

# Variasi Fraksi Volume Serat Daun Nanas (*Ananas Comosus*) Sebagai Penguat Komposit Terhadap Kekuatan Lentur Dan Kekuatan Tarik

I Kadek Dova Ardiana Putra Yasa, Ni Made Dwidiani, dan I Gusti Ngurah Nitya Santhiarsa

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bukit, Jimbaran Bali

## Abstrak

Karakteristik logam yang berat dan mahal mendorong pengembangan bahan non-logam, terutama bahan yang diperkuat serat alami, yang lebih ringan, fleksibel, tahan terhadap karat, dan lebih ekonomis. Bahan ini juga dapat bersaing dengan bahan serat buatan, seperti komposit serat organik. Komposit serat alam banyak di manfaatkan, Salah satu serat alam yang mudah didapatkan dan memiliki ketersediaan yang melimpah adalah serat dari daun nanas (*Ananas comosus*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi fraksi volume pada kekuatan lentur dan tarik komposit dengan penguat serat daun nanas. Pada penelitian ini menggunakan serat daun nanas. Serat direndam dengan NaOH 5% selama 2 jam. Menggunakan resin. Komposit dibuat dengan menggunakan serat daun nanas yang dipotong sepanjang 1 cm dan disusun secara random melalui metode pelapisan manual, dengan serat sebesar 10%, 20%, 30%. Komposit pengujian tarik menggunakan standar ASTM D638, dan uji lentur menggunakan standar ASTM D790-03. Setelah dilakukan pengujian maka didapatkan hasil dari uji Tarik dan uji lentur paling tinggi pada variasi 30% dengan nilai rata-rata sebesar (0.0129 GPa) dan uji lentur tegangan sebesar (0.0321 GPa). Peningkatan fraksi volume menyebabkan berkurangnya matrix flow oleh karena itu kekuatan komposit akan bertambah dan meningkatkan kontribusi serat dalam menahan beban tarik dan lentur..

Kata Kunci : Uji Impact Volume, Serat Daun Nanas (*Ananas Comosus*), Serat Dalam

## Abstract

The heavy and expensive characteristics of metals encourage the development of non-metallic materials, especially natural fiber reinforced materials, which are lighter, more flexible, resistant to rust, and more economical. This material can also compete with artificial fiber materials, such as organic fiber composites. Natural fiber composites are widely used. One natural fiber that is easy to obtain and has abundant availability is fiber from pineapple leaves (*Ananas comosus*). This research aims to determine the variation of volume fraction in the flexural and tensile strength of composites reinforced with pineapple leaf fiber. In this research, nanas leaf fiber was used. The fiber was soaked in 5% NaOH for 2 hours. Using resin. The composite was made using pineapple leaf fiber cut into 1 cm lengths and arranged randomly using a manual layering method, with fiber of 10%, 20%, 30%. Tensile testing composites use ASTM D638 standards, and flexural tests use ASTM D790-03 standards. After testing, the results obtained from the tensile test and flexural test were the highest at a variation of 30% with an average value of (0.0129 GPa) and a tensile flexural test of (0.0321 GPa). Increasing the volume fraction causes a reduction in matrix flow therefore the strength of the composite will increase. increases and increases the fiber's contribution in resisting tensile and bending loads.

Keywords: Impact Test, Volume Fraction, Pineapple Leaf Fiber (*Ananas Comosus*), Natural Fibre

## 1. Pendahuluan

Sifat logam yang berat dan mahal telah mendorong perkembangan bahan non-logam, terutama bahan penguat serat alami yang lebih ringan, mudah dibentuk, tahan terhadap korosi, lebih ekonomis, dan mampu bersaing dengan bahan serat sintetis seperti halnya komposit serat alam (Septiyanto dkk, 2015.) Komposit yang diperkuat dengan serat alam 40% lebih ringan daripada komposit fiberglass. Komposit berbasis serat alam memiliki keuntungan, yaitu harganya yang relatif murah dan ramah lingkungan. Oleh karena itu, komposit serat

alam dapat menjadi alternatif pengganti komposit serat sintetis (Hastuti dkk., 2021).

Serat alam merupakan komponen utama dalam penyusunan komposit yang mempengaruhi kekuatan, kekerasan, serta sifat-sifat lainnya pada material komposit. Penelitian mengenai serat alam seperti serat daun nanas, serat sisal, jerami padi, serabut kelapa, jute, dan serat alam lainnya sebagai penguat komposit telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Hal ini disebabkan oleh kemampuannya untuk terdegradasi secara alami dan sifatnya yang ramah lingkungan. Selain itu, harga serat alam jauh lebih terjangkau

dibandingkan dengan serat sintetik (Sulaiman dkk., 2018).

Salah satu serat alam yang mudah didapatkan dan memiliki ketersediaan yang melimpah adalah serat dari daun nanas (*Ananas comosus*). Serat ini memiliki kekuatan tinggi dan permukaan yang halus, sehingga cocok digunakan sebagai sumber serat alami dan telah banyak dikembangkan sebagai penguat dalam komposit polimer. Tanaman nanas dapat tumbuh dengan baik di daerah yang memiliki iklim basah maupun kering (Curtarolo dkk., 2012).

Serat perlu diberikan perlakuan alkalisasi untuk meningkatkan gaya adhesi antar muka serat dan matriks. Alkalisasi adalah metode untuk menghilangkan komponen dalam serat seperti pektin, lemak, dan lignin sehingga serat yang dapat menyebabkan kotoran pada serat. Perlakuan alkalisasi menggunakan NaOH dapat meningkatkan kandungan selulosa dalam serat yang merupakan faktor utama yang menentukan kekuatan dankekakuan serat (Filosofi dkk., 2022). Selain itu untuk mengikat serat, melindungi serat, dan mentransfer beban antar serat diperlukan matriks berupa resin (Latifolia dkk., 2021).

Untuk menghasilkan material komposit serat alam dengan sifat mekanik yang baik, penting untuk memahami faktor-faktor yang memengaruhi proses pembuatan komposit. Beberapa faktor yang dapat memengaruhi sifat mekanik komposit serat antara lain fraksi volume serat, susunan serat, orientasi serat, dan fraksi volume matriks. Di antara faktor-faktor tersebut, fraksi volume serat memiliki pengaruh terbesar terhadap kekuatan komposit (Wona dkk., 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kekuatan tarik optimal dari komposit yang diperkuat serat daun nanas (*Ananas comosus*). Masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah variasi fraksi volume serat daun nanas (*Ananas comosus*) sebagai penguat komposit terhadap kekuatan lentur dan kekuatan tarik.

Untuk memperoleh hasil yang diinginkan dan mengatasi luasnya permasalahan, diperlukan pembatasan, antara lain:

1. Serat alam yang digunakan adalah serat daun nanas.
2. Panjang serat 1 cm dengan metode acak .
3. Alkalisasi serat nanas menggunakan 5% NaOH.
4. Waktu perlakuan NaOH selama 2 jam..
5. Suhu ruang 24°- 28°C dengan kelembaban 55-65 %.
6. Uji tarik menggunakan standar ASTM D638.

7. Uji lentur menggunakan standar ASTM D790-03.

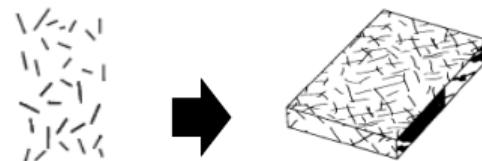
## 2. Dasar Teori

### 2.1 Komposit

Komposit merupakan salah satu material yang banyak digunakan di berbagai produk dan dapat ditemukan dengan mudah sekitar kita. Dari komponen otomotif, pesawat, rompi anti peluru, helm, peralatan olahraga, dan masih banyak produk-produk lainnya. Menurut Gibson (1994), komposit adalah material yang terdiri dari dua atau lebih material yang berbeda yang digunakan dalam skala makrosip. Material-material tersebut memiliki keunggulan masing-masing dan menyatu membentuk material baru yang memiliki karakteristik berbeda dari material penyusunnya (Filosofi dkk., 2022).

### 2.2 Komposit Serat

Fungsi utama serat adalah untuk menunjang kekuatan komposit. Hal ini karena tegangan yang ada pada komposit diserap ke dalam matriks dan ditransfer ke dalam serat, sehingga serat dapat menahan tegangan maksimum. Oleh karena itu, serat harus mempunyai modulus dan modulus tarik yang lebih tinggi dibandingkan matriks. Selain itu, biaya dan banyaknya bahan harus dipertimbangkan ketika memilih serat yang digunakan dalam produksi skala besar berdasarkan arah penempatan (Wahid dkk., 2013).



Gambar 1. Serat Pendek

### 2.3 Serat

Serat (*fiber*) adalah suatu jenis bahan yang terdiri dari potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang secara utuh. Serat juga banyak digunakan di dalam komposit sebagai bagian utama yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit tergantung dengan serat pembentukannya. Serat juga dapat dibagi menjadi dua yaitu serat alami dan serat buatan (Choirul Anwar, 2020).

### 2.4 Alkalisisasi

Proses alkalisasi dengan cara merendam serat kedalam larutan basa alkali (Maryanti dkk., 2011). NaOH merupakan larutan basa yang tergolong mudah larut dalam air dan termasuk basa kuat yang dapat terionisasi dengan sempurna (Nuruddin dkk., 2020). Maka dari itu dalam penelitian ini proses alkalisasi menggunakan larutan NaOH. Pada penelitian ini penulis melakukan perendaman serat pada NaOH 5% selama 2 jam dikarenakan jika terlalu lama dapat menyebabkan kerusakan pada serat yang direndam pada cairan NaOH.



Gambar 2. Serat Daun Nanas

### 3. Metode penelitian

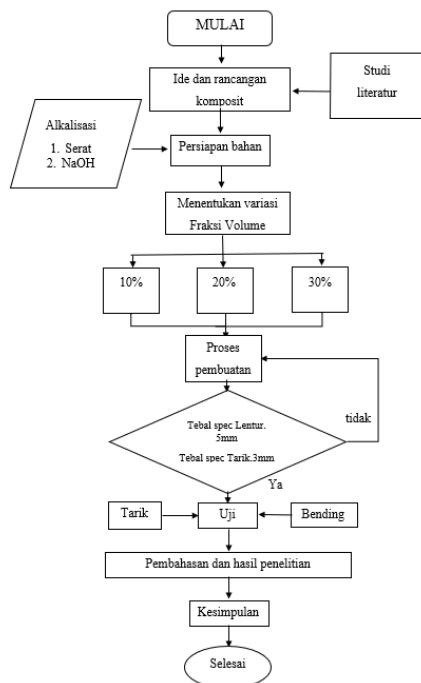
#### 3.1 Alat

1. Alat cetak : Akrilik
2. Alat ukur : Penggaris, Timbangan, gelas ukur,dan jangka sorong.
3. Alat bantu : Gunting, Pengaduk, Gerinda, Sendok, Penjepit, Selotip, dan Amplas
4. Alat pembersih : Tisu, Kain, dan Kapi
5. Alat uji : Lentur dan Tarik

#### 3.2. Bahan

1. Resin epoksi
2. Serat daun nanas
3. NaOH
4. Acetone
5. Sealent

#### 3.3. Diagram alir penelitian



Gambar 3 Diagram Alir

#### 3.4. Metode Uji

Uji konsumsi energi sepeda motor listrik akan dilakukan enam kali dengan tiga variasi kecepatan, *speed control* satu dan dua dengan pengulangan sebanyak tiga kali untuk setiap pengujian untuk memperoleh hasil yang optimal. Setiap pengujiannya dilakukan selama lima menit. Berikut adalah tahapan penelitian dari penulisan ini:

1. Studi literatur.
2. Proses alkalisasi.
3. Pembuatan spesimen komposit.
4. Pengujian.
5. Pengambilan data.
6. Penulisan hasil dan kesimpulan

### 4. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui massa serat daun nanas yang akan digunakan dalam campuran komposit. Massa campuran komposit dihitung menggunakan cara mengalikan fraksi volume resin dan serat daun nanas kemudian dikalikan dengan masing-masing massa jenisnya. Dimana diketahui massa jenis serat daun nanas sebesar  $0.43 \text{ gram/cm}^3$  dan massa jenis resin epoksi sebesar  $1.19 \text{ gram/cm}^3$ . Volume cetakan yang digunakan untuk uji tarik sebesar  $35.7 \text{ cm}^3$  dan volume cetakan untuk uji lentur sebesar  $32.5 \text{ cm}^3$ .

#### 4.1 Komposisi Campuran

## 1. Komposisi Komposit Untuk Uji Tarik

Fraksi Volume Serat (%)	Massa Resin Epoksi (gram)	Massa Serat Daun Nanas (gram)
10	38,2347	1,5351
20	33,9864	3,0702
30	29,7381	4,6053

## 2. Komposisi Komposit Untuk Uji Lentur

Fraksi Volume Serat (%)	Massa Resin Epoksi (gram)	Massa Serat Daun Nanas (gram)
10	34,8075	1,3975
20	30,9400	2,7950
30	27,075	4,1925

### 4.4 Uji Tarik

Diketahui :

$$\text{Percobaan}_1 = 247,95 \text{ N}$$

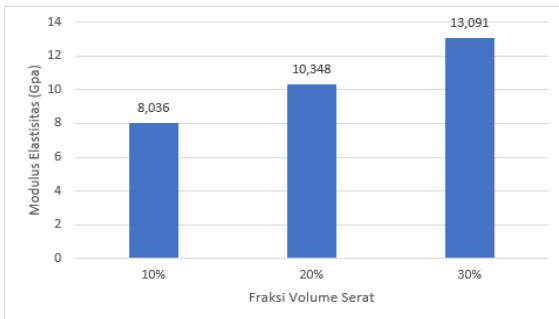
$$\text{Percobaan}_2 = 947,79 \text{ N}$$

$$\text{Percobaan}_3 = 1237,7$$

$$A_0 = 1 \times t = 3\text{mm} \times 29\text{mm} = 87\text{mm}^2$$

$$\Delta L = 175 \text{ mm}$$

Perhitungan terhadap tegangan tarik pada spesimen yang telah diuji dapat dihitung menggunakan persamaan :



- Variasi 10%

$$\sigma = \frac{P}{A_0}$$

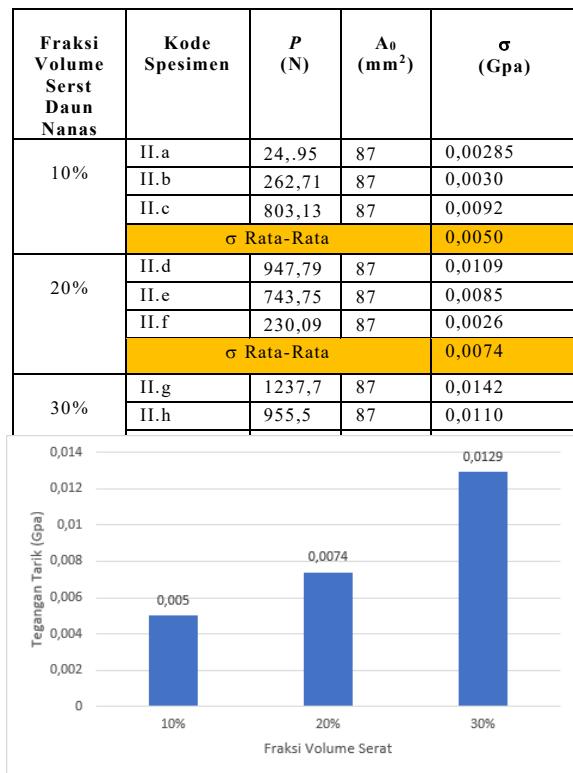
$$\sigma = \frac{247,95}{87}$$

$$\sigma = 2,850 \text{ Mpa}$$

$$\sigma = 2,850 \text{ Mpa} / 1000$$

$$\sigma = 0,00285 \text{ Gpa}$$

Hasil perhitungan tegangan tarik spesimen tiap variasi fraksi volume serat dapat dilihat pada Tabel 3



Gambar 4 Kekuatan Tarik Komposit Serat Daun Nanas

Perhitungan regangan tarik pada spesimen yang telah diuji dapat menggunakan persamaan :

- Variasi 10%

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\%$$

$$\varepsilon = \frac{2,5533}{175} \times 100\%$$

$$\varepsilon = 1,46\%$$

Hasil perhitungan regangan tarik spesimen tiap variasi fraksi volume serat dapat dilihat pada Tabel 4

Fraksi Volume Serat Daun Nanas	Kode Spesimen	$\Delta L$ (mm)	$L_0$ (mm)	$\varepsilon$ (%)
10%	II.a	2,5533	175	1,46
	II.b	2,0542	175	1,17
	II.c	2,4336	175	1,39
$\varepsilon$ Rata-Rata				1,34
20%	II.d	2,8728	175	1,64
	II.e	2,6132	175	1,49
	II.f	3,1525	175	1,8
$\varepsilon$ Rata-Rata				1,64
30%	II.g	6,0221	175	3,44
	II.h	2,9128	175	1,66
	II.i	2,0143	175	1,15
$\varepsilon$ Rata-Rata				2,08

**Gambar 5 Regangan Tarik Komposit Serat Daun Nanas**

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

$$E = \frac{0,00285}{1,46\%}$$

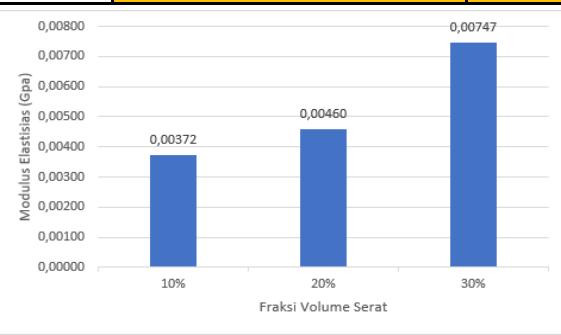
$$E = 0,0014 \text{ GPa}$$

Perhitungan modulus elastisitas pada spesimen yang telah diuji dapat menggunakan persamaan :

- Variasi 10%

Hasil perhitungan modulus elastisitas spesimen tiap variasi fraksi volume serat dapat dilihat pada Tabel 5.

Fraksi Volume Serat Daun Nanas	Kode Spesimen	$\sigma$ (Gpa)	$\epsilon$ (%)	E (Gpa)
10%	II.a	0,0029	1,46	0,00199
	II.b	0,003	1,17	0,00256
	II.c	0,0092	1,39	0,00662
E Rata-rata		0,00372		
20%	II.d	0,0109	1,64	0,00665
	II.e	0,0085	1,49	0,00570
	II.f	0,0026	1,8	0,00144
E Rata-rata		0,00460		
30%	II.g	0,0142	3,44	0,00413
	II.h	0,011	1,66	0,00663
	II.i	0,0134	1,15	0,01165
E Rata-rata		0,00747		



**Gambar 6 Modulus Elastis Tarik Spesimen**

#### 4.5 Uji Lentur

Berikut persamaan yang digunakan untuk melakukan perhitungan terhadap spesimen hasil uji lentur :

Diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Percobaan} &= 87,5 \text{ N} \\ n_1 & \\ \text{Percobaan} &= 128,66 \text{ N} \\ n_2 & \\ \text{Percobaan} &= 119,68 \text{ N} \\ n_3 & \\ \Delta L &= 175 \text{ mm} \\ L &= 130 \text{ mm} \\ d &= 5 \text{ mm} \\ b &= 50 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tegangan lentur

- Variasi 10%

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{3PL}{2bd^2} \\ \sigma &= \frac{3 \times 87,586 \times 130}{2 \times 50 \times 5^2} \\ \sigma &= 15,766/1000 \\ \sigma &= 0,015766 \text{ GPa} \end{aligned}$$

Regangan lentur :

- Variasi 10%

$$\begin{aligned} \epsilon &= \frac{66 \cdot d}{L^2} \\ \epsilon &= \frac{6 \times 1,8605 \times 5}{130^2} \times 100\% \\ \epsilon &= 3,53\% \end{aligned}$$

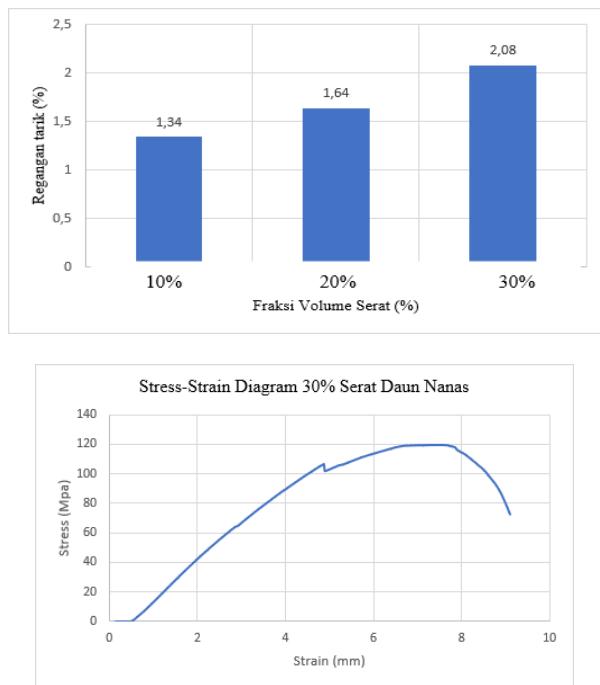
Modulus elastisitas lentur :

- Variasi 10%

$$\begin{aligned} E &= \frac{L^3 m}{4b \cdot d^3} \\ E &= \frac{130^3 \times 87,586}{4 \times 50 \times 5^3} \\ E &= 7,697 \text{ GPa} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan regangan lentur dan modulus elastisitas spesimen tiap variasi fraksi volume serat dapat dilihat pada Tabel 6.

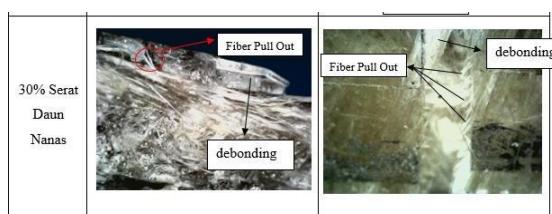
Fraksi Volume Serat Daun Nanas	Kode Spesimen	$\sigma_l$ (GPa)	$\epsilon_l$ (%)	E (GPa)
10%	II.a	0,0158	3,53	0,07762
	II.b	0,0161	2,62	0,07127
	II.c	0,0175	1,61	0,08118
Rata-rata		0,07669		
20%	II.d	0,0232	1,44	0,08371
	II.e	0,0189	1,73	0,07622
	II.f	0,0215	1,61	0,07697
Rata-rata		0,07896		
30%	II.g	0,0215	0,84	0,08408
	II.h	0,0321	1,67	0,08371
	II.i	0,0268	1,25	0,08389
Rata-rata		0,08389		



**Gambar 7 Modulus Elastis Lentur dan Stress Strain Diagram**

#### 4.6 Uji Mikro Struktur

Hasil patahan pada spesimen uji menunjukkan deformasi plastis sebelum patah terjadi pada pengujian tarik maupun lentur yang bisa dilihat lebih jelas pada Gambar 7. ditunjukkan adanya *fiber pull out* pada patahan. Hal tersebut menunjukkan bahwa bahan komposit menunjukkan sifat ulet dan tidak getas, bisa dilihat bahwa serat daun nanas memiliki peran penting dalam memberikan nilai keuletan pada spesimen uji, di mana ditunjukkan oleh banyaknya *fiber pull out* yang terjadi pada lapisan anyaman komposit serat daun nanas.



**Gambar 8 Hasil Uji Foto Mikro**

Pada fraksi volume 10% serat daun nanas, didapatkan kekuatan tarik, dan lentur paling rendah dikarenakan kurangnya serat daun nanas sebagai penguat komposit yang menerima beban setelah ditransfer oleh epoksi sehingga spesimen tidak mampu menahan beban yang lebih besar. Serat daun nanas dengan fraksi volume 20%, terdapat kenaikan kekuatan tarik dan lentur, dikarenakan penambahan serat yang dapat

menahan beban yang ditransfer oleh epoksi, sehingga mampu menahan beban yang lebih besar. Kemudian fraksi volume 30% terjadi peningkatan yang signifikan karena beban yang diterima oleh matriks kemudian ditransfer ke serat yang lebih banyak. Ikatan antara serat juga lebih baik, sehingga menghasilkan kekuatan tarik, dan lentur yang jauh lebih kuat dibandingkan dengan fraksi volume sebelumnya. Seperti terlihat pada Gambar 9 terjadi kegagalan berupa *fiber pullout* yang terjadi akibat perlakuan alkali yang tidak maksimal pada serat daun nanas di bagian tersebut. Kondisi ini mengakibatkan rendahnya kekuatan ikatan antara serat dan matriks selama pengujian tarik dan Lentur, sehingga serat terlepas dari matrik [8].

Berdasarkan hasil uji tarik pada penelitian ini mendapatkan nilai tertinggi sebesar 0,0129 GPa, hasil tertinggi uji lentur sebesar 13,091 GPa, hasil pengujian ini lebih rendah dibandingkan pengujian sebelumnya yang dibuat oleh [8]. Dengan menggunakan serat alam dengan metode anyam pengujian menunjukkan bahwa komposit dengan arah serat pada sudut 45° memiliki kekuatan tarik tertinggi, dengan nilai rata-rata 0,000348 GPa dan modulus elastisitas rata-rata 0,608816 GPa. Sementara itu, kekuatan lentur tertinggi diperoleh pada sudut 22,5° dengan nilai rata-rata 0,14408 GPa. Jadi dengan penambahan fraksi volume lebih bagus dengan menggunakan serat nanas yang dilakukan dengan pola anyaman.

#### 5. Kesimpulan

Pada pengujian lentur tegangan tertinggi yang diperoleh paling tinggi pada variasi 30% serat daun nanas dengan nilai 0,0321GPa dan terendah pada variasi 10% serat daun nanas dengan nilai 0,0158 GPa. Regangan lentur tertinggi diperoleh pada variasi 10% serat daun nanas dengan nilai 3,53% dan terendah pada variasi 30% serat daun nanas sebesar 0,84%. Bisa dilihat bahwa semakin banyak penambahan komposisi serat daun yang digunakan, maka semakin kuat kekuatan lenturnya pada variasi 30% serat daun nanas dengan nilai rata-rata sebesar 13,091 GPa sedangkan pada variasi 10% serat daun nanas rata-rata sebesar 8,036 GPa. Pada pengujian tarik, kekuatan tarik tertinggi didapatkan pada variasi 30% serat daun nanas dengan nilai rata-rata sebesar 0,0129 GPa. Kekuatan tarik terendah didapatkan pada variasi 10% serat daun nanas dengan nilai rata-rata sebesar 0,005 GPa. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak komposisi daun nanas dapat meningkatkan kekuatan tariknya.

### Daftar Pustaka

- [1] [1] Septiyanto, R. F., & Abdullah, A. H. D. (2015). *Perbandingan komposit serat alam dan serat sintetis melalui uji tarik dengan bahan serat jute dan e-glass.* Gravity : Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Fisika,1(1), 1-4. <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/Gravity/article/view/2536%0Ahttp://jurnal.unirta.ac.id/index.php/Gravity/article/view/912>
- [2] Hastuti, S., Budiono, H. S., Ivadiyanto, D. I., & Nahar, M. N. (2021). *Peningkatan Sifat Mekanik Komposit Serat Alam Limbah Sabut Kelapa (Cocofiber) yang Biodegradable.* Reka Buana : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Dan Teknik Kimia, 6(1), 30–37. <https://doi.org/10.33366/rekabuan.a.v6.i1.22.57>
- [3] Curtarolo, S., Setyawan, W., Wang, S., Xue, J., Yang, K., Taylor, R. H., Nelson, L. J., Hart, G. L. W., Sanvito, S., Buongiorno-nardelli, M., Mingo, N., & Levy, O. (2012). AFLOWLIB . ORG : A distributed materials properties repository from high-throughput ab initio calculations. *Computational Materials Science*, 58, 227–235. <https://doi.org/10.1016/j.commatsci.2012.02.002>
- [4] Tauvana, A. I., & Subekti, M. I. (n.d.). *Pengaruh matrik resin-epoksi terhadap kekuatan impak dan sifat fisis komposit serat nanas.* 99–104.
- [5] Wona, H., Boimau, K., Maliwemu, E. U. K., Mesin, J. T., & Cendana, U. N. (2015). Pengaruh Variasi Fraksi Volume Serat terhadap Kekuatan Bending dan Impak Komposit Polyester Berpenguat Serat Agave Cantula atau lebih gabungan konstituen yang dan tidak larut dalam satu sama lain . Salah. 02(01), 39–50.
- [6] Asim, M., Abdan, K., Jawaid, M., Nasir, M., Dashtizadeh, Z., Ishak, M. R., & Hoque, M. E. (2015). A Review on Pineapple Leaves Fibre and Its Composites. International Journal Of Polymer Sciene, 2015,
16.  
<https://doi.org/10.1155/2015/950567>
- [7] Filosofi, R., Widi, I. K. A., & Sutrisno, T. A. (2022). Analisa Variasi Penambahan Fly Ash Terhadap Kekuatan Impact dan Foto Makro Patahan pada Material Komposit Berpenguat Serat Praksok ( Cordyline Australis ). 804–807.
- [8] Arif, F., & Dwi, L. (2015). Pengaruh Komposisi Serat Terhadap Kekuatan Impak. Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro , 4(2), 7



**I Kadek Dova Ardiana Putra Yasa**

Menyelesaikan studi program sarjana di Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana dari tahun 2020 sampai 2025

Bidang penelitian yang diminati yaitu Rekayasa Manufaktur.