

## PENGARUH SIFAT MEKANIK KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA BERMATRIK POLYESTER TERHADAP PENGUJIAN TARIK

Delza Alvariza Farrel<sup>1</sup>, Yuliyanto<sup>2</sup> dan Zulfitriyanto<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Mesin Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung  
1,2 dan 3

Email:delzasungailiat21@gmail.com<sup>1</sup>,yuliyanto@polmanbabel.ac.id<sup>2</sup> dan  
zulfitriyanto@polman-babel.ac.id<sup>3</sup>

### Abstrak

Di era teknologi yang mulai berkembang, penggunaan serat alam sebagai komposit mulai banyak digunakan. Misalnya serat sabut kelapa sebagai material komposit. Material komposit memiliki sifat mekanik yang kuat, tahan korosi, ringan, dan dapat digunakan sebagai material pengganti logam. Karena banyaknya keunggulan serat sabut kelapa dipilih digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat suatu bahan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kekutan tarik dan lentur komposit berpenguat serat sabut kelapa dengan fraksi volume 6% - 15 mm, 8% - 20 mm, 10% - 25 mm, dengan diameter serat 0,5 - 1 mm dan perlakuan alkali (NaOH) selama 2 jam dengan kadar 5%. Pengujian tarik dilakukan dengan menggunakan standar ASTM D638 sedangkan pengujian lentur menggunakan ASTM D790. Pengujian dilakukan dengan metode hand lay-up. Hasil pengujian tarik tertinggi terdapat pada fraksi volume 6% dengan panjang serat 15 mm yaitu sebesar 19,4 Mpa. Nilai rata-rata modulus elastisitas tertinggi dihasilkan dari variasi fraksi volume 6% dengan panjang serat 15 mm yaitu sebesar 3766 Mpa. Nilai Kekuatan lentur tertinggi terdapat pada fraksi volume 6% dengan panjang serat 15 mm yaitu sebesar 70,70 Mpa. Hal ini dikarenakan semakin pendek panjang serat maka lebih mudah untuk ditata pada saat proses pembuatannya, ketika dicampur dengan resin, maka seluruh serat dapat menempel dengan resin secara sempurna, sehingga komposit tidak gampang patah jika diberikan beban pada saat proses pengujian. Berdasarkan standarisasi pengujian tarik, untuk nilai hasil uji tarik dari penelitian ini tidak memenuhi standar. Untuk nilai modulus elastisitas dari penelitian ini sudah memenuhi standar.

*Kata kunci : Komposit, Poliester, Uji Tarik, Fraksi Volume*

### Abstract

*In the era of developing technology, the use of natural fibers as composites has begun to be widely used. For example, coconut fiber as a composite material. Composite materials have strong mechanical properties, corrosion resistance, light weight, and can be used as a metal replacement material. Because of the many advantages of coco fiber, it was chosen to be used to improve the properties of a material. The purpose of this study was to determine the value of the tensile and flexural strength of coco fiber-reinforced composites with volume fractions of 6% - 15 mm, 8% - 20 mm, 10% - 25 mm, with fiber diameters of 0.5 - 1 mm and alkali treatment ( NaOH) for 2 hours at a rate of 5%. Tensile testing is carried out using ASTM D638 standard*

*while flexural testing is using ASTM D790. The test is done by hand lay-up method. The highest tensile test results are found in the volume fraction of 6% with a fiber length of 15 mm, which is 19.4 MPa. The highest average value of elastic modulus resulted from a volume fraction variation of 6% with a fiber length of 15 mm, which was 3766 Mpa. The highest flexural strength value is found in the volume fraction of 6% with a fiber length of 15 mm, which is 70.70 Mpa. This is because the shorter the length of the fiber, the easier it is to arrange during the manufacturing process, when mixed with resin, all the fibers can stick to the resin perfectly, so that the composite is not easily broken if it is given a load during the testing process. Based on the standardization of tensile testing, the value of the tensile test results from this study did not meet the standards. For the value of the modulus of elasticity of this research has met the standard.*

*Keywords : Composite, Polyester, Tensile Test, Volume Fraction*

## **Pendahuluan**

Di era teknologi yang mulai berkembang saat ini penggunaan serat alam sebagai komposit mulai banyak digunakan, misalnya serat sabut kelapa sebagai material komposit. Material komposit memiliki sifat mekanik yang kuat, tahan korosi, ringan, dan dapat digunakan sebagai material pengganti logam. Karena banyaknya keunggulan serat sabut kelapa dipilih dan dapat digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat suatu bahan. Serat sabut kelapa dapat diambil dengan mudah dan diproduksi dengan memanfaatkan limbah sabut kelapa yang terdapat di sekitar masyarakat.

Menurut Indahyani (2011), sabut kelapa merupakan bagian utama dan terbesar dari buah kelapa, karena merupakan 35% dari total berat buah. Sabut kelapa terdiri dari serat dan gabus yang saling menghubungkan antara satu serat dengan serat lainnya. Pemanfaatan limbah sabut kelapa masih kurang diperhatikan, dan pengolahannya kurang produktif. Komposit ini tidak berbahaya bagi kesehatan sehingga penggunaannya dapat terus dikembangkan guna menghasilkan komposit yang lebih sempurna dan efisien (Fery Ferdianto, 2020).

Dilakukan penelitian pada pembuatan komposit menggunakan resin *epoxy* dengan diperkuat serbuk sabut kelapa dibuat sebanyak 15 spesimen menggunakan ukuran 2,36 mm sebagai perbandingan berikut: 1. Serbuk sabut kelapa 34% + resin *epoxy* 66% 2. Serbuk sabut kelapa 41% + 59% resin *epoxy* 3. 47% serbuk sabut kelapa + 53% resin *epoxy* 4. 52% serbuk sabut kelapa + 48% resin *epoxy* 5. 58% serbuk sabut kelapa + 42% resin *epoxy* memperoleh 2 hasil yaitu 1. Hasil dari penelitian komposit adalah didapatkan nilai kekuatan tarik maksimum tertinggi pada variasi 41% serbuk kelapa + 59% resin *epoxy* yaitu 3,88 N/mm<sup>2</sup>, dikarenakan serbuk dan resin tercampur dengan baik dan saling mengikat sehingga menghasilkan nilai tegangan yang paling tinggi dibanding dengan variasi yang lain. Hasil variasi regangan tarik maksimum tertinggi adalah serbuk 58% dan resin *epoxy* 42% yaitu 0,30%, hal ini dikarenakan persentase serbuk lebih tinggi dari resin sehingga spesimen dapat mempertahankan pertambahan panjang dan menghasilkan nilai regangan tertinggi dibandingkan dengan variasi lainnya. Hasil nilai modulus elastisitas maksimum tertinggi variasi serbuk 47% dan resin 53% yaitu sebesar 80,83N/mm<sup>2</sup>, 2. Hasil uji foto mikrostruktur menunjukkan bukti bahwa komposit serabut kelapa dengan ukuran 2,36 mm dengan matriks *epoxy* (Fery Ferdianto, 2020).

Penelitian sabut kelapa dengan perlakuan alkalisasi NaOH dengan kadar 6% selama 3 jam didalam wadah tertutup. Komposit serat sabut kelapa dilakukan proses pemsan dimasukkan ke dalam oven pada suhu 60°C, selama 8 jam perlakuan serat yang kedua yaitu serat dimasukkan ke dalam oven pada suhu 140°C selama 10 jam. Kekuatan tarik komposit serat kelapa dengan resin *polyester* dengan perlakuan panas dan perlakuan alkali menunjukkan hasil uji tarik komposit serat kelapa dengan resin *polyester* bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada komposit dengan perlakuan serat yang dicampuran alkalisasi dengan kadar 6% selama 3 jam ditambah perlakuan panas 140°C selama 10 jam yaitu 54,20 MPa. Kekuatan tarik terendah terdapat pada serat tanpa perlakuan yaitu sebesar 31,83 Mpa, dan untuk modulus tarik, hasil uji tarik dengan modulus tarik terbesar terdapat pada serat yang diberi perlakuan campuran alkali dengan kadar 6% selama 3 jam ditambah perlakuan panas pada suhu 140°C selama 10 jam sebesar 1.314,03 MPa. Modulus tarik terendah adalah serat tanpa perlakuan sebesar 914,12 Mpa (Teguh Wiyono, 2015).

Penelitian tentang komposit serat kelapa dengan perendaman NaOH 5% dengan fraksi volume 5%, 10%, 15%. Spesimen uji tarik di cetak mengikuti standar ASTM D3090. Setelah itu dilakukan uji tarik dan uji lentur, dengan standar yang digunakan ASTM D790 – 03. Hasilnya bahwa penambahan serat serabut kelapa pada komposit dapat mempengaruhi peningkatan tegangan tarik dan lentur (I Gede Ryan Trisna Wirawan, Pengaruh Fraksi Berat Terhadap Kekuatan Tarik Dan Lentur Komposit Polyester Serat Serabut Kelapa, 2018).

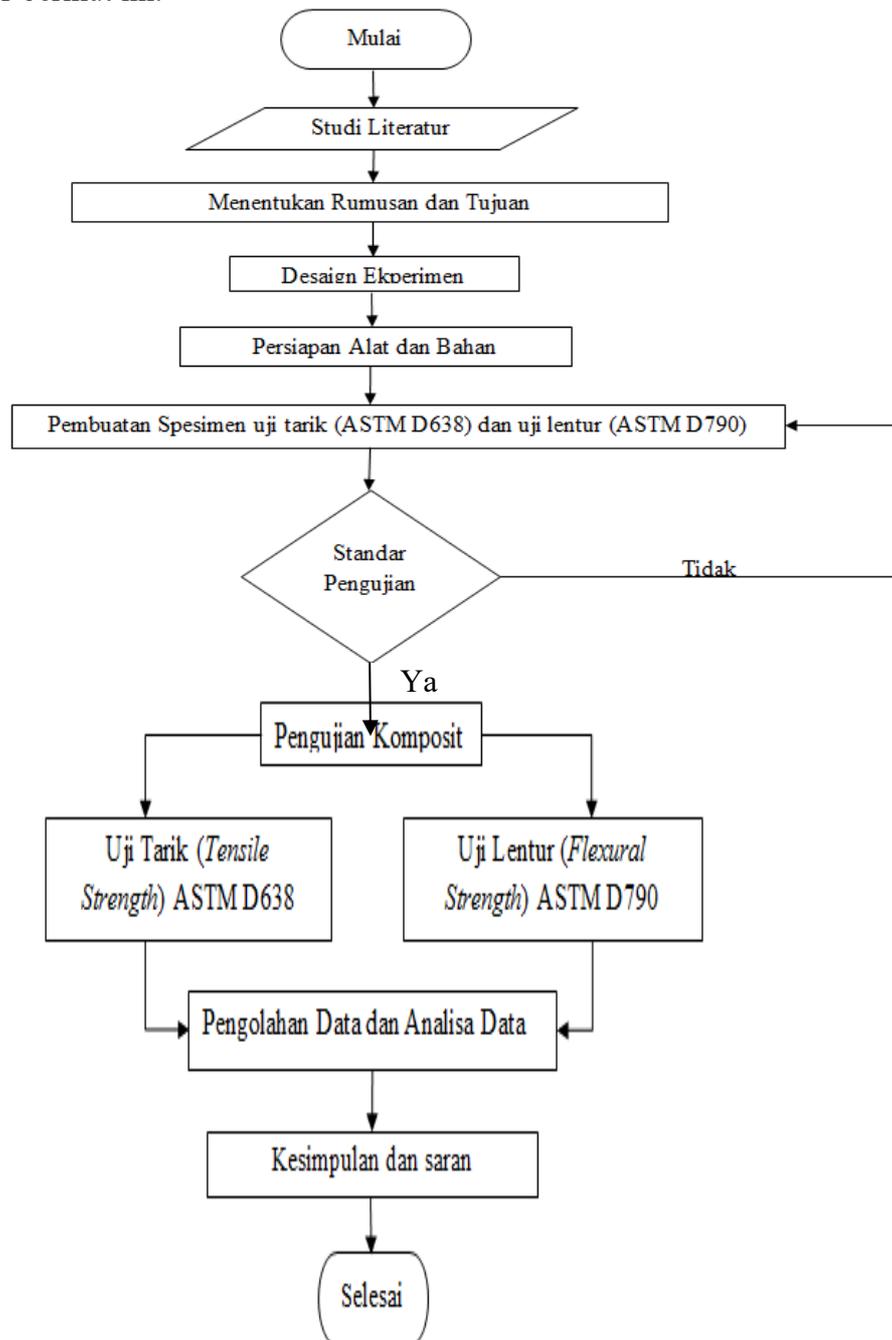
Penelitian tentang komposit serat sabut kelapa dengan perendaman di air murni (H<sub>2</sub>O) dan dilarutkan NaOH dengan kadar 5%, setelah itu dilakukan proses pemanasan pada suhu 80°C, sehingga dilakukan penelitian komposit yang diperkuat serat sabut kelapa lurus dengan ditambah perlakuan alkali selama 2 jam dan tanpa perlakuan alkali dengan variasi fraksi volume serat yaitu (V<sub>f</sub>) 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60% dan 70% dengan resin *polyester* BQTN 157. Hasilnya nilai momen lentur tanpa perlakuan optimum pada Fraksi Volume (fv) serat 30% dengan nilai 6000Nmm. Sedangkan untuk tegangan lentur tanpa perlakuan menunjukkan nilai optimum pada (fv) 40% serat dan 60% resin dengan nilai 101.4501549 MPa. Dan pada serat sabut kelapa yang diberi perlakuan NaOH atau larutan alkali, nilai momen lentur optimal diperoleh pada (fv) serat 30% dan resin 70% dengan nilai 6366.666667 Nmm, dan nilai tegangan lentur optimum terdapat pada (fv) 30% serat dan 70% resin. dengan nilai 115.0558681 MPa. Karena itu, sabut kelapa yang diberi perlakuan NaOH selama 2 jam dengan perbedaan fraksi volume dengan orientasi serat lurus dapat berpengaruh terhadap peningkatan kekuatan lentur dari suatu komposit (Jonathan, 2013).

Berdasarkan ringkasan jurnal jurnal diatas, tujuan penelitian ini adalah untuk untuk mengetahui nilai kekutan tarik dan kekuatan lentur komposit serat kelapa dengan fraksi volume 15 mm, 20 mm, 25 mm, dengan diameter serat 0,5 - 1 mm dengan perlakuan alkali (NaOH) selama 2 jam dengan kadar 5%. Dengan proses pengujian tarik menggunakan standar ASTM D638 dan pengujian kelenturan dengan standar ASTM D790 – 03. Menggunakan teknik *hand lay-up*, harapan dilakukannya penelitian ini agar mendapatkan hasil yang terbaik untuk digunakan sebagai bahan pengganti yang cocok dan bermanfaat untuk bidang ilmu pengetahuan dan teknologi di perindustrian.



### Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap, dimulai dengan penentuan judul, persiapan bahan, pencetakan sampel dan pengujian. Setelah dilakukan pengujian dan mendapatkan hasil karakteristik yang maksimal, penelitian dilanjutkan dengan pembuatan sampel untuk melihat pengaruh panjang serat dan fraksi volume bahan komposit bertulang serat sabut kelapa. Setelah mendapatkan hasil keseluruhan, menganalisis data dan menarik beberapa kesimpulan. Proses selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.



## Persiapan alat dan bahan

### Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

1. Serat Sabut Kelapa  
Serat Sabut Kelapa yang digunakan memiliki variasi panjang dan fraksi 15mm, 20 mm, dan 25 mm, diameter 0,5 - 1 mm.



Gambar 2. Serat Sabut Kelapa.

2. Resin polyester BQTN 157  
Matriks yang digunakan yaitu resin polyester BQTN 157 dan hardener yang dipakai adalah tipe MEKPO (*Methyl Ethyl Ketone Peroxide*).



Gambar 3. Resin polyester BQTN 157.

3. Alkali (NaOH)  
NaOH digunakan untuk menghilangkan kotoran atau lignin pada serat dengan kadar 5% dengan waktu perendaman selama 2 jam.



Gambar 4. Larutan NaOH.

4. Wax  
Wax yang digunakan adalah jenis mirror glaze berfungsi sebagai pelapis antara bidang cetakan dengan spesimen sehingga kedua bagian cetakan dan spesimen tidak saling menempel jika sudah mengeras.

# Pengaruh Sifat Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa Bermatrik Polyester Terhadap Pengujian Tarik dan Kelenturan



Gambar 5. Wax.

## Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Mesin uji tarik dan uji lentur *Zwick Roell Z020*.



Gambar 6. Mesin uji tarik dan uji lentur *Zwick Roll Z020*.

2. Timbangan digital

Timbangan yang digunakan untuk menimbang serat dan matriks yaitu timbangan digital, seperti yang terlihat pada Gambar 3.7. di bawah ini.



Gambar 7. Timbangan Digital.

3. Cetakan Komposit

Cetakan digunakan untuk mencetak papan spesimen komposit serat pandan duri bermatrik polyester. Menggunakan 1 macam cetakan karena cetakan untuk uji tarik dan uji lentur menggunakan standar ASTM yang berbeda.



Gambar 1. Cetakan Uji Tarik (ASTM D638).



Gambar 2. Cetakan Uji Lentur ( ASTM D790).

### Hasil dan Pembahasan

Analisis data menggunakan menggunakan Metode Eksperimen langsung, dimana akan dilihat pengaruh perbandingan komposit (fraksi volume matriks dan serat) 94%:6%, 92%:8% 90%:10% menggunakan variasi panjang serat 15 mm, 20 mm, dan 25 mm dengan diameter 0,5 – 1 mm. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik dan lentur. Dari data tersebut akan diketahui berapakah nilai Optimum dari perbandingan komposit tersebut sehingga menghasilkan data yang *valid* dan benar.

### Hasil Pengujian Tarik

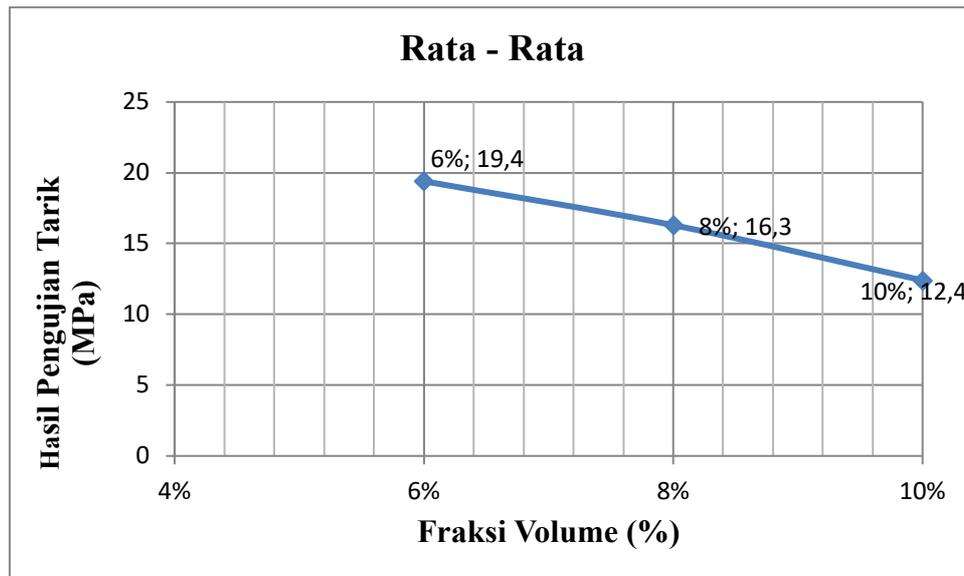
Berdasarkan dari hasil pengujian tarik yang telah dilakukan, diperoleh hasil kekuatan tarik serat pandan duri dari masing-masing fraksi dan panjang serat. Adapun data hasil pengujian untuk kekuatan tarik dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 1. Hasil Pengujian Spesimen Tarik.

No	Panjang Serat (mm)	Fraksi Volume (%)	Kekuatan Tarik (Mpa)			Rata-rata Mpa
			Spesimen			
			1	2	3	
1	15 mm	94 : 6 %	19,2	20,2	19,0	19,4
2	20 mm	92 : 8 %	16,2	16,9	16,0	16,3
3	25 mm	90 : 10 %	12,0	12,7	12,7	12,4

Berdasarkan tabel 1 jika dibuat dalam bentuk grafik maka didapatkan grafik seperti yang terlihat dibawah ini:





Gambar 10. Grafik hasil Uji Tarik *Universal Testing Machine*.

Berdasarkan pengujian tarik yang telah dilakukan pada tabel diatas. Bahwa setiap fraksi volume dan panjang serat memiliki tegangan tarik yang berbeda. Kekuatan tarik tertinggi terdapat pada fraksi volume 6% dengan panjang serat 15 mm yaitu sebesar 19,4 Mpa. Hal ini diakibatkan karena pada proses pembuatan komposit serat pendek lebih mudah untuk ditata, sehingga apabila dicampur dengan resin, maka seluruh serat dapat menempel dengan resin secara sempurna. Sedangkan, nilai tegangan tarik terendah terdapat pada fraksi volume 10% dengan panjang serat 25 mm memiliki kekuatan tarik yaitu sebesar 12,4 Mpa, hal ini disebabkan semakin banyak serat pada komposit maka komposisi serat akan lebih padat sehingga mempersulit resin / matrik masuk kesela-sela serat secara merata, akibatnya banyak void – void atau lubang – lubang kecil yang membuat kekuatannya menurun dan resin tidak dapat mengikat seluruh bagian serat secara sempurna.

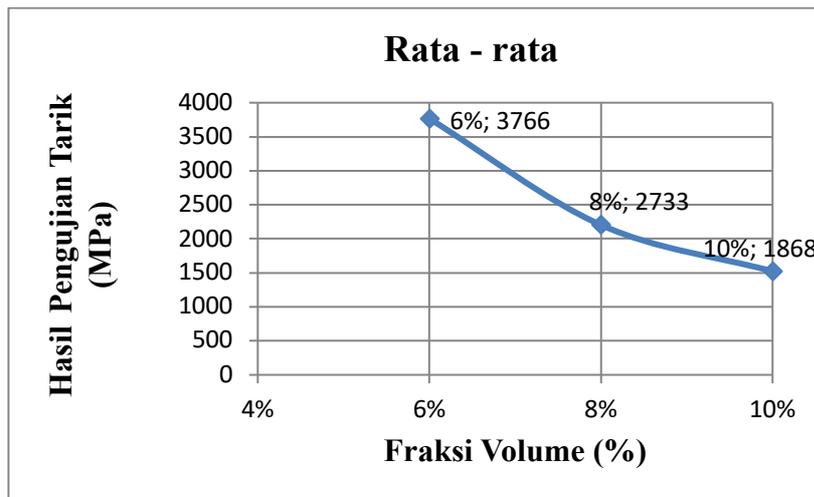
#### 4.2.2 Hasil Tabel dan Grafik Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas atau modulus young merupakan ukuran dari suatu kekakuan material yang menggambarkan berapa banyak tekanan yang diperlukan untuk meregangkan suatu material hingga mencapai dua kali panjang awal. Salah satu data yang dicantumkan dalam pengujian tarik yaitu modulus elastisitas, berikut adalah Tabel dan grafik modulus elastisitas hasil dari pengujian tarik spesimen komposit serat sabut kelapa.

Tabel 2. Modulus Elastisitas.

No	Panjang Serat (mm)	Fraksi Volume (%)	Kekuatan Tarik (Mpa)			Rata-rata Mpa
			Spesimen			
			1	2	3	
1	15 mm	94 : 6 %	3760	3810	3729	3766
2	20 mm	92 : 8 %	2790	2650	2760	2733
3	25 mm	90 : 10 %	1860	1880	1865	1868

Berdasarkan Tabel 4 diatas jika dibuat dalam bentuk grafik maka didapatkan bentuk grafik seperti yang ada dibawah ini.



Gambar 11. Grafik Modulus Elastisitas Hasil Pengujian Tarik.

Dari gambar 11 menunjukkan bahwa nilai rata-rata modulus elastisitas tertinggi dihasilkan dari pengujian tarik komposit yang berpenguat serat sabut kelapa, yang dimana pada variasi fraksi volume 6% dengan panjang serat 15 mm yaitu sebesar 3766 Mpa dan nilai modulus elastisitas terendah terdapat di variasi fraksi 10% dengan panjang serat 25mm sebesar 1868 Mpa. Hal ini dikarenakan hasil dari tegangan kekuatan tarik yang dibagi dengan regangan, jadi dapat dikatakan bahwa semakin sedikit komposisi serat didalam komposit dan semakin pendek seratnya dapat mempengaruhi nilai kekuatan tarik dari suatu komposit.

#### 4.2. Hasil Pengujian Uji Lentur

Setelah dilakukan pengujian lentur terhadap spesimen komposit berpenguat serat sabut kelapa didapatkan hasil nilai rata-rata kekuatan lentur. Fraksi volume 6%, 8%, 10% dengan masing – masing panjang serat 15 mm, 20 mm, 25 mm, dan diameter 0,5 – 1 mm.

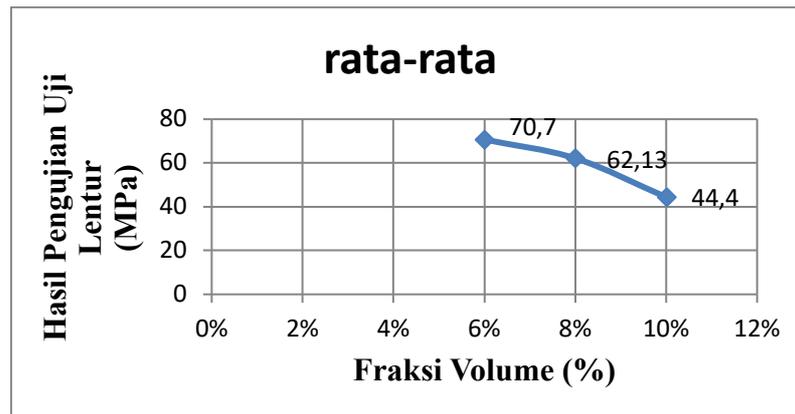
#### 4.3 Hasil Kekuatan Uji Lentur

Berdasarkan dari hasil pengujian tarik yang telah dilakukan, didapatkan hasil kekuatan tarik serat sabut kelapa dari masing-masing fraksi dan panjang serat. Adapun data hasil pengujian untuk kekuatan tarik dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 1. Hasil Pengujian Spesimen Lentur

No	Panjang Serat (mm)	Fraksi Volume (%)	Kekuatan Tarik (Mpa)			Rata-rata Mpa
			Spesimen			
			1	2	3	
1	15 mm	94 : 6 %	71,9	70,81	69,4	70,70
2	20 mm	92 : 8 %	62,6	61,4	62,4	62,13
3	25 mm	90 : 10 %	43,4	45,6	44,2	44,4

Berdasarkan Tabel 5. Jika dibuat dalam bentuk grafik maka didapatkan grafik seperti yang terlihat dibawah ini



Gambar 4. 1 Grafik Hasil Uji Lentur (*Flexural Strength*)

Berdasarkan pengujian lentur yang dilakukan pada tabel diatas. Bahwa setiap fraksi volume dan panjang serat memiliki ketahanan pembebanan titik lentur dan keelastisitas yang berbeda. Nilai Kekuatan lentur tertinggi terdapat pada fraksi volume 6% dengan panjang serat 15 mm yaitu sebesar 70,70 Mpa. Hal ini diakibatkan karena komposit yang menggunakan serat pendek lebih mudah untuk ditata, dan apabila dicampur dengan resin, maka seluruh serat dapat menempel dengan resin secara sempurna, sehingga komposit tidak gampang patah jika diberikan beban dan menjadi elastis. Sedangkan, nilai kekutan lentur terendah terdapat pada fraksi volume 10% dengan panjang serat 25 mm yang memiliki nilai kekuatan tarik yaitu sebesar 44,4 Mpa, hal ini dikarenakan semakin banyak serat pada suatu komposit maka komposisi serat akan lebih padat sehingga mempersulit resin / matrik masuk kesela-sela serat secara merata, akibatnya banyak void – void atau lubang – lubang kecil yang membuat kekuatannya menurun dan resin tidak dapat mengikat seluruh bagian serat secara sempurna dan membuat komposit mudah patah atau getas.

### Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan data-data yang didapatkan maka disimpulkan bahwa nilai tegangan tarik tertinggi dan modulus elastisitas tertinggi komposit berpenguat serat sabut kelapa terjadi di fraksi volume 6% dengan panjang serat 15 mm yaitu sebesar 19,4 Mpa dan nilai modulus elastisitas sebesar 3766 Mpa. Hal ini diakibatkan karena semakin pendek serat maka lebih mudah untuk ditata pada saat proses pembuatannya, ketika dicampur dengan resin, maka seluruh serat dapat menempel dengan resin secara sempurna dan dapat mempengaruhi nilai kekuatan tarik dari suatu komposit. Nilai Kekuatan lentur tertinggi terdapat pada fraksi volume 6% dengan panjang serat 15 mm yaitu sebesar 70,70 Mpa. Hal ini diakibatkan karena komposit yang menggunakan serat pendek lebih mudah untuk ditata, dan apabila dicampur dengan resin, maka seluruh serat dapat menempel dengan resin secara sempurna, sehingga komposit tidak gampang patah jika diberikan beban dan menjadi elastis.



### Bibliography

- Achmad Jusuf Zulfikar, M. Y. ( Sept 2021). Analisis Signifikansi Roda Skateboard Berbahan Komposit Serbuk Batang Pisang Terhadap Perfoma Kecepatan Dengan Metode Anova. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi* , 83.
- Bisma Faris Santoso, F. M. (Oktober 2021). Analisis Kekuatan Material Komposit Serabut Kelapa Hasil Metode Press Hand Lay-Up Dengan Curring Oven Pada Variabel Waktu . *Seminar Nasional Industri Dan Teknologi (Snit)*, 198 - 3 .
- Budha Maryanti, A. A. (2011). Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik. *Jurnal Rekayasa Mesin Vol.2, No. 2*, 123.
- Chairul Iswa, B. M. (2018). Analisis Perbandingan Kekuatan Variasi Fraksi Volume Komposit Serat Ijuk Terhadap Sifat Mekanis Komposit Dengan Matriks Resin Epoksi . *Snitt- Politeknik Negeri Balikpapan*, 39.
- Fery Ferdianto, S. (2020). Analisa Komposit Diperkuat Serbuk Serabut Kelapa Bermatrik Epoxy Terhadap Kekuatan Tarik. *Jurnal Mesin Sains Terapan Vol. 4 No. 2*, 80-82.
- Herwandi, R. N. (2015). Pengaruh Peningkatan Kualitas Serat Resam Terhadap Kekuatan Tarik, Flexure Dan Impact Pada Matriks Polyester Sebagai Bahan Pembuatan Dashboard Mobil. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1.
- Hidayat, S. ( 2019 ). Analisis Kekuatan Laminat Komposit Dengan Sabut Kelapa Sebagai Serat Penguat . *Seminar Nasional – Xviii Issn 1693-3168 Rekayasa Dan Aplikasi Teknik Mesin Di Industri*, 28.
- I Gede Putu Agus Suryawan, N. S. (2019). Kekuatan Tarik Dan Lentur Pada Material Komposit Berpenguat Serat Jelatang. *Jurnal Energi Dan Manufaktur Vol. 12 No.1*, 9.
- I Gede Ryan Trisna Wirawan, I. W. (2018). Pengaruh Fraksi Berat Terhadap Kekuatan Tarik Dan Lentur Komposit Polyester Serat Serabut Kelapa. *Jurnal Ilmiah Teknik Desain Mekanika Vol. 7 No. 2*, 1.
- I Gede Ryan Trisna Wirawan, I. W. (April 2018). Pengaruh Fraksi Berat Terhadap Kekuatan Tarik Dan Lentur Komposit Polyester Serat Serabut Kelapa. *Jurnal Ilmiah Teknik Desain Mekanika Vol. 7 No. 2*, 1.
- Indahyani, T. (2011). Pemanfaatan Limbah Sabut Kelapa Pada Perencanaan Interior Dan Furniture Yang Berdampak Pada Pemberdayaan Masyarakat Miskin. *H U M A Nio R A Vol.2 No.1*, 16-17.
- Indahyani, T. (April 2011). Pemanfaatan Limbah Sabut Kelapa Pada Perencanaan Interior Dan Furniture Yang Berdampak Pada Pemberdayaan Masyarakat Miskin . *H U M A Nio R A Vol.2 No.1*, 16-17.
- Irwanto, S. R. (2014). Analisis Kekuatan Tarik Dan Struktur Komposit Berpenguat Serat Alam Sebagai Bahan Alternative Pengganti Serat Kaca Untuk Pembuatan Dashboard. *Momentum*, 43.
- Jonathan, O. (2013). Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Dari Serat Sabut Kelapa. *Jurnal Poros Teknik Mesin Unsrat*, 3.
- Jonathan, O. (2013). Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Dari Serat Sabut Kelapa . *Jurnal Poros Teknik Mesin Unsrat*, 3.
- Kaidir, H. P. (2021). Analisa Sifat Mekanik Komposit Polyester Berpenguat Serat Sabut Kelapa Dengan Perendaman Menggunakan Kadar Alkohol 10%. *Abstrak Dan Artikel Teknik Mesin Wisuda 76*, 4.

Pengaruh Sifat Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa Bermatrik Polyester Terhadap  
Pengujian Tarik dan Kelenturan

- Kusumastuti, A. (2009). Aplikasi Serat Sisal Sebagai Komposit Polimer . *Jurnal Kompetensi Teknik*, 27.
- Ludi Hartanto. (2009). Study Perlakuan Alkali Dan Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Bending, Tarik, Dan Impak Komposit Berpenguat Serat Rami Bermatriks Polyester Bqtn 157. *Skripsi, Program Sarjana Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta*.
- Muhammad Arsyad, Y. K. (2020). Efek Perlakuan Natrium Hidroksida Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Sabut Kelapa . *Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat* , 19.
- Pratomo, Q. H. (2015). Analisis Pengaruh Variasi Fraksi Volume Terhadap Sifat Mekanik Komposit Hibrid Poliester Dengan Filler Alami Serat Sekam Padi Dan Serat Sabut Kelapa . *Jurnal Rekayasa Mesin*, 81.
- Priyanto, S. (2018). Analisa Kekuatan Tarik Komposit Polyester Berpenguat Serat Pandan Wangi (*Pandanus Amaryllifolius*) Dan Sekam Padi (Sekam Padi). *Chemical Information And Modeling* , 7-9.
- Rafael Damian Neno Bifel, E. U. (2015). Pengaruh Perlakuan Alkali Serat Sabut Kelapa Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester. *Ljtmu: Vol. 02, No. 01*, 62.
- Robert Denti Salindeho, J. S. (2013). Pemodelan Pengujian Tarik Untuk Menganalisis Sifat Mekanik Material. *E-Journal Unsrat*, 4.
- Setyoko, A. F. (2014). Studi Kelayakan Mekanik Komposit . *Jurnal.Unimus.Ac.Id*, 1.
- Teguh Wiyono, L. W. (September 2015). Pengaruh Perlakuan Awal Serat Kelapa Terhadap Sifat Mekanik Pada Komposit Serat Kelapa Perekat Resin Polyester. *Edisi. 14/Atw/September/2015*, 27-30.
- Tomi Buli, B. M. (September 2021 ). Analisis Kekuatan Tarik Komposit Serabut Kelapa Merah Dengan Fraksi Volume Menggunakan Resin Epoxy. *Jurnal Rekayasa Mesin Dan Inovasi Teknologi*, 116.
- Wirawan, I. W. (2018). Pengaruh Fraksi Berat Terhadap Kekuatan Tarik Dan Lentur Komposit Polyester Serat Serabut Kelapa. *Jurnal Ilmiah Teknik Desain Mekanika Vol. 7 No. 2*, 1.