

# Analisis Pengaruh Orientasi Serat dan Komposisi terhadap Kuat Tarik dan Modulus Elastisitas Komposit Serat Sabut Kelapa

**Nabila Putri Lestari**

*Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram, Indonesia.*

*E-mail: [nabilaputrulestari18@gmail.com](mailto:nabilaputrulestari18@gmail.com)*

---

## **ABSTRAK**

Limbah serat sabut kelapa banyak terbuang di lingkungan masyarakat, sehingga dilakukan penelitian ini untuk mempelajari pemanfaatan serat sabut kelapa sebagai komposit poliester. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh orientasi serat terhadap kuat tarik dan *modulus elastisitas* serta mengetahui pengaruh komposisi serat terhadap kuat tarik dan *modulus elastisitas*. Penelitian ini dibagi dalam dua tahap, yaitu pertama menentukan pengaruh orientasi serat (searah, melintang dan anyam) dengan menggunakan komposisi 40% serat dan yang kedua menentukan pengaruh komposisi serat sebesar 30%, 40% dan 50%. Pembuatan sampel ini dilakukan dengan mencampurkan serat sabut kelapa, resin poliester dan 1% katalis dari jumlah resin. Sampel diuji sesuai standar uji ASTM D3039, yang kemudian diuji menggunakan Tensilon RTG 1310, sehingga diperoleh nilai kuat tarik dan *modulus elastisitas*. Hasil pengujian kuat tarik untuk percobaan pengaruh orientasi serat menunjukkan bahwa komposit dengan orientasi serat anyam memiliki kekuatan tarik dan modulus elastisitas tertinggi yaitu sebesar 13,651 MPa dan 1208,4 MPa. Sedangkan hasil pengujian kuat tarik untuk percobaan pengaruh komposisi serat menunjukkan bahwa komposit dengan komposisi 50% dengan orientasi serat searah memiliki kekuatan tarik dan *modulus elastisitas* tertinggi yaitu sebesar 25,617 Mpa dan 1760 Mpa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa komposit dari serat sabut kelapa ini memenuhi syarat SNI 03-2105-2006 sebagai digunakan pengganti papan partikel.

**Kata kunci :** *kuat tarik, modulus elastisitas, Serat sabut kelapa, komposit, poliester*

## **PENDAHULUAN**

Indonesia terkenal sebagai penghasil kelapa terbesar di dunia. Hal ini menjadikan banyak banyak bagian kelapa yang tidak dimanfaatkan secara optimal. Sehingga diperlukan suatu inovasi baru dalam memanfaatkan serat sabut kelapa dalam jangka panjang. Salah satu inovasi yang dapat diterapkan adalah pembuatan komposit. Komposit adalah suatu system yang tersusun melalui pencampuran dua material atau lebih yang berbeda, dalam bentuk dan komposisi material yang tidak larut satu sama lain (Fajri, 2013). Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin maju, telah dilakukan sejumlah rekayasa terhadap sabut kelapa guna mendapatkan bahan baru komposit alam yang ramah lingkungan yang nantinya dapat menjadi produk yang bermutu dan berteknologi tinggi. Untuk itu dibutuhkan penelitian yang membahas tentang pemanfaatan komposit serat sabut kelapa dengan lebih optimal.

Tujuan dari pembentukan komposit ini adalah untuk memperbaiki sifat mekanik tertentu, keleluasaan dalam bentuk serta mendapatkan bahan yang lebih ringan. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menemukan material pengganti yang ramah lingkungan yang nantinya dapat mengurangi penebangan kayu hutan sebagai bahan dasar pembuatan *furniture*. Kelebihan dari komposit ini adalah tahan terhadap suhu lembab dan panas sehingga tidak mudah lapuk dan berjamur.

## LANDASAN TEORI

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, dimana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda. Penggabungan material yang berbeda bertujuan untuk menemukan material baru yang mempunyai sifat antara (*intermediate*) material penyusunnya yang tidak akan diperoleh jika material penyusunnya berdiri sendiri (Jones, 1975). Komposit memiliki sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda, yaitu penguat dan matriks. Penguat berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit seperti contoh serat. Serat berperan sebagai penyangga kekuatan dari struktur komposit. Sedangkan matriks berperan sebagai pengisi ruang komposit memegang peranan penting dalam mentransfer tegangan, melindungi serat dari lingkungan dan menjaga permukaan serat dari pengikisan. Kekuatan komposit dapat ditentukan oleh beberapa faktor penting yaitu faktor serat, letak serat, panjang serat, bentuk serat, faktor matriks, faktor ikatan serat – matriks dan katalis. Faktor-faktor ini mempengaruhi karakteristik dari komposit yang dibentuk.

Sifat mekanik komposit yang dijadikan sebagai standar pembuatan komposit ada tegangan, regangan dan modulus elastisitas. Tegangan tarik dinyatakan sebagai rasio dari besar gaya eksternal  $F$  terhadap luas penampang silang  $A$  (Nash, 1998).

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Regangan adalah hasil dari tegangan yang menunjukkan sebuah ukuran untuk tingkat deformasi. Regangan juga dapat didefinisikan sebagai perbandingan selisih panjang  $\Delta L$  terhadap panjang awal  $L$  (Serway dan Jewett, 2004).

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (2)$$

Nash (1998) menyatakan bahwa kuantitas  $E$ , yaitu rasio unit tegangan terhadap unit regangan, adalah *modulus elastisitas* bahan, atau, sering disebut *Modulus Young*. Karena unit regangan  $\varepsilon$  merupakan bilangan tanpa dimensi (rasio dua satuan panjang), maka  $E$  mempunyai satuan yang sama dengan tegangan yaitu  $N/m^2$ .

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{P.L}{A.\Delta L} \quad (3)$$

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Variabel bebas yang digunakan adalah orientasi serat (serat searah, melintang, dan anyam) dan komposisi serat sebesar 30%, 40%, dan 50%. Variabel terikat yang digunakan adalah kekuatan tarik.

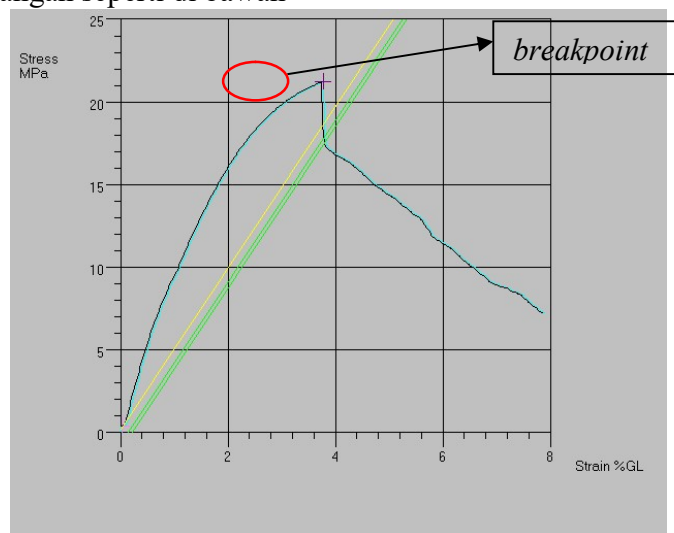
Pada penelitian ini digunakan beberapa peralatan diantaranya adalah gelas ukur 500 ml, gelas ukur 10 ml, mikrometer sekrup digital, perangkat cetakan berukuran  $16,5 \text{ cm} \times 16,5 \text{ cm}$  dengan ketebalan 5 mm, spet 5ml, spet 10 ml, timbangan digital, *Universal Tensile Machine* (UTM) Tipe RTG 1310, serta alat bantu berupa gunting. Bahan – bahan yang digunakan pada penelitian ini berupa aquades, katalis MEXPO, Kristal NaOH, resin poliester BQTN tipe 157, PVA dan serat sabut kelapa.



**Gambar 1** Serat sabut kelapa

Pada penelitian ini serat yang digunakan sebagai penguat adalah serat kelapa. Proses perlakuan serat yang dilakukan pada penelitian ini adalah proses alkalisasi. Proses preparasi alkalisasi meliputi pembuatan larutan NaOH yaitu dengan menghitung perbandingan volume. Konsentrasi NaOH yang digunakan adalah larutan NaOH 5%. Tujuan perendaman untuk menghilangkan kandungan hemiselulosa, liginin dan pektin. Kemudian serat sabut kelapa dijemur hingga kering. Serat sabut kelapa dicetak dengan menggunakan cetakan berukuran 16,5 cm x 16,5 cm dengan ketebalan 5 mm. Matriks poliester dan 1% katalis dicampurkan secara manual dan dituangkan ke serat. Pencetakan dilakukan selama 4 jam hingga sampel komposit mengeras.

Spesimen yang telah padat dipotong sesuai standar uji komposit (ASTM D3039) dan sampel telah siap diuji. Uji tarik dilakukan menggunakan mesin pengujian tarik Tensilon RTG 1310. Data hasil pengujian kuat tarik dari alat Tensilon RTG 1310 menghasilkan grafik hubungan tegangan dan regangan seperti di bawah



**Gambar 2** Hasil grafik Pengujian kuat tarik

Berdasarkan grafik diatas diperoleh nilai tegangan maksimum pada titik *breakpoint*. Nilai tegangan maksimum ini merupakan nilai kuat tarik dari material. Selain tegangan, dari grafik tersebut juga kita memperoleh nilai regangan. Nilai regangan yang digunakan disini adalah nilai

regangan pada titik *breakpoint*. Dengan diketahui nilai tegangan dan regangannya, maka dapat diperoleh nilai *modulus elastisitas* menggunakan persamaan (3.3).

Interpretasi data dilakukan berdasarkan nilai kuat tarik dan *modulus elastisitas* terhadap komposit orientasi serat dan perubahan komposisi. Interpretasi nilai kuat tarik dan *modulus elastisitas* dari komposit dikorelasikan dengan nilai kuat tarik sesuai SNI untuk papan partikel. SNI kuat tarik untuk papan partikel minimal sebesar 4,14 kg/cm<sup>2</sup> atau setara dengan 0,406 MPa.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat mekanik material adalah sifat-sifat material yang disebabkan oleh adanya pembebanan seperti kekuatan tarik dan modulus elastisitas. Kekuatan tarik dan modulus elastisitas dari material komposit dan material penyusunnya sebagai berikut :

### Orientasi Serat

Komposit serat merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lamina atau lapisan yang menggunakan penguat berupa serat. Serat ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bias dalam bentuk yang lebih kompleks seperti berbentuk anyaman



**Gambar 3** Komposit hasil pengujian kuat tarik untuk variasi orientasi serat

Pada penelitian ini digunakan 3 orientasi serat yaitu searah terhadap sumbu tarik, tegak lurus terhadap sumbu tarik (melintang) dan orientasi serat anyaman. Dalam pengujian orientasi serat ini digunakan komposisi serat sebesar 40%.

**Tabel 5.1** Hasil Pengujian Tarik Komposit dengan variasi Orientasi serat

Orientasi serat	$\sigma$ (MPa)	$\varepsilon$ (%GL)	$E$ (MPa)
Serat searah	$10,0 \pm 2,0$	$3,0 \pm 1,0$	$800 \pm 200$
Serat melintang	$8,0 \pm 0,7$	$0,9 \pm 0,3$	$1000 \pm 100$
Serat anyam	$10 \pm 2,0$	$3,0 \pm 0,7$	$1000 \pm 200$

Berdasarkan hasil pada Tabel 5.1, dapat dilihat hasil dari pengujian tarik komposit dengan variasi orientasi serat. Hasil pengujian kuat tarik terbaik terlihat pada orientasi serat anyam

dengan nilai rata-rata kuat tariknya sebesar  $(10 \pm 2,0)$ MPa dan nilai rata-rata *modulus elastisitasnya* sebesar  $(1000 \pm 200)$  MPa. Nilai kuat tarik dari serat anyam ini sudah memenuhi standar SNI 03-2105-2006 sebagai pengganti papan partikel. Nilai kuat tarik sesuai standar SNI 03-2105-2006 sebagai pengganti papan partikel setara dengan 0,406 MPa. Hal ini menandakan bahwa komposit serat yang dibuat memiliki kekuatan dan ketahanan yang lebih baik.

### Komposisi Komposit

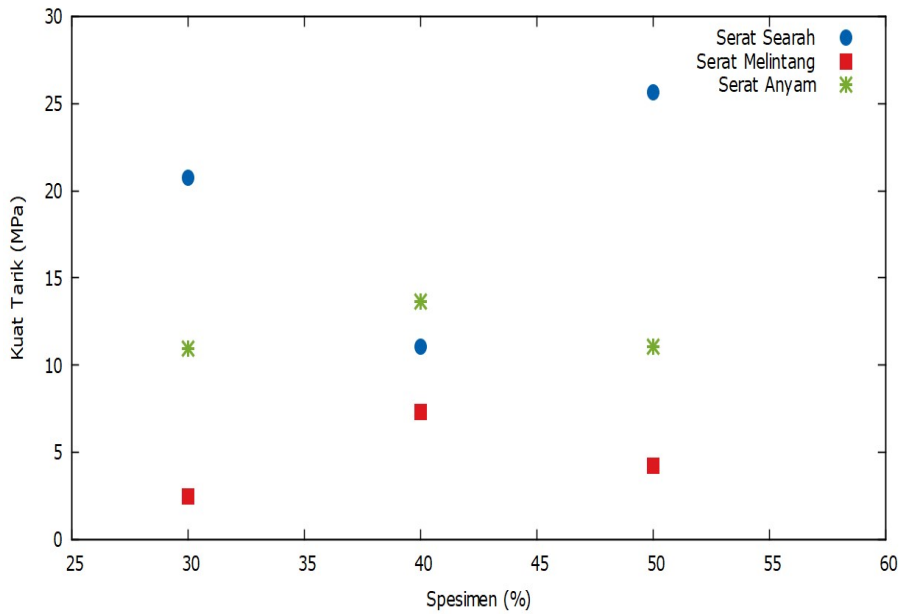
Pengujian kuat tarik terhadap orientasi serat menghasilkan serat anyam memiliki kekuatan tarik dan *modulus elastisitas* tertinggi untuk komposisi serat 40 %. Namun, untuk memperoleh data yang lebih akurat dilakukan pengujian kuat tarik berdasarkan komposisi komposit. Pengujian kuat tarik komposit dilakukan pada 9 variasi komposit dengan setiap variasi memiliki 3 spesimen uji. 9 variasi komposit diantaranya adalah arah orientasi serat searah dengan variasi komposisi seratnya 30%, 40% dan 50%. Arah orientasi serat melintang dan anyam juga memiliki variasi komposisi serat yang sama yaitu 30%, 40%, dan 50%. Hasil pengujian kuat tarik dari komposit dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut.

**Tabel 5.2** Hasil pengujian kuat tarik variasi komposisi serat

Orientasi serat	Komposisi serat	$\sigma$ (MPa)	$\varepsilon$ (%GL)	$E$ (MPa)
Searah	30%	$20,0 \pm 2,0$	$3,0 \pm 1,0$	$700 \pm 400$
	40%	$10 \pm 2,0$	$4,0 \pm 1,0$	$800 \pm 200$
	50%	$30 \pm 0,7$	$4,0 \pm 0,6$	$2000 \pm 70$
Melintang	30%	$2,0 \pm 0,5$	$0,5 \pm 0,5$	$600 \pm 100$
	40%	$8,0 \pm 0,7$	$0,9 \pm 0,3$	$1000 \pm 100$
	50%	$4,0 \pm 2,0$	$1,0 \pm 0,4$	$700 \pm 100$
Anyam	30%	$10 \pm 0,9$	$2,0 \pm 0,2$	$1000 \pm 400$
	40%	$10 \pm 2,0$	$3,0 \pm 0,7$	$1000 \pm 200$
	50%	$10 \pm 2,0$	$5,0 \pm 3,0$	$900 \pm 300$

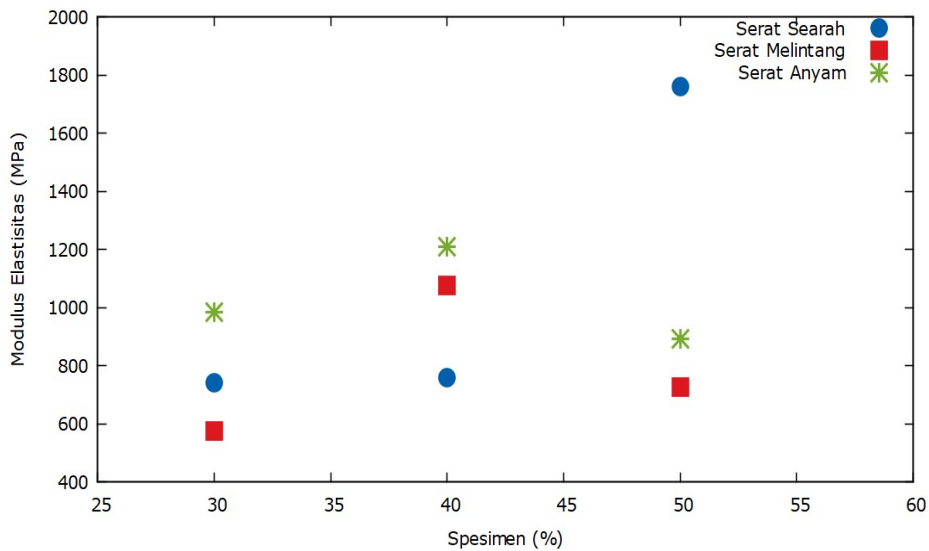
Berdasarkan Tabel 5.2 menunjukkan bahwa hasil pengujian kuat tarik untuk variasi orientasi serat dan komposisi serat yang paling baik ditunjukkan oleh komposit dengan komposisi serat 50% dan orientasi serat searah yaitu sebesar  $(30 \pm 0,7)$  MPa. Sedangkan nilai *modulus elastisitasnya* sebesar  $(2000 \pm 70)$  MPa. Komposit dengan komposisi serat 50 % memiliki penguatan yang lebih baik jika dibandingkan dengan komposit 30% dan 40%. Hal ini dikarenakan komposisi serat 50% dapat memperbaiki sifat dan struktur matriks menjadi lebih baik. Selain karena komposisi serat, orientasi serat juga mempengaruhi nilai kuat tarik dari material komposit. Orientasi serat searah memiliki kekuatan dan *modulus elastisitas* maksimum pada arah *axis* serat sehingga pembebanan pada matrik tersalurkan secara vertikal dan merata pada serat. Nilai *modulus elastisitas* ini menunjukkan ukuran ketahanan suatu material dalam menahan beban sebelum patah.

Berdasarkan (Tabel 5.2) hasil pengujian kuat tarik dari komposit untuk orientasi serat searah, melintang dan serat anyam, maka dapat diperoleh suatu grafik perbandingan dari ketiga orientasi serat tersebut. Sehingga dapat terlihat dengan jelas perbedaan nilai kuat tarik dan nilai *modulus elastisitas* dari masing-masing variasi. Hasil kuat tarik dari ketiga orientasi dapat dilihat pada (Gambar 5.4) berikut.



**Gambar 4** Grafik perbandingan kuat tarik untuk orientasi serat searah, melintang dan anyam

Selain grafik perbandingan kuat tarik, diperoleh juga grafik perbandingan nilai *modulus elastisitas* dari ketiga orientasi arah serat. Bentuk grafiknya dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



**Gambar 5** Grafik perbandingan *modulus elastisitas* untuk orientasi serat searah, melintang dan anyam

Berdasarkan hasil pengujian kuat tarik terhadap perubahan komposisi pada orientasi serat menunjukkan bahwa nilai kuat tarik terbaik terdapat pada komposisi serat 50% dengan orientasi serat searah, dimana nilai kuat tariknya sebesar 30 MPa. Nilai kuat tarik sesuai standar SNI 03-2105-2006 sebagai pengganti papan partikel setara dengan 0,406 MPa. Hal ini menandakan bahwa komposit serat yang dibuat memiliki kekuatan dan ketahanan yang lebih baik.

## KESIMPULAN

1. Orientasi serat mempengaruhi nilai kuat tarik dan *modulus elastisitas*, orientasi serat dengan nilai terbaik adalah orientasi serat anyam. Orientasi serat anyam dapat menerima nilai tegangan secara lebih merata daripada orientasi serat searah dan melintang. Sedangkan nilai kuat tarik dan *modulus elastisitas* terendah terjadi pada orientasi serat melintang karena tidak ada penguatan pada sumbu tariknya.
2. Komposisi komposit mempengaruhi nilai kuat tarik dan *modulus elastisitas*, komposisi serat searah 50% memiliki nilai kuat tarik tertinggi. Pada komposisi serat searah 50% ini terjadi penguatan maksimum pada arah *axis* serat sehingga pembebanan pada matrik tersalurkan secara vertikal dan merata pada serat. Sedangkan nilai kuat tarik dan *modulus elastisitas* terendah terjadi pada komposisi serat melintang 30%.

## REFERENSI

- [1] Amin, M, ST. MT, Drs. Samsudi R.ST. 2010. *Pemanfaatan limbah serat sabut kelapa sebagai bahan pembuatan Helm Pengendara Kendaraan Roda Dua, Prosiding Seminar Nasional UNIMUS 2010 ISBN : 978.979.704.883.9*
- [2] Bakri,dkk. 2014. *Pengaruh Lingkungan Komposit Serat Sabut Kelapa Untuk Aplikasi Baling-Baling Kincir Angin*. Palu : Jurusan Teknik Mesin Universitas Tadulako.
- [3] Billmeyer, F. 1984. *Text Book of Polymer Science*. New York : Shonwiley & Sons.
- [4] Fajri, Rahmat Iskandar, Tarkono dan Sugiyanto. *Studi Sifat Mekanik Komposit Serat Sansevieria Cylindrica Dengan Variasi Fraksi Volume Bermatrik Polyester*. Lampung : Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
- [5] Gibson, Ronald F. 1994. *Principle Of Composite Material Mechanics*. New York : Mc Graw Hill, Inc.
- [6] Hibbeler, R.C. 2011. *Mechanics of Materials Eight Edition*. Amerika : Prentice Hall.
- [7] Jones, R.M. 1975. *Mechanics of Composite Materials*. Washington DC: Scripta Book Company.
- [8] Leiwakabessy, Arthur Yanny. 2013. *Perubahan Sifat Mekanis Komposit Hibrid Polyester yang Diperkuat Serat Sabut Kelapa dan Serat Ampas Empulur Sagu*. Malang : Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- [9] Munandar, Imam. 2013. *Sifat Mekanik dan sifat Fisis pada Serat Ijuk*. Bandar Lampung : Universitas Lampung.
- [10] Nash WA. 1998. *Strength of Materials 4th edition*. Great Britain : McGraw-Hill Book Company.
- [11] Purwanto, Eko Heri. 2009. *Sifat Fisis Dan Mekanis Fraksi Volume 5%, 10%, 15%, 20%, 25% Core Arang Bamboo Apus Pada Komposit Sandwich Dengan Cara Tuang*. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [12] Roe P.J. dan Ansel M.P., “*Jute-reinforced polyester Composites*”, UK., Journal of Materials Science 20, 1985. pp. 4015-4020.