aplikasi yang memerlukan kekuatan tarik tinggi, orientasi serat lurus lebih disarankan.

Analisis Statistik

Hasil Analisis Serat (ANOVA) Uji Tarik

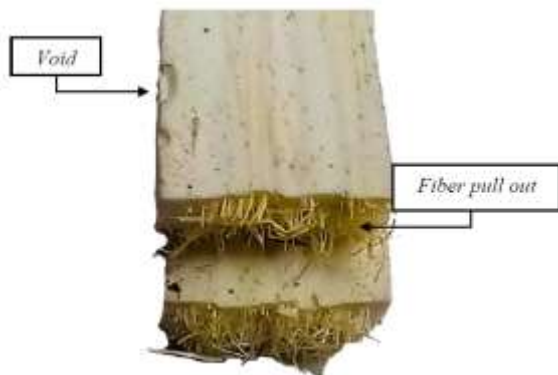
Sumber Varian	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rata-Rata Kuadrat	F Hitung	F Tabel
Rata-Rata Baris	124,18	1	124,18	41,44	4,74
Rata-Rata Kolom	37,97	2	18,98	6,33	3,88
Interaksi	1,62	2	0,81	0,27	3,88
Error	35,95	12	2,99		
Total	199,74	17			

Hasil diatas menunjukkan analisis ANOVA terdapat perbedaan signifikan antara kekuatan tarik komposit berdasarkan variasi orientasi serat. Hasil F-hitung untuk pengujian ini menunjukkan nilai yang lebih besar dari F-tabel, yang mengindikasikan bahwa hipotesis nol ditolak. Terdapat perbedaan signifikan pada variasi orientasi arah serat terhadap kekuatan tarik pada komposit serat daun pandan duri. Hal ini menegaskan pentingnya pemilihan orientasi serat dalam desain komposit untuk aplikasi teknik.

Selama pengujian, beberapa spesimen menunjukkan kegagalan yang berbeda, termasuk patahan getas dan void. Patahan getas terjadi ketika serat tidak dapat menahan beban yang diterapkan, sedangkan void menunjukkan adanya udara yang terperangkap dalam matriks, yang dapat mengurangi kekuatan mekanik komposit.

Terjadi pada spesimen yang tidak memiliki ikatan yang cukup kuat antara serat dan matriks, yang menyebabkan serat keluar dari matriks tanpa patahan signifikan. Keberadaan void dalam spesimen dapat mempengaruhi sifat mekanik dan

meningkatkan potensi kerusakan. Hal ini menunjukkan perlunya perhatian lebih dalam proses pembuatan komposit untuk meminimalkan cacat.



Hasil Pengujian

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa peningkatan fraksi volume dan penggunaan orientasi serat lurus secara signifikan meningkatkan kekuatan tarik komposit serat daun pandan duri dengan matriks urea formaldehyde. Orientasi serat lurus terbukti lebih efektif dalam menahan beban dibandingkan dengan orientasi anyaman. Hasil analisis statistik juga menunjukkan bahwa variasi orientasi serat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan tarik. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengoptimalkan proses pencetakan dan perendaman serat, mencoba metode pembuatan komposit yang lebih bervariasi, melakukan pengujian mekanik tambahan, mempertimbangkan sifat resin yang digunakan, serta memperbaiki penyusunan arah serat agar hasil komposit lebih optimal.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Pawestri, A. K. R., Hasanah, W., & Murphy, A. (2018). Studi Karakteristik

Komposit Sabut Kelapa Dan Serat Daun Nanas Sebagai Peredam Bunyi. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*, 2(2), 112–117.

- [2] Sriwita, D., Astuti. (2014) Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik Bahan Komposit Serat Daun Nanas Poliester Ditinjau Dari Fraksi Massa dan Orientasi Serat. *Jurnal Fisika Universitas*, Vol 3 No. 1, 30-26.
- [3] Hestiawan, D., H. Ariawan, K. Amri, A. Nuramal, A. Afrizal, & S. Sudibyo. (2022). Pengaruh Perlakuan Alkali Pada Karakteristik Fisik dan Mekanik Serat Lantung (*Artocarpus Elasticus*). *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol 13 No. 3, 819-826.
- [4] Mukti H, M., H. Evri Yani Purba. (2014). Pemanfaatan Serat Daun Pandan Duri Sebagai Campuran Dalam Peningkatan Karakteristik Genteng Beton. *Jurnal Einstein* Vol. 2, No. 1