

## ANALISA KEKUATAN TARIK DAN LENTUR KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT DAUN NANAS (*ANANAS COMOSUS*) DENGAN KONFIGURASI *CROSS-PLY LAMINATE*

Aminur<sup>1</sup>, Sudarsono<sup>2</sup>, Bahar<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo, Indonesia  
Email: aminur@uho.ac.id

### Abstrak

Komposit adalah suatu jenis bahan baru yang merupakan hasil rekayasa, terdiri dari dua atau lebih bahan, dengan sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya baik dari sifat kimia maupun fisiknya. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui nilai kekuatan tarik dan lentur komposit serat daun nanas dengan konfigurasi *cross-ply laminate* dengan arah sudut susunan serat  $[0, 90^\circ, 0^\circ]$ ,  $[45^\circ, -45^\circ, 45^\circ]$  dan  $[30^\circ, -30^\circ, 30^\circ]$ . Penelitian ini menggunakan arah susunan serat  $[0, 90^\circ, 0^\circ]$ ,  $[45^\circ, -45^\circ, 45^\circ]$  dan  $[30^\circ, -30^\circ, 30^\circ]$  dengan konfigurasi *cross-ply laminate* dan menggunakan. Komposit dibuat pada cetakan komposit berukuran  $P = 190$  mm,  $L = 90$  mm dan  $t = 5$  mm. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengaruh sudut orientasi serat daun nanas terhadap nilai tegangan tarik rata-rata komposit dengan konfigurasi *cross-ply laminate* serat daun nanas dengan nilai tegangan tarik tertinggi ditunjukkan oleh arah serat dengan sudut  $[30^\circ, -30^\circ, 30^\circ]$  sebesar 27,611 MPa, sedangkan nilai komposit terendah dengan sudut  $[45^\circ, -45^\circ, 45^\circ]$  sebesar 19,407 MPa. Nilai tegangan lentur tertinggi terdapat pada komposit dengan sudut orientasi  $[0, 90^\circ, 0^\circ]$  dengan nilai rata-rata sebesar 59,002 MPa, sedangkan komposit dengan sudut orientasi serat  $[45^\circ, -45^\circ, 45^\circ]$  memiliki nilai tegangan lentur lebih rendah sebesar 32,974 MPa.

**Kata Kunci:** Uji tarik, lentur, serat daun nanas, konfigurasi *cross-ply laminate*

### Abstract

*Composite is a new type of material which is the result of engineering, consisting of two or more materials, with the properties of each material being different from each other both in terms of chemical and physical properties. The aim of this research is to determine the tensile and flexural strength values of pineapple leaf fiber composites with a cross-ply laminate configuration with fiber arrangement angles  $[0, 90^\circ, 0^\circ]$ ,  $[45^\circ, -45^\circ, 45^\circ]$  and  $[30^\circ, -30^\circ, 30^\circ]$ . This research uses fiber arrangement directions  $[0, 90^\circ, 0^\circ]$ ,  $[45^\circ, -45^\circ, 45^\circ]$  and  $[30^\circ, -30^\circ, 30^\circ]$  with a cross-ply laminate configuration and uses. The composite was made in a composite mold measuring  $P = 190$  mm,  $L = 90$  mm and  $t = 5$  mm. The results of this research show that the influence of the pineapple leaf fiber orientation angle on the average tensile stress value of composites with pineapple leaf fiber cross-ply laminate configuration with the highest tensile stress value is shown by the fiber direction at an angle of  $[30^\circ, -30^\circ, 30^\circ]$  amounted to 27,611 MPa, while the lowest composite value with the angle  $[45^\circ, -45^\circ, 45^\circ]$  was 19,407 MPa. The highest bending stress value is found in the composite with an orientation angle of  $[0, 90^\circ, 0^\circ]$  with an average value of 59.002 MPa, while the composite with a fiber orientation angle of  $[45^\circ, -45^\circ, 45^\circ]$  has a higher bending stress value. low at 32.974 MPa.*

**Keywords:** Tensile test, bending, pineapple leaf fiber, cross-ply laminate configuration

## I. PENDAHULUAN

Komposit adalah suatu jenis bahan baru yang merupakan hasil rekayasa, terdiri dari dua atau lebih bahan, dengan sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya baik dari sifat kimia maupun fisiknya serta tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut (bahan komposit) (Gibson, 2016). Dengan adanya perbedaan dari material penyusunnya, maka komposit antar material harus

memiliki ikatan yang kuat, sehingga perlu adanya penambahan *wetting agent* (Aminur, 2021).

Nanas (*Ananas Comosus*) merupakan salah satu tanaman unggulan di Indonesia. Produksi tanaman nanas di Indonesia mengalami kenaikan setiap tahunnya. Indonesia termasuk produsen nanas terbesar di dunia setelah Brazil, Thailand, Filipina, dan Cina. Akan tetapi jika ditinjau dari perannya dalam ekspor dunia, Indonesia masih berada pada urutan ke-19. Hal tersebut merupakan sesuatu yang

kurang baik dikarenakan Indonesia sendiri memiliki potensi iklim dan luas lahan yang tersedia sangat memadai untuk pengembangan tanaman nanas (Wijoyo, Purnomo, & Nurhidayat, 2011).

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) (2021) di Sulawesi tenggara 5 kabupaten dengan produksi nanas terbanyak adalah Kabupaten Muna dengan produksi sebanyak 61.877 ton, Kabupaten Konawe Selatan dengan produksi sebanyak 21.635 ton, Muna Barat dengan produksi sebanyak 2.257 ton, Buton Tengah dengan produksi sebanyak 1.097 ton dan Kabupaten Kolaka dengan produksi sebanyak 1.059 ton. Sedangkan di Sulawesi Tenggara produksi yang buah nanas yang dihasilkan adalah 90.733 ton (BPS, 2021).

Untuk mengurangi limbah dari produksi buah nanas tersebut peneliti ingin memanfaatkan limbah berupa daun nanas sebagai *filler* atau penguat dari komposit. Pemanfaatan serat daun nanas sebagai penguat material komposit adalah salah satu alternatif untuk pengolahan komposit secara ilmiah, dimana pada serat ini sudah tidak diragukan akan kekuatannya. Penggunaan serat alami sebagai pengisi atau penguat pada bahan komposit dikarenakan banyaknya jenis tumbuhan penghasil serat khususnya di Indonesia (Daulay, Wirathama, & Halimatuddahlia, 2014).

Beberapa peneliti yang telah mengaplikasikan serat nanas menjadi material komposit, diantaranya: Penelitian dari (Supriyanto, 2021) yang meneliti kekuatan uji tarik dan uji impak komposit serat daun nanas sebagai bahan pembuatan bumper mobil. Penelitian dari (Marantika, Sujana, & Ivanto, 2022), meneliti analisa uji tarik komposit berpenguat serat daun nanas dengan variasi susunan menggunakan perlakuan NaOH. Hasil penelitian bahwa faktor yang sangat berpengaruh pada kekuatan tarik terdapat pada variasi susunan arah serat 90 derajat. Penelitian dari (Dwiyoga & Widodo, 2022) yang meneliti analisa pengaruh alkalisasi NaOH terhadap serat daun nanas sebagai penguat biokomposit. Alkalisasi NaOH yang dilakukan yaitu 5%, 10%, 15%, hasilnya adalah semakin tinggi persentase alkalisasi NaOH maka semakin baik nilai kekuatan tarik dan kemulurannya. (Aizi, Sehono, & Setiawan, 2022) meneliti pengaruh penggunaan serat daun nanas dalam pembuatan komposit menggunakan metode *vacuum bagging* terhadap kekuatan tarik dan lentur. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan komposit dengan penguat serat nanas dengan variasi perendaman dan tanpa perendaman NaCl. Hasilnya menunjukkan bahwa perlakuan NaCl meningkatkan kekuatan tarik dan lentur komposit. (Supriyanto & Jimin, Karakteristik Kekuatan Komposit Serat Daun

Nanas Dengan Variasi Panjang Serat, 2021) meneliti karakteristik kekuatan komposit serat daun nanas dengan variasi panjang serat 50 mm, 100 mm, dan 150 mm. Hasil penelitian didapatkan bahwa tegangan dan regangan tertinggi pada komposit dengan panjang serat 150 mm sedangkan kekuatan impak tertinggi pada komposit dengan panjang serat 100 mm. (Supriyatna & Solihin, 2018) meneliti pengembangan komposit epoksi berpenguat serat nanas untuk aplikasi interior mobil. (Fiqri, Yudo, & Budiarto, 2017) meneliti Analisa Teknis Komposit Berpenguat Serat Daun Nanas (*Smooth Cayenne*) Dan Serat Ampas Tebu (*Saccharum officinarum L*) sebagai alternatif komponen kapal ditinjau dari kekuatan bending dan *impact*.

Dari beberapa penelitian yang telah dibahas di atas tentang komposit berpenguat serat daun nanas belum ditemukan riset yang mengarah pada penelitian tentang pengaruh arah susunan serat dengan konfigurasi *cross-ply laminate*. Atas dasar hal tersebut maka peneliti melakukan riset tentang komposit berpenguat serat daun nanas dengan tujuan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik dan *lentur* komposit serat daun nanas dengan konfigurasi *cross-ply laminate* dengan arah sudut susunan serat  $[0^\circ, 90^\circ, 0^\circ]$ ,  $[30^\circ, -30^\circ, 30^\circ]$ , dan  $[45^\circ, -45^\circ, 45^\circ]$ . Komposit ini dibuat dengan metode *hand-lay-up* pada fraksi volume serat 30%.

### Komposit

Komposit merupakan campuran dari dua atau lebih material yang akan menghasilkan material baru dengan campuran tidak homogen, yang memiliki sifat berbeda dari material penyusunnya. Komposit memiliki sifat mekanik lebih baik dari pada logam, karena kekakuan dan kekuatan lebih baik dari logam dengan berat yang sama (Saputra, H, Triono, & Sholahuddin, 2017).

Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat (*fiber*) sebagai bahan pengisi dan bahan pengikat serat-serat tersebut yang disebut matrik. Didalam komposit unsur utamanya adalah serat, sedangkan bahan pengikatnya menggunakan bahan polimer yang mudah dibentuk dan mempunyai daya pengikat yang tinggi (Aminur, Hasbi, & Gunawan, Proses Pembuatan Biokomposit Polimer Serat Untuk Aplikasi Kampas Rem, 2015). Penggunaan serat sendiri yang diutamakan untuk menentukan karakteristik bahan komposit, seperti: kekakuan, kekuatan serta sifat-sifat mekanik yang lainnya. Sebagai bahan pengisi serat digunakan untuk menahan sebagian besar gaya yang bekerja pada bahan komposit, matrik sendiri mempunyai fungsi melindungi dan mengikat serat agar dapat

bekerja dengan baik terhadap gaya-gaya yang terjadi. Oleh karena itu, untuk bahan serat digunakan bahan yang kuat, kaku dan getas. Sedangkan bahan matrik dipilih bahan lunak dan tahan terhadap perlakuan kimia (Gibson, 2016).

## Penyusun Komposit

### 1. *Reinforcement* (penguat)

Salah satu bagian utama komposit yaitu *reinforcement* (penguat) yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit seperti contoh serat. Serat (*fiber*) merupakan suatu jenis bahan berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh (Matthews & Rawlings, 1994). Serat inilah yang paling utama menentukan karakteristik bahan komposit, seperti kekuatan, kekakuan dan sifat-sifat mekanis lainnya. Ada beberapa yang menjadi perhatian dalam penyusunan serat diantaranya: orientasi serat, panjang efektif serat, topografi serat, susunan serat dan lain sebagainya. Faktor orientasi serat dan susunan serat menjadi faktor utama yang memberikan kontribusi penguatan komposit polimer (Aminur, Saputra, & Syah, 2024).

### 2. Matrik

Matrik merupakan suatu fasa yang dapat memberikan bentuk pada struktur komposit dengan cara memberi ikatan penguat atau serat secara bersamaan. Menurut (Aminur, 2021) fungsi matrik antara lain: untuk mentransfer tegangan dari serat, sebagai pelindung serat, membentuk ikatan koheren pada permukaan matrik, dan lain-lain. Matrik yang sering dipergunakan: *carbon*, *glass*, *kevlar*, *polypropilena*, dan sebagainya. Matrik yang digunakan dalam komposit harus mampu meneruskan beban sehingga serat harus bisa melekat pada matrik dan kompatibel antara serat dan matrik artinya tidak ada reaksi yang mengganggu.

## Faktor yang Mempengaruhi Performa Komposit

Menurut (Matthews & Rawlings, 1994) menyebutkan bahwa faktor yang mempengaruhi performa *fiber-matrix composites* antara lain:

### 1. Faktor serat

Serat adalah bahan pengisi matrik yang digunakan untuk dapat memperbaiki sifat dan struktur matrik yang tidak dimilikinya.

### 2. Letak serat

Dalam pembuatan komposit tata letak dan arah serat dalam matrik yang akan menentukan kekuatan mekanik komposit, dimana letak dan arah dapat mempengaruhi kinerja komposit tersebut.

### 3. Panjang serat

Panjang serat mempengaruhi kemampuan proses dari komposit serat. Pada umumnya, panjang serat lebih mudah penanganannya jika dibandingkan dengan serat pendek.

### 4. Bentuk serat

Pada umumnya, semakin kecil diameter serat akan menghasilkan kekuatan komposit yang lebih tinggi. Selain bentuknya kandungan seratnya juga mempengaruhi.

### 5. Faktor matrik

Matrik dalam komposit berfungsi sebagai bahan mengikat serat menjadi sebuah unit struktur, melindungi dari perusakan eksternal..

### 6. Faktor ikatan *fiber-matrix*

Hal yang mempengaruhi ikatan antara serat dan matrik adalah *void*, yaitu adanya celah pada serat atau bentuk serat yang kurang sempurna.

### 7. Katalis

Semakin banyak katalis yang ditambahkan maka makin cepat pula proses curingnya. Tetapi apabila pemberian katalis berlebihan maka akan menghasilkan material yang getas ataupun resin bisa terbakar.

## II. METODE

Metode penelitian dibuat agar memudahkan dalam pelaksanaan penelitian dan hasilnya dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Metode penelitian secara singkat tergambar pada diagram alir penelitian. Diagram alir pada penelitian ini dibuat untuk menyederhanakan dan menggambarkan tahapan-tahapan yang dilaksanakan pada penelitian, sehingga dapat dipahami dengan mudah. Diagram Alir penelitian digambarkan pada Gambar 1.

Penjelasan diagram alir diuraikan sebagai berikut:

### 1. Studi literatur

Studi literatur sebagai acuan dalam penyusunan penelitian agar lebih sistematis. Pada bagian ini dilakukan dipelajari penelitian-penelitian terdahulu yang membahas tentang komposit serat alam, sifat fisis dan mekanis serat dan komposit serat alam, pengujian tarik dan pengujian lentur, serta parameter-parameter penelitian.

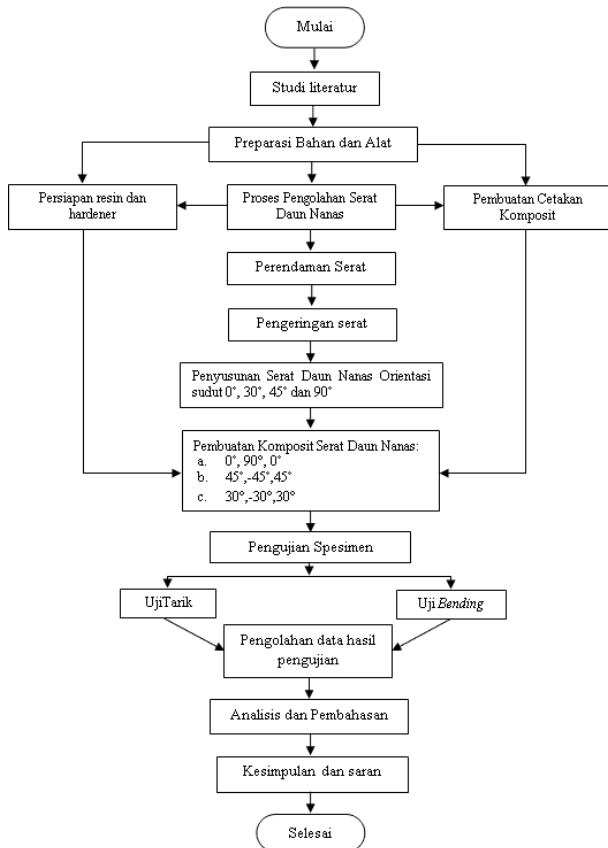
### 2. Persiapan alat dan bahan

Alat utama yang digunakan pada penelitian ini adalah alat uji tarik merek Shimadzu tipe AGX-10 kN dan alat uji lentur merek Shimadzu tipe AGX-10 kN yang dilengkapi seperangkat komputer beserta software Trapezium-X 151 sebagai pengendali sistem. Alat untuk membuat komposit adalah cetakan yang terbuat dari bahan kaca. Untuk peralatan lainnya

diantaranya wadah pencampur resin, kuas, lakban, mistar sorong, mistar baja, gelas ukur, timbangan, dan gunting. Bahan utama yang digunakan adalah serat daun nanas, resin poliester, katalis. Bahan lainnya *mirror glaze*.



Gambar 2. Serat daun nanas



Gambar 1. Diagram alir

### 3. Proses pengolahan serat daun nanas

Daun nanas yang dipilih adalah daun yang kondisinya baik. Daun nanas dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel pada daun. Daun nanas yang sudah bersih, dimasak selama 3 jam dan direndam selama 12 jam agar lebih lembut dan mudah dikerok. Selanjutnya, sisi bagian dalam daun dikerok dengan menggunakan bambu. Pengerokan dilakukan hingga terlihat serat-seratnya. Pengerokan dimulai dari pangkal hingga ujung daun, dan tidak boleh terlalu kuat agar seratnya tidak putus. Setelah itu, serat yang terlihat akan diambil secara hati-hati agar serat tidak putus dan kusut yang dimulai dari bagian pangkal daun. Serat yang dihasilkan dijemur di bawah sinar matahari sampai kering dan warna serat menjadi putih. Tahap terakhir adalah membersihkan kembali serat yang sudah dijemur agar didapatkan serat-serat murni (serat tanpa *lignin*, *wax*, *impurity* lainnya).

### 4. Penyusunan serat

Serat daun nanas yang dipilih adalah serat yang mencapai panjang 250-750 mm dengan diameter berkisar  $\pm 0.5$  mm. Setelah serat dipilih kemudian serat-serat digabung beberapa helai (20 helai) menjadi bundel dan disusun berdasarkan orientasi rancangan penelitian yang telah didesain.



Gambar 3. Penyusunan serat pada mal cetakan



Gambar 4. Orientasi 0°, 90°, 0°



Gambar 5. Orientasi 30°, -30°, 30°



Gambar 6. Orientasi 45°, -45°, 45°

### 5. Pembuatan sampel komposit

Setelah semua serat disusun berdasarkan orientasinya, langkah selanjutnya adalah membuat sampel komposit. Komposit dibuat

dengan metode *hand-lay-up* dengan fraksi volume serat 30%. Untuk menentukan fraksi volume serat 30% dilakukan perhitungan awal yang meliputi perhitungan volume cetakan, pengukuran berat jenis serat daun nanas, berat jenis resin poliester. Dengan menggunakan persamaan fraksi volume serat maka berat serat dan berat resin poliester dapat ditentukan.

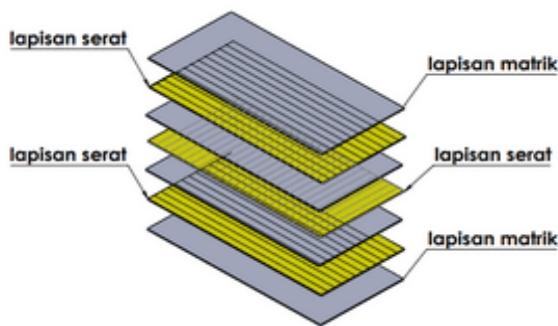


Gambar 7. Cetakan komposit ukuran P = 190 mm, L = 90 mm dan t = 5 mm



Gambar 8. Pembuatan komposit metode *hand-lay-up*

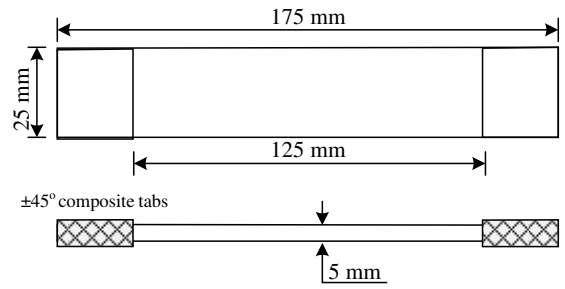
Komposit dibuat 3 lapis dengan tebal maksimum 5 mm dan diantara lapisan serat diisi oleh matrik (sebagai perekat). Setiap lapis (*ply*) memiliki orientasi yang berbeda menyesuaikan rancangan penelitian.



Gambar 9. Skema susunan serat-matrik

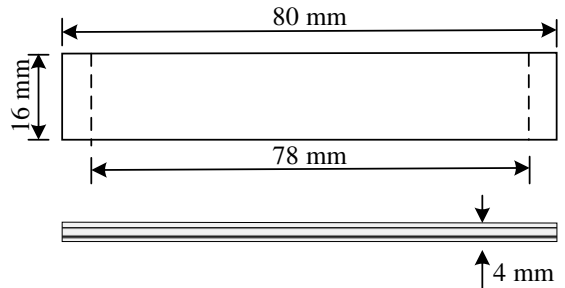
6. Pembuatan spesimen uji tarik dan uji lentur

Spesimen uji tarik dan uji lentur dibuat dengan berdasarkan pada standar ASTM (*American Standard Testing and Material*). Spesimen uji tarik dengan mengacu pada standar ASTM D-3039. Spesimen uji tarik dapat dilihat pada (Gambar 10).



Gambar 10. Spesimen uji tarik standar ASTM D-3039

Spesimen uji lentur dengan mengacu pada standar ASTM D-790. Spesimen uji lentur dapat dilihat pada (Gambar 11).



Gambar 11. Spesimen uji lentur standar ASTM D-790

7. Pengujian spesimen dan pengambilan data

Pengujian spesimen uji tarik dilakukan pada mesin uji tarik. Data-data yang diperoleh dari pengujian tarik adalah gaya tarik, titik putus maksimum dan perpanjangan.

Menurut (Gibson, 2016) untuk menghitung nilai kekuatan tarik, regangan tarik, titik patah, dan modulus lentur digunakan persamaan berikut ini:

- Tegangan tarik
 
$$\sigma_t = \frac{F}{A} \left( \frac{N}{\text{mm}^2} \right) \quad (1)$$

Dimana:

- $\sigma_t$  = kekuatan tarik (N/mm<sup>2</sup>)
- F = gaya (N)
- A = luas penampang (mm<sup>2</sup>)

- Regangan tarik
 
$$\epsilon = \frac{\Delta l}{L_0} (\%) \quad (2)$$

Dimana:

- $\epsilon$  = regangan tarik (mm)
- $\Delta l$  = pertambahan panjang (mm)
- $L_0$  = panjang mula-mula (mm<sup>2</sup>)

- Modulus elastisitas tarik
 
$$E_t = \frac{\sigma_t}{\epsilon_t} (\text{GPa}) \quad (3)$$

Dimana:

- $\epsilon_t$  = regangan tarik (mm/%)

$E_t$  = modulus elastisitas (GPa)  
 $\sigma_t$  = tegangan tarik (N/mm<sup>2</sup>)

Pengujian spesimen lentur dilakukan pada mesin uji lentur. Data-data yang diperoleh dari pengujian lentur adalah gaya tekan dan defleksi. Menurut (Gibson, 2016) untuk menghitung nilai kekuatan lentur, modulus lentur dan defleksi maka digunakan persamaan berikut ini:

- Tegangan lentur

$$\sigma_b = \frac{3FL}{2bh^2} \left( \frac{N}{mm^2} \right) \quad (4)$$

Dimana:

$\sigma_b$  = kekuatan lentur (N/mm<sup>2</sup>)  
F = gaya lentur (N)  
L = jarak antara dua tumpuan (mm)  
b = lebar benda uji (mm)  
h = tebal benda uji (mm)

- Modulus elastisitas lentur

$$E_b = \frac{3FL}{2bh^2} \text{ (GPa)} \quad (5)$$

Dimana:

$E_b$  = modulus elastisitas lentur (GPa)  
F = gaya lentur (N)  
L = jarak antara dua tumpuan (mm)  
b = lebar benda uji (mm)  
h = tebal benda uji (mm)  
 $\delta$  = defleksi yang terjadi (mm)

8. Analisis data

Setelah dilakukan nya pengujian, selanjutnya proses pengumpulan data yang telah diperoleh dari hasil pengujian. Pengolahan data merupakan tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan data hasil yang dibutuhkan dalam proses analisis. data. Dalam proses analisis data, pada penelitian ini memilih metode perhitungan menggunakan persamaan 1-5.

9. Hasil dan pembahasan

Data yang didapatkan dari hasil perhitungan ditabulasikan dalam tabel dan dibuat grafik untuk dianalisis dan dibahas.

10. Kesimpulan

Tahap terakhir yaitu membuat kesimpulan untuk menjawab tujuan penelitian dari hasil penelitian dan membuat saran dengan harapan untuk menjadikan penelitian ini lebih baik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Tarik

Pengujian tarik dilakukan pada alat uji tarik dengan skema seperti pada gambar di bawah.

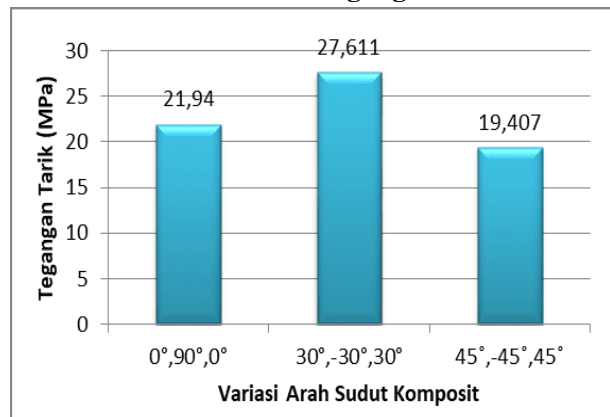


Gambar 12. Skema pengujian tarik

Tabel 1. Hasil pengujian tarik serat daun nanas dengan konfigurasi *cross-ply laminate*

Variasi Komposit	Data Hasil Uji Tarik			
Orientasi 0°,90°,0°	Gaya (N)	Tegangan Tarik (MPa)	Regangan Tarik (%)	Modulus Elastisitas (GPa)
Rata-rata	2476	21,940	0,021	1,048
Orientasi 30°,-30°,30°	Gaya (N)	Tegangan Tarik (MPa)	Regangan Tarik (%)	Modulus Elastisitas (GPa)
Rata-rata	3113	27,611	0,028	0,986
Orientasi 45°,-45°,45°	Gaya (N)	Tegangan Tarik (MPa)	Regangan Tarik (%)	Modulus Elastisitas (GPa)
Rata-rata	2192	19,407	0,022	0,936

Nilai Rata-Rata Tegangan Tarik

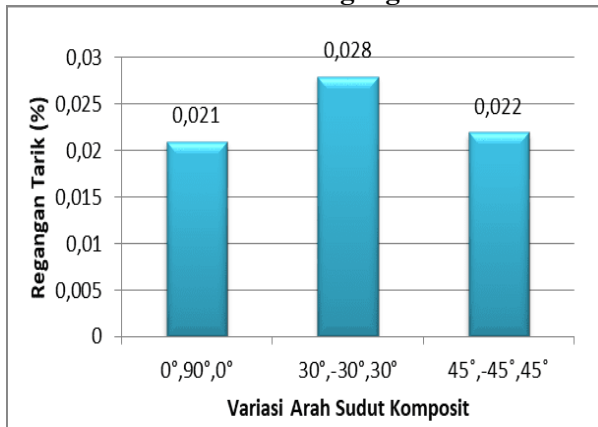


Gambar 13. Nilai rata-rata tegangan tarik pada pengujian tarik untuk masing-masing orientasi sudut serat

Nilai tertinggi rata-rata tegangan tarik ditunjukkan oleh arah serat dengan sudut [30°, -30°, 30°] sebesar 27,611 MPa. Hal ini disebabkan oleh arah sudut serat orientasi [30°, -30°, 30°] hampir searah dengan arah longitudinal atau gaya tarik yang diberikan pada pengujian tarik. Sedangkan pada orientasi arah serat [0°, 90°, 0°] dapat di lihat

bahwa nilai tegangan tarik rata-rata mengalami penurunan hal ini disebabkan oleh arah serat dengan sudut  $[0^\circ, 90^\circ, 0^\circ]$  yang di mana posisi salah satu arah serat sudutnya yaitu  $90^\circ$  mengalami penurunan daya tahan kekuatan tarik yang disebabkan oleh arah  $90^\circ$  lebih jauh dari arah longitudinal atau arah gaya tarik yang di berikan pada saat pengujian tarik berlangsung. Hal ini menunjukkan pengaruh arah serat terhadap kekuatan tarik sangatlah berpengaruh karena semakin kecil arah sudut terhadap arah longitudinal atau gaya tarik yang di berikan pada pengujian tarik semakin besar pula gaya tegangan tarik yang terjadi, sehingga pada saat pengujian tarik terjadi serat komposit mampu menahan gaya atau beban tarik lebih lama.

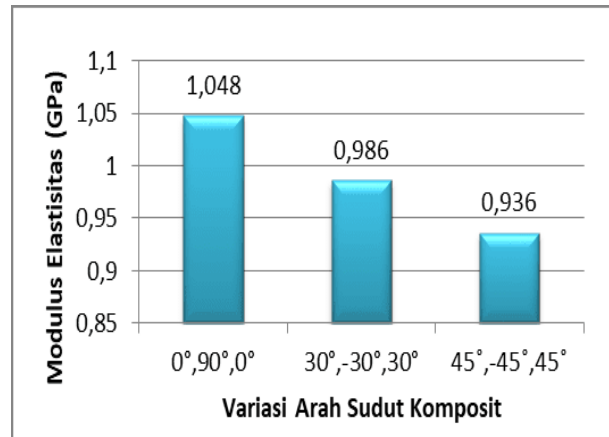
#### Nilai Rata-Rata Regangan Tarik



Gambar 14. Nilai rata-rata regangan tarik pada pengujian tarik untuk masing-masing orientasi sudut serat

Nilai tertinggi rata-rata regangan tarik tertinggi ditunjukkan oleh arah serat dengan sudut  $[30^\circ, -30^\circ, 30^\circ]$  sebesar 0,028%. Hal ini disebabkan oleh arah serat dengan sudut  $[30^\circ, -30^\circ, 30^\circ]$  yang posisi arah seratnya hampir searah dengan arah *longitudinal* atau gaya tarik yang diberikan sebesar 3113 N, sehingga pada saat penarikan komposit serat mampu meregang hingga 0,028. Sedangkan regangan terendah ditunjukkan oleh arah serat  $[0^\circ, 90^\circ, 0^\circ]$  dengan nilai regangan 0,021% dengan rata-rata gaya tarik yang diberikan sebesar 2476 N. Dapat dilihat nilai regangan tarik rata-rata mengalami penurunan hal ini disebabkan oleh arah salah satu arah serat dalam serat  $[0^\circ, 90^\circ, 0^\circ]$  tidak searah dengan gaya tarik sehingga pada saat komposit menerima gaya tarik komposit hanya mampu meregang sebesar 0,021% dibandingkan dengan orientasi  $[30^\circ, -30^\circ, 30^\circ]$  yang arah sudutnya searah dengan gaya tarik atau arah *longitudinal*.

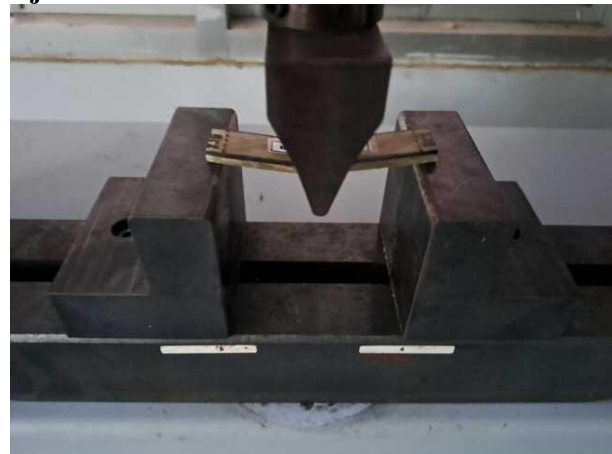
#### Nilai Rata-Rata Modulus Elastis



Gambar 15. Nilai rata-rata modulus elastisitas pada pengujian tarik untuk masing-masing orientasi sudut serat

Berdasarkan gambar 7 dapat diketahui bahwa nilai modulus elastis rata-rata tertinggi di tunjukan oleh arah serat dengan sudut  $[0^\circ, 90^\circ, 0^\circ]$  sebesar 1,048 GPa dan nilai modulus elastisitas rata-rata komposit terendah oleh orientasi arah sudut serat  $[45^\circ, -45^\circ, 45^\circ]$  sebesar 0,936 GPa. Hal ini disebabkan pada komposit orientasi sudut  $[0^\circ, 90^\circ, 0^\circ]$  memiliki satu arah lapisan tidak searah dengan gaya tarik yang diberikan sebesar 2476 N. Dimana arah serat  $[90^\circ]$  memiliki nilai kekakuan lebih tinggi di karenakan arah serat  $[90^\circ]$  searah dengan patahan yang terjadi pada saat pengujian tarik berlangsung, Sehingga pada saat penarikan, komposit memiliki modulus elastisitasnya hingga mencapai titik pada sebesar 1,048 GPa.

#### Uji Lentur



Gambar 16. Skema pengujian bending

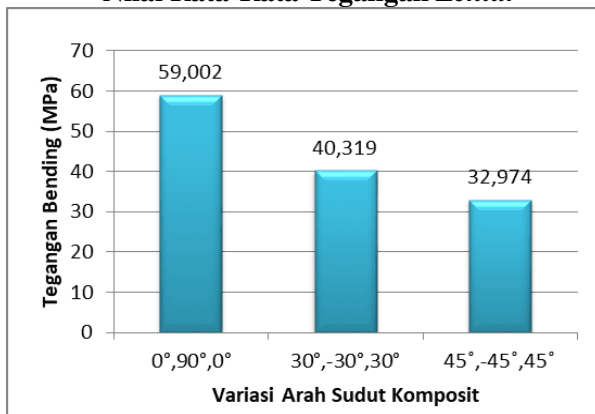
Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi atau untuk mengetahui kekuatan lentur dari material serat komposit berpenguat serat sabut kelapa dengan konfigurasi *quasi isotropic laminates* data pengujian mencakup nilai *maximum load*, *maximum*

*stress lentur*, dan *elasticitas modulus lentur* pada orientasi arah serat  $[0^\circ, 90^\circ, 0^\circ]$ ,  $[30^\circ, -30^\circ, 30^\circ]$  dan  $[45^\circ, -45^\circ, 45^\circ]$ .

Tabel 2. Hasil pengujian lentur serat daun nanas dengan konfigurasi *cross-ply laminate*

Variasi Komposit	Data Hasil Uji Bending			
Orientasi $0^\circ, 90^\circ, 0^\circ$	Gaya (N)	Tegangan Bending (MPa)	Modulus Bending (MPa)	Defleksi (mm)
Rata-rata		59,002	311,388	4,03
Orientasi $30^\circ, -30^\circ, 30^\circ$	Gaya (N)	Tegangan Bending (MPa)	Modulus Bending (MPa)	Defleksi (mm)
Rata-rata		40,319	244,989	3,52
Orientasi $45^\circ, -45^\circ, 45^\circ$	Gaya (N)	Tegangan Bending (MPa)	Modulus Bending (MPa)	Defleksi (mm)
Rata-rata		32,974	216,712	3,22

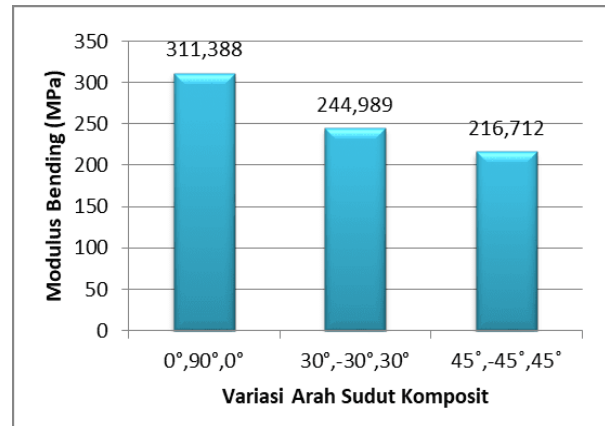
Nilai Rata-Rata Tegangan Lentur



Gambar 17. Nilai rata-rata tegangan *lentur* pada pengujian *lentur* untuk masing-masing orientasi sudut serat

Kekuatan tegangan *lentur* rata-rata tertinggi ditunjukkan oleh arah sudut orientasi serat  $[0^\circ, 90^\circ, 0^\circ]$  sebesar 59,002 MPa dan nilai tegangan lentur rata-rata terendah terdapat pada sudut serat  $[45^\circ, -45^\circ, 45^\circ]$  sebesar 32,974 MPa. Hal ini disebabkan oleh arah sudut orientasi serat  $[0^\circ, 90^\circ, 0^\circ]$  mampu menahan beban yang diberikan pada saat pengujian *lentur* lebih lama dibandingkan dengan arah sudut orientasi  $[45^\circ, -45^\circ, 45^\circ]$ , di karenakan pada saat proses pembebanan akan terjadi tegangan geser yang diterima oleh serat yang bekerja untuk menahan beban dimana tegangan yang di hasilkan  $\frac{1}{2}$  dari tegangan normal, karena beban *lentur* yang bekerja yang berperan dalam menimbulkan tegangan ini. Sehingga menyebabkan sudut serat  $[45^\circ, -45^\circ, 45^\circ]$  memiliki tegangan *lentur* terendah.

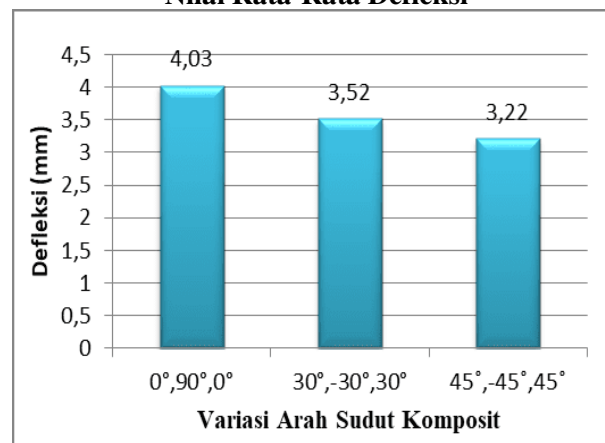
Nilai Rata-Rata Modulus Lentur



Gambar 18. Nilai rata-rata modulus *lentur* pada pengujian *lentur* untuk masing-masing orientasi sudut serat

Nilai modulus elastisitas *lentur* rata-rata tertinggi di tunjukan oleh sudut orientasi  $0^\circ, 90^\circ, 0^\circ$ ; sebesar 313,388 MPa dan nilai modulus elastisitas *lentur* rata-rata terendah terdapat pada sudut serat  $[45^\circ, -45^\circ, 45^\circ]$  sebesar 216,712 MPa. Hal ini disebabkan oleh sudut  $[0^\circ, 90^\circ, 0^\circ]$ , mampu menahan beban *lentur* lebih lama dibandingkan dengan sudut  $[45^\circ, -45^\circ, 45^\circ]$ , Hal ini dikarenakan pada saat proses pembebanan vertikal pada pengujian lentur komposit akan mengalami perubahan bentuk (deformasi) berupa defleksi dengan dua buah gaya yang berlawanan bekerja pada saat yang bersamaan yaitu gaya tarik dan tekan yang menyebabkan secara bertahap komposit dari elastis menjadi plastis hingga akhirnya mengalami kerusakan (patah). Pada orientasi  $[45^\circ, -45^\circ, 45^\circ]$  memiliki modulus elastisitas lentur terendah dikarenakan komposit memiliki sifat getas atau kaku yang menyebabkan komposit tersebut mudah mengalami kerusakan (patah).

Nilai Rata-Rata Defleksi



Gambar 19. Nilai rata-rata defleksi pada pengujian *lentur* untuk masing-masing orientasi sudut serat

Nilai rata-rata defleksi tertinggi ditunjukkan oleh arah serat dengan orientasi sudut  $[0^\circ, 90^\circ, 0^\circ]$ , pengaruh beban terhadap defleksi memiliki trend yang proposional, yaitu semakin tinggi beban yang diberikan semakin besar pula defleksi yang terjadi. Hal ini disebabkan dengan semakin besar pula gaya yang menekan beam, sehingga semakin besar pula defleksi yang terjadi pada komposit tersebut. Hal ini ditunjukkan dengan semakin besarnya defleksi yang terjadi. Nilai rata-rata defleksi terendah ditunjukkan oleh arah serat dengan orientasi sudut  $[45^\circ, -45^\circ, 45^\circ]$ , hal ini disebabkan pada saat pembebanan dalam pengujian *lentur* terjadi serat hanya mampu menahan beban vertikal dengan nilai rata-rata beban atau gaya terendah.

#### IV. PENUTUP

##### Kesimpulan

Dari hasil eksperimen yang telah dilakukan diperoleh beberapa temuan. Berdasarkan dari susunan konfigurasi *cross-ply laminate* pada pengujian tarik, semakin kecil arah sudut kemiringan komposit ke arah gaya tarik yang diberikan pada saat pengujian tarik maka semakin besar pula tegangan tarik yang didapatkan dimana nilai tegangan tarik tertinggi terdapat pada komposit dengan sudut serat  $[30^\circ, -30^\circ, 30^\circ]$  sebesar 27,611 MPa, sedangkan nilai tegangan tarik komposit terendah dengan sudut  $[45^\circ, -45^\circ, 45^\circ]$  sebesar 19,407 MPa. Sedangkan pada pengujian *lentur*, semakin kecil arah kemiringan sudut orientasi ke arah longitudinal suatu komposit pada pemberian gaya vertikal pada pengujian *lentur* semakin besar pula tegangan *lentur* dan defleksi komposit tersebut. Dimana nilai tegangan *lentur* tertinggi terdapat pada komposit dengan sudut orientasi  $[0^\circ, 90^\circ, 0^\circ]$  dengan nilai rata-rata sebesar 59,002 MPa, sedangkan komposit dengan sudut orientasi serat  $[45^\circ, -45^\circ, 45^\circ]$  memiliki nilai tegangan *lentur* lebih terendah sebesar 32,974 MPa

##### Saran

1. Penelitian ini jauh dari kesempurnaan, maka dari itu untuk penelitian ini saya berharap bisa di teruskan dan di kembangkan sehingga penelitian ini bisa bermanfaat dan berguna baik dari si penulis maupun dari kalangan industri.
2. Untuk mendapatkan hasil penelitian yang akurat dengan intelegensi yang tinggi dan ketelitian maka prosedur penelitian di lakukan dengan seksama dan seteliti mungkin
3. Sebaiknya penelitiannya ini harus di kembangkan baik dari campuran lamina dan matrik sehingga menghasilkan produk – produk yang lebih baik.

4. Sebaiknya campuran ini bisa lebih banyak bervariasi karena indonesia negara yang kaya akan serat alam maka bisa melakukan dengan serat-serat selain serat daun nanas.
5. Sebaiknya dalam pembuatan komposit menggunakan metode *vacuum infusion* agar mencegah terjadinya void berupa gelembung udara pada komposit.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah terlibat dalam membantu penyelesaian penelitian ini.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- Aizi, M. I., Sehonon, S., & Setiawan, F. (2022, Desember ). Pengaruh Penggunaan Serat Daun Nanas Dalam Pembuatan Komposit Menggunakan Metode Vacum Bagging Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending. *Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(2), 267-273.  
doi:<https://doi.org/10.56521/teknika.v8i2.650>
- Aminur, A. (2021). *Teknik Rekayasa Material: Pemanfaatan Serat Palem Sebagai Panel Komposit* (Vol. 1). (Sudarsono, Ed.) Kendari, Sulawesi Tenggara, Indonesia: Literacy Institute. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/361642749\\_Pemanfaatan\\_Serat\\_Palem\\_sebagai\\_Panel\\_Komposit](https://www.researchgate.net/publication/361642749_Pemanfaatan_Serat_Palem_sebagai_Panel_Komposit)
- Aminur, A., Hasbi, M., & Gunawan, Y. (2015, November 17). Proses Pembuatan Biokomposit Polimer Serat Untuk Aplikasi Kampas Rem. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, pp. 1-7. Retrieved from [jurnal.ftumj.ac.id/index.php/semnastek](http://jurnal.ftumj.ac.id/index.php/semnastek)
- Aminur, A., Saputra, J. S., & Syah, C. Y. (2024, Februari). Analysis of Tensile and Bending Strength of Coconut Fiber Reinforcement Composite on Quasi Isotropic Laminates Stacking Sequence. *Journal of Metallurgical Engineering and Processing Technology*, 4(2), 67-76.  
doi:<https://doi.org/10.31315/jmept.v4i2.11350>
- BPS, B. (2021). *Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Tenggara*. Kendari: BPS Sulawesi Tenggara. Retrieved April 19 , 2024, from <https://sultra.bps.go.id/statictable/2022/05/11/3710/produksi-buah-buahan-menurut-jenis->

- tanaman-menurut-kabupaten-kota-di-provinsi-sulawesi-tenggara-2021.html
- Daulay, S. A., Wirathama, F., & Halimatuddahlia, H. (2014, September). Pengaruh Ukuran Partikel dan Komposisi Terhadap Sifat Kekuatan Bentur Komposit Epoksi Berpengisi Serat Daun Nanas. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 3(3), 13-17. doi:<https://doi.org/10.32734/jtk.v3i3.1628>
- Dwiyoga, I., & Widodo, E. (2022, November 1). Analisis Pengaruh Alkalisasi NaOH Terhadap Serat Daun Nanas Sebagai Penguatan Bio Komposit. *Otopro: Journal of Mechanical Engineering and Applications*, 18(1), 1-6. doi:<https://doi.org/10.26740/otopro.v18n1.p1-6>
- Fiqri, A., Yudo, H., & Budiarto, U. (2017, April). Analisa Teknis Komposit Berpenguat Serat Daun Nanas (Smooth Cayenne) Dan Serat Ampas Tebu (Saccharum Officinarum L) Sebagai Alternatif Komponen Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Bending Dan Impact. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(2), 408-4020. Retrieved from <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/16943>
- Gibson, R. F. (2016). *Principles of Composite Material Mechanics* (Fourth ed.). New York, Mc Graw Hill: CRC Press.
- Marantika, M. T., Sujana, I., & Ivanto, M. (2022). Analisa Uji Tarik Komposit Berpenguat Serat Daun Nanas Dengan Variasi Susunan Menggunakan Perlakuan Alkali. *Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin (JTRAIN)*, 3(1), 62-68. Retrieved April Jumat, 2024, from <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jtm/article/view/51559>
- Matthews, F. L., & Rawlings, R. D. (1994). *Composite Materials: Engineering and Science*. London, UK, North America, New York: CRC Press. Retrieved April Jumat, 2024
- Saputra, A. D., H, M. R., Triono, A., & Sholahuddin, I. (2017, April). Pengaruh Orientasi Sudut Lilitan Benang Katun Terhadap Kekuatan Tarik Pada Pipa Komposit Filament Winding. *Jurnal ROTOR*, 10(1), 1-6. doi:<https://doi.org/10.19184/rotor.v10i1.5138>
- Supriyanto, S. (2021, Juni). Karakteristik Kekuatan Komposit Serat Daun Nanas Dengan Variasi Panjang Serat. *Jurnal Mesin Nusantara*, 4(1), 30-39. doi:<https://doi.org/10.29407/jmn.v4i1.16039>
- Supriyanto, S., & Jimin, J. (2021). Karakteristik Kekuatan Komposit Serat Daun Nanas Dengan Variasi Panjang Serat. *Jurnal Mesin Nusantara*, 4(1), 30-39. doi:<https://doi.org/10.29407/jmn.v4i1.16039>
- Supriyatna, A., & Solihin, Y. M. (2018). Pengembangan Komposit Epoxy Berpenguat Serat Nanas Untuk Aplikasi Interior Mobil. *Jurnal Ilmiah TEKNOBIZ*, 8(2), 88-93. Retrieved from <https://journal.univpancasila.ac.id/index.php/teknobiz/article/view/900/580>
- Wijoyo, W., Purnomo, C., & Nurhidayat, A. (2011). Optimasi Kekuatan Tarik Serat Nanas (Ananas Comous L. Merr) Sebagai Alternatif Bahan Komposit Serat Alam. *Seminar Nasional dan Sains. 1*, pp. 153-158. Semarang: Universitas Wahid Hasyim. doi:<http://dx.doi.org/10.36499/psnst.v1i1.249>