

# KAJIAN SERAT DAUN NANAS SEBAGAI MATERIAL KOMPOSIT PENGGANTI PLASTIK

**Rijal Tampubolon, Ricardo Fransiskus Damanik,  
Din Aswan Amran Ritonga, Muhammad Arifin**

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik & Komputer

Universitas Harapan Medan

[rizaltampubolon07@gmail.com](mailto:rizaltampubolon07@gmail.com);

## Abstrak

*Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan serat daun nanas sebagai bahan penguat pada material komposit berbasis PLA (Polylactic Acid) sebagai alternatif pengganti plastik berbasis minyak bumi yang kurang ramah lingkungan. Serat daun nanas dipilih karena memiliki kandungan selulosa tinggi ( $\pm 69-71\%$ ) yang berpotensi meningkatkan kekuatan mekanik komposit sekaligus memanfaatkan limbah pertanian. Proses penelitian meliputi persiapan serat melalui perendaman dan perlakuan alkali, pencampuran dengan PLA menggunakan mesin molding plastik, serta pencetakan spesimen untuk pengujian mekanik. Uji tarik, uji impact, dan uji tekan dilakukan sesuai standar ASTM. Hasil pengujian menunjukkan bahwa komposit serat daun nanas-PLA mampu mencapai kekuatan impact hingga  $\pm 34,70$  kJ/m<sup>2</sup>, kekuatan tarik hingga  $\pm 20,73$  MPa, dan kekuatan tekan/bending hingga  $\pm 11,90$  MPa. Variasi fraksi volume serat berpengaruh signifikan terhadap sifat mekanis, di mana peningkatan serat dalam batas tertentu meningkatkan performa, namun kelebihan fraksi serat menurunkan homogenitas material. Penelitian ini membuktikan bahwa serat daun nanas dapat digunakan sebagai material penguat ramah lingkungan dalam pembuatan komposit, sekaligus memberikan nilai tambah pada limbah pertanian.*

**Kata-Kata Kunci:** Serat Daun Nanas, Pla, Komposit, Uji Mekanik, Material Ramah Lingkungan.

## I. Pendahuluan

Plastik telah menjadi bahan utama dalam dunia industri karena biaya produksinya yang rendah, fleksibilitasnya dan kekuatannya tetapi karena sangat sulit untuk di urai oleh alam sehingga menyebabkan masalah lingkungan yang serius. Oleh karena itu ada dorongan yang sangat besar untuk mengurangi penggunaan plastik karena dampaknya yang buruk terhadap lingkungan. Seiring dengan kesadaran manusia terhadap lingkungan sekitar membuat para peneliti mengembangkan material alternatif dengan memanfaatkan sumber daya alam yang bersifat renewable dan ramah lingkungan. Salah satu aspek yang perlu dipertimbangkan dalam mendapatkan material baru adalah pemanfaatan bahan yang berasal dari tumbuhan atau serat organik. [1]

Dalam pembuatan komposit dengan menggunakan serat alam, serat terlebih dahulu melalui proses treatment (pengolahan), seperti scouring (pencucian) dan bleaching (pemutihan) untuk meningkatkan sifat mekanis komposit. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa faktor utama yang memengaruhi peningkatan sifat mekanik komposit serat alam adalah dengan melakukan proses treatment (pengolahan) serat dan menentukan fraksi volume serat. [2]

Banyaknya potensi penghasil nanas di Indonesia sebagai alternatif pertanian yang dapat menjadi sumber penghasilan di Indonesia tetapi dari banyaknya buah yang di hasilkan belum dapat di manfaatkan seluruhnya oleh Masyarakat sekitar. Buah Nanas (Nanas comosus) adalah sejenis tumbuhan Amerika tropis yang berasal dari Brazil,

argentina dan peru. Kandungan dari buah nanas yaitu 81,72% udara, 20,87% serat kasar, 17,53 karbohidrat, 4,41% protein, 0,02% lemak, 1,66% serat basah, dan reduksi gula 13,65%.

Daun nanas merupakan limbah yang paling banyak dihasilkan dari pertanian nanas, yaitu sekitar 90% setiap kali panen. Daun nanas mengandung 69,5-71,5% selulosa dan 4,4-4,7% lignin. Kandungan selulosa yang besar ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan penguat dalam pembuatan bahan komposit. [3]

Pentingnya penelitian ini terletak pada kemampuannya untuk membuat inovasi baru dalam pembuatan material komposit baru berbahan dasar serat alam yang lebih ramah lingkungan dari pada menggunakan bahan penguat sintesis, Dimana dengan menggunakan serat daun nanas yang memiliki kandungan selulosa yang sangat tinggi hingga mencapai 60%-70% dimana semakin tinggi kandungan selulosa nya maka kekuatan material yang di hasilkan akan menjadi lebih tinggi.

Sebelumnya sudah di lakukan pengujian menggunakan serat biji pinang yang mengandung kandungan selulosa yang lebih sedikit di bandingkan serat daun nanas sehingga di harapkan dengan selulosa yang lebih tinggi dapat mendapatkan hasil yang lebih baik lagi.

Melalui pengujian sifat mekanik, kami berharap dapat mengevaluasi secara komprehensif performa material komposit berbasis serat daun nanas dan memberikan panduan bagi para praktisi dan peneliti di bidang material komposit

## II. Tinjauan Pustaka

Komposit adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya baik itu sifat kimia maupun fisiknya dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut (bahan komposit). Keunggulan bahan komposit adalah, Bahan komposit memiliki banyak keunggulan, diantaranya berat yang lebih ringan, kekuatan dan kekuatan yang lebih tinggi, tahan korosi dan memiliki biaya perakitan yang lebih murah karena berkurangnya jumlah komponen dan baut-baut penyambung. Kekuatan tarik dari komposit serat karbon lebih tinggi daripada semua paduan logam. Semua itu menghasilkan berat pesawat yang lebih ringan, daya angkut yang lebih besar, hemat bahan bakar dan jarak tempuh yang lebih jauh. Militer Amerika Serikat adalah pihak yang pertama kali mengembangkan dan memakai bahan komposit. Pesawat AV-8D mempunyai kandungan bahan komposit 27% dalam struktur rangka pesawat pada awal tahun 1980-an. Penggunaan bahan komposit dalam skala besar pertama kali terjadi pada tahun 1985.[4] Semua itu menghasilkan berat pesawat yang lebih ringan, daya angkut yang lebih besar, hemat bahan bakar dan jarak tempuh yang lebih jauh.

Nanas memiliki nama ilmiah yaitu *Ananas comosus* yang berasal dari Brazil Amerika Selatan yang telah di domestikasi disana sebelum masah colombus. Pada abad ke 16 orang Spanyol membawa nanas ini ke Filipina dan semenanjung Malaysia, sedangkan nanas masuk ke Indonesia pada abad ke 15 lebih tepatnya pada tahun 1599.

Di Indonesia pada mulanya nanas hanya sebagai tanaman pekarangan, dan meluas dikebunkan di lahan kering di seluruh wilayah nusantara. Tanaman ini kini dipelihara di daerah tropis. Nanas cocok ditanam di ketinggian 1-1300 mdpl. Pertumbuhan optimum tanaman nanas antara 100-700 mdpl.

Komposisi atau kandungan kimia daun nanas dapat dilihat di Tabel 1.

**Tabel 1. Komposisi kandungan serat daun nanas**

Komposisi kimia serat daun nanas	Nilai (%)
Selulosa	69,5 – 71,5
Pentosan	17,0 – 17,8
Lignin	4,4 – 4,7
Pektin	1,0 – 1,2
Lemak dan Wax	3,0 – 3,3
Abu	0,7 – 0,8
Zat lain (protein, asam organik, dll)	4,5 v- 5,3

Selulosa merupakan polimer alam paling melimpah, biokompatibel, dan ramah lingkungan karena mudah terdegradasi, tidak beracun, serta dapat di perbarui. Selulosa sangat bermanfaat dalam pembuatan komposit di karenakan serat selulosa karena dapat meningkatkan kekuatan dan kekakuan komposit, selulosa memiliki densitas rendah, sehingga dapat membuat material komposit yang ringan tetapi tetap kuat, selulosa adalah bahan alami dan dapat terurai secara hayati.[6] Plastik adalah bahan yang terbuat dari senyawa sintetik atau semi-sintetik yang memiliki sifat mudah dibentuk. Material yang satu ini juga terkenal sangat rendah biaya, serbaguna, juga tahan air. Atas beberapa keunggulannya tersebut plastik digunakan pada banyak produk dari berbagai sector. Selain itu, parameter dan penggunaan jenis plastik yang berbeda juga akan memberikan karakter yang berbeda-beda pula pada produk akhirnya.[8]

Biji plastik PLA (Polylactid Acid) adalah polimer berbasis asam laktat yang terbuat dari sumber daya terbarukan seperti tebu, jagung, atau singkong. PLA adalah jenis bioplastik yang sangat populer karena sifatnya yang ramah lingkungan dan biodegradable, tidak seperti ABS. PLA diproduksi menggunakan bahan baku terbarukan, salah satunya yaitu pati jagung. PLA adalah salah satu bahan yang paling mudah untuk dicetak, meskipun memiliki kecenderungan menyusut sedikit setelah dicetak. Pencetakan menggunakan plastik PLA dapat dilakukan dengan suhu yang lebih rendah dari ABS, antara 190°C hingga 230°C.[9] Extruder adalah mesin yang digunakan untuk melakukan proses ekstrusi meliputi pencampuran bahan, pemasakan, dan pencetakan [11]. Extruder sendiri merupakan sebuah kombinasi dari proses antara tekanan, gesekan, dan suhu dalam suatu ulir yang bergerak dalam waktu yang bersamaan

Uji tarik adalah salah satu uji mekanik (stress-strain) yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tarik, Uji tarik dilakukan dengan cara spesimen ditarik hingga putus dengan menarik spesimen maka dapat diketahui bagaimana material tersebut bereaksi terhadap gaya tarikan dan mengetahui sejauh mana material tersebut bertambah panjang.

Uji impak adalah pengujian untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap beban kejut atau benturan mendadak. Untuk menentukan sifat patahan suatu logam, keuletan dan kegetasannya dapat dilakukan dengan media pengujian impak.

Uji tekan (compressive testing) adalah pengujian mekanik yg dilakukan untuk mengukur kekuatan suatu material atau benda saat diberi tekanan hingga mengalami kegagalan atau patah. Uji tekan bertujuan untuk mengetahui seberapa kuat suatu material dalam menahan beban tekan, dan hasil pengujian dapat memberikan informasi tentang kekuatan tekan maksimum, batas elastis, dan modulus elastisitas material tersebut.

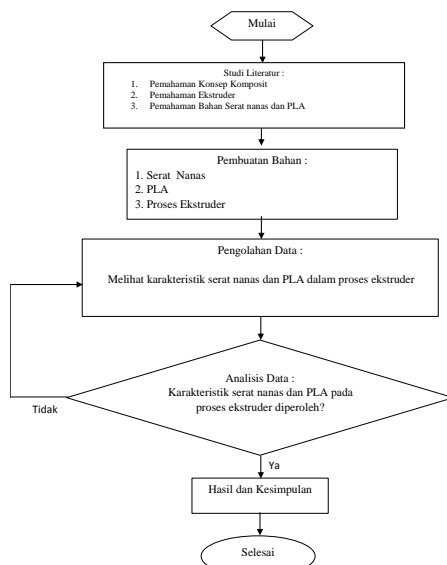
### III. Metode Penelitian

Algoritma sistem adalah urutan atau tingkat proses sistem dan menjalankan tugas atau fungsi. Algoritma ini dibuat untuk menemukan. Berikut merupakan algoritma sistem pada pembuatan dan pengujian spesimen

Tahapan-tahapan algoritma system pada rancangan akan dijelaskan sebagai berikut :

1. Membaca beberapa refrensi dari jurnal ataupun buku ilmiah
2. Pemilihan material guna memastikan material untuk dilakukan pengujian telah sesuai.
3. Menggunakan jenis plastic PLA (Polylactic Acid).
4. Proses persiapan bahan komposit
5. Proses pencampuran dan biji plastik di mesin ekstruder sampai menjadi spesimen
6. Pengujian spesimen yaitu uji tarik, uji tekan dan uji impact

Analisa data dalam hal ini adalah dengan mennggunakan teknik analisis kuantatif deksriktif, yaitu teknik yang digunakan untuk mendeskripsikan atau menyampaikan hasil penelitian dalam bentuk grafik.



Gambar 1. Algoritma system

### IV. Hasil dan Pembahasan

#### 4.1 Hasil Pengujian dan Perhitungan Impact



Gambar 2. Spesimen uji impact

Data hasil uji impact disajikan pada Tabel 2 berikut :

Spesimen	Berat Bendulan (N)	Panjang Lengan	Sudut Awal	Sudut Akhir
1	0,710	0,2238	150	68
2	0,710	0,2238	150	27
3	0,710	0,2238	150	49

Perhitungan harga Impact (HI) pada spesimen yang telah diuji dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Hi = \frac{E}{A} \text{ dengan } E = G.L.(\cos A - \cos B) \cdot g$$

Dimana :

HI = Harga Impact (J/mm<sup>2</sup>)

E = Energi yang diserap (J)

A = Luas Penampang (mm<sup>2</sup>)

G = Berat bendulan (N)

R = Jarak Bendulan ke pusat (m)

Cos A = Sudut awal tanpa beban

Cos B = Sudut bendulan mengenai pusat

Adapun perhitungan harga impact komposit pada masing – masing spesimen adalah sebagai berikut :

##### a. Spesimen 1

$$\begin{aligned} E &= G.L.(\cos - \cos) \cdot g \\ &= 0,710 \cdot 0,2238. (\cos 68 - \cos 150) \cdot 9,81 \\ &= 1,93457 \text{ kg. m/s}^2 \\ &= 1,93457 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Hi &= \frac{E}{A} = \frac{1,93457}{0,0000705511} \\ &= 27420,83 \text{ J/m}^2 \\ &= 27,42083 \text{ KJ/m}^2 \end{aligned}$$

##### b. Spesimen 2

$$\begin{aligned} E &= G.L.(\cos - \cos) \cdot g \\ &= 0,710 \cdot 0,2238. (\cos 27 - \cos 150) \cdot 9,81 \\ &= 2,739 \text{ kg. m/s}^2 \\ &= 2,739 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Hi &= \frac{E}{A} = \frac{2,739}{0,00007893} \\ &= 34701634,35 \text{ J/m}^2 \\ &= 34,7016,3435 \text{ KJ/m}^2 \end{aligned}$$

##### c. Spesimen 3

$$\begin{aligned} E &= G.L.(\cos - \cos) \cdot g \\ &= 0,710 \cdot 0,2238. (\cos 49 - \cos 150) \cdot 9,81 \\ &= 2,373 \text{ kg. m/s}^2 \\ &= 2,373 \text{ J} \end{aligned}$$

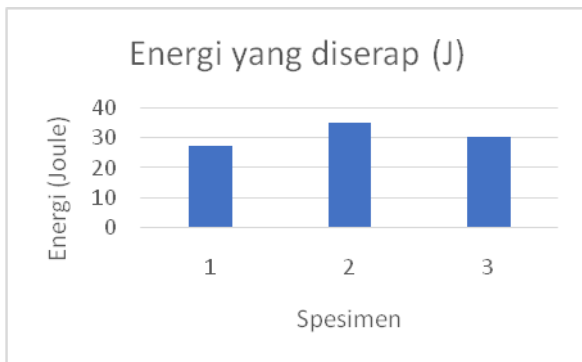
$$\begin{aligned} Hi &= \frac{E}{A} = \frac{2,373}{0,00007848} \\ &= 30237,003 \text{ J/m}^2 \\ &= 30.237,003 \text{ KJ/m}^2 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan uji impact pada masing – masing spesimen dapat dilihat pada Tabel 3 berikut :

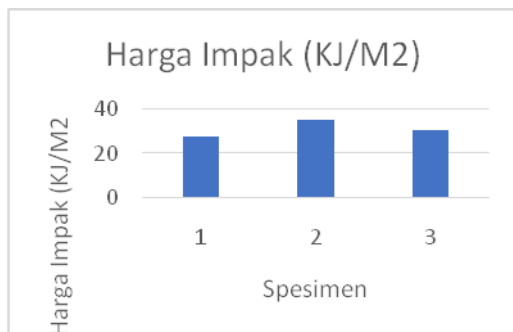
**Tabel 3. Hasil Perhitungan Uji Impact**

Spesimen	Panjang Spesimen (mm)	Lebar Spesimen (mm)	Tebal Spesimen (mm)	Beban (N)
1	90,786	13,53	6,71	51,684
2	90,786	13,53	6,71	48,786
3	90,786	13,53	6,71	53,257

Sesuai pengujian impact pada Tabel 3 energi serap dan harga impact serat Nanas dan PLA dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut :



**Gambar 3. Grafik Energi yang diserap**



**Gambar 4. Grafik Harga Impact**

Berdasarkan Gambar 3. dan 4. memperlihatkan harga impact (HI) komposit serat daun nanas dan pla dengan variasi fraksi volume serat nanas sebanyak 15:1 yaitu 27,42083 kJ/m<sup>2</sup>; 34,7016 kJ/m<sup>2</sup> dan 30,2370 kJ/m<sup>2</sup>. serta energi yang di serap yaitu 1,93457, 2,739, 2,373

**IV.2 Hasil dan Pembahasan Uji Tekan**



**Gambar 5. Spesimen uji tekan**

Adapun hasil pengujian bending yang dilakukan pada komposit serat Nanas dan PLA adalah sebagai berikut :

**Tabel 4. Hasil Bending Test**

Spesi men	Berat Benda (N)	Panjang Lengan	Sudut Awal	Sudut Akhir	Energi yang diserap (J)	Harga Impact (kJ/m2)
1	0,710	0,2238	150	68	1,93457	27,42083
2	0,710	0,2238	150	27	2,739	34,7016
3	0,710	0,2238	150	49	2,373	30,2370

Perhitungan untuk mencari tegangan bending serta modulus elastisitas bending adalah dengan menggunakan persamaan berikut :

Tegangan bending :

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Modulus elastisitas bending :

$$E_b = \frac{L^3 P}{4bd^3 \delta}$$

Dimana :

$\sigma_b$  = Tegangan bending (MPa)

P = Beban (N)

L = Panjang spesimen (m)

b = Lebar spesimen (m)

d = tebal spesimen (m)

$E_b$  = Modulus Elastisitas (MPa)

$\delta$  = Defleksi (N/mm)

Adapun hasil perhitungan tegangan bending pada komposit serat Nanas dan PLA adalah sebagai berikut :

a. Spesimen 1

Tegangan bending :

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{3PL}{2bd^2} \\ &= \frac{3 \cdot 51,684 \cdot 90,786}{2 \cdot 13,53 \cdot 6,71^2} \\ &= \frac{14.076,55}{1.218,35} \\ &= 11,55 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Modulus Elastisitas :

$$\begin{aligned} E_b &= \frac{L^3 P}{4bd^3 \delta} \\ &= \frac{90,786^3 \cdot 51,684}{4 \cdot 13,53 \cdot 6,71^2 \cdot 11,55} \\ &= \frac{14076,55}{8388,65} \\ &= 1,67 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

b. Spesimen 2

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{3PL}{2bd^2} \\ &= \frac{3 \cdot 48,786 \cdot 90,786}{2 \cdot 13,53 \cdot 6,71^2} \\ &= \frac{13287,25}{1.218,35} \\ &= 10,90 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Modulus Elastisitas :

$$E_b = \frac{L^3 P}{4bd^3 \delta}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{90,786^3 \cdot 48,786}{4 \cdot 13,53 \cdot 6,71^2 \cdot 10,90} \\
 &= \frac{19287,25}{14504,97} \\
 &= 1,67 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

c. Spesimen 3

$$\begin{aligned}
 \sigma_b &= \frac{3PL}{4bd^2} \\
 &= \frac{3 \cdot 53,257 \cdot 90,786}{4 \cdot 13,53 \cdot 6,71^2} \\
 &= \frac{14504,97}{1219,35} \\
 &= 11,90 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

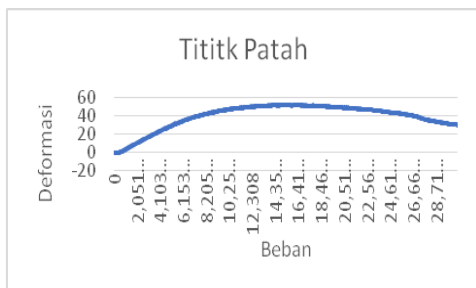
Modulus Elastisitas :

$$\begin{aligned}
 E_b &= \frac{L^3 P}{4bd^3 \delta} \\
 &= \frac{90,786^3 \cdot 53,257}{4 \cdot 13,53 \cdot 6,71^3 \cdot 11,90} \\
 &= \frac{14504,97}{8642,85} \\
 &= 1,67 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

**Tabel 5. Hasil perhitungan tegangan bending dan elastisitas**

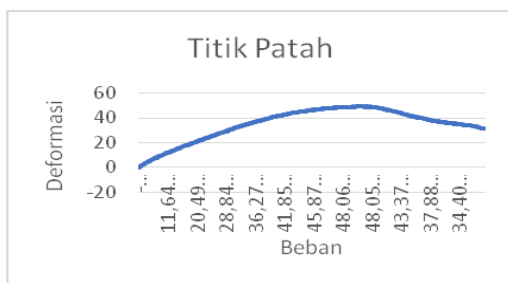
Spesimen	Panjang Spesimen (mm)	Lebar Spesimen (mm)	Tebal Spesimen (mm)	Beban (N)	Tegangan Bending (MPa)	Modulus Elastisitas (MPa)
1	90,786	13,53	6,71	51,684	11,55	1,67
2	90,786	13,53	6,71	48,786	10,90	1,67
3	90,786	13,53	6,71	53,257	11,90	1,67

Untuk menentukan titik patah dari hasil uji tekan dapat dilihat dari diagram di bawah ini:



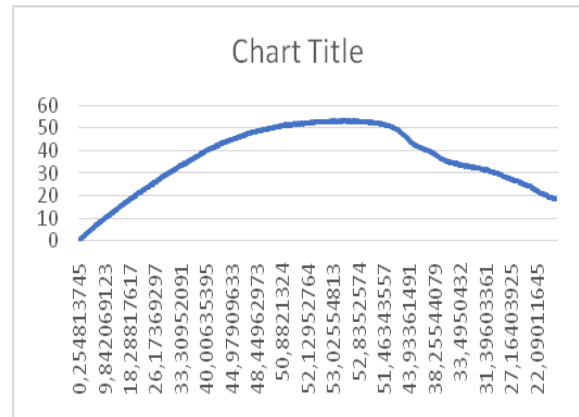
**Gambar 6. Grafik Spesimen satu**

Dari diagram di atas dapat disimpulkan bahwa deformasi dari spesimen 1 berada pada titik 51,684 mm dan mengalami patahan pada beban 27,16 N.



**Gambar 7. Grafik Spesimen Dua**

Dari diagram di atas dapat disimpulkan bahwa deformasi dari spesimen 2 berada pada titik 48,786mm dan mengalami patahan pada beban 36,98 N.



**Gambar 8. Grafik Spesimen Tiga**

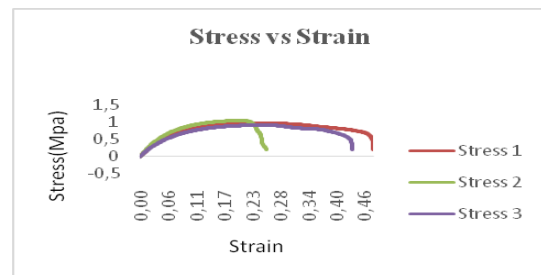
Dari diagram di atas dapat disimpulkan bahwa deformasi dari spesimen 2 berada pada titik 53,257 mm dan mengalami patahan pada beban 45,94 N.

1. Hasil uji tarik



**Gambar 9. Spesimen uji tarik**

Adapun hasil pengujian tarik yang dilakukan dapat dilihat dari diagram bawah ini:



**Gambar 10.. Grafikuji tarik**

Dari diagram di atas dapat disimpulkan Material Stress 1 (merah) memiliki strain patah paling tinggi (~0,46) sehingga dapat dikategorikan sebagai material yang paling ulet, meskipun kekuatan tarik maksimumnya tidak setinggi sampel lainnya. Material Stress 2 (hijau) menunjukkan tegangan maksimum tertinggi (>1,0 MPa), sehingga dapat dianggap sebagai material yang paling kuat, tetapi dengan strain patah paling rendah (~0,26) sehingga sifat keuletannya rendah. Sementara itu, material Stress 3 (ungu) mempunyai strain patah cukup besar (~0,42) dengan tegangan maksimum lebih rendah (~0,9 MPa), sehingga dapat

disimpulkan material ini relatif ulet namun memiliki kekuatan yang lebih rendah dibandingkan dua sampel lainnya.

Dengan demikian Spesimen 1 unggul dalam keuletan, Spesimen 2 unggul dalam kekuatan dan Spesimen 3 berada di antara keduanya, cukup ulet namun tidak sekuat material lainnya. Untuk melihat lebih baik hasil uji tarik dapat dilihat dalam Tabel 6.

**Tabel 6. Hasil uji tarik**

Material (Kurva)	Tegangan Maksimum ( $\sigma$ )	Strain Patah ( $\epsilon$ )	Sifat Utama	Kesimpulan Utama
Stress 1 (Merah)	~1,0 MPa	~0,46	Ulet	Paling ulet, mampu deformasi besar
Stress 2 (Hijau)	>1,0 MPa	~0,26	Kuat	Paling kuat, tetapi kurang ulet
Stress 3 (Ungu)	~0,9 MPa	~0,42	Cukup ulet, lemah	Ulet, namun kekuatannya rendah

#### IV. Kesimpulan dan Saran

##### 4.1 Kesimpulan

Setelah melakukan pembuatan spesimen komposit dengan bahan serat Pinang dan PLA dan dilakukan proses pengujian tensil, impak dan bending adapun kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Serat daun nanas memiliki kandungan selulosa tinggi ( $\pm 69-71\%$ ) yang efektif sebagai bahan penguat pada material komposit PLA (Polylactic Acid) dan mampu menjadi alternatif pengganti serat sintesis.
2. Pengujian mekanik menunjukkan bahwa penambahan serat daun nanas pada komposit PLA memberikan sifat mekanik yang cukup baik, terutama pada kekuatan impak (hingga  $\pm 34,70$  kJ/m<sup>2</sup>), kekuatan tarik (hingga  $\pm 20,73$  MPa), dan kekuatan tekan/bending (hingga  $\pm 11,90$  MPa).
3. Variasi fraksi volume serat berpengaruh terhadap kekuatan material, di mana peningkatan fraksi serat tertentu dapat meningkatkan sifat mekanis, namun jika terlalu tinggi berpotensi menurunkan homogenitas campuran.
4. Pemanfaatan limbah daun nanas tidak hanya membantu mengurangi ketergantungan pada plastik berbasis minyak bumi, tetapi juga berkontribusi pada pengelolaan limbah pertanian secara lebih ramah lingkungan.

##### 4.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk menentukan fraksi volume serat daun nanas yang paling optimal agar sifat mekanik komposit meningkat secara signifikan.

2. Perlu dilakukan perbandingan kinerja komposit serat daun nanas dengan komposit berbasis serat alam lainnya seperti serat pisang, serat kelapa, atau rami untuk mendapatkan gambaran posisi kompetitifnya.
3. Penggunaan metode perlakuan serat yang berbeda (misalnya perlakuan alkali dengan konsentrasi bervariasi, atau perlakuan kimia lain) dapat diuji untuk meningkatkan ikatan serat dengan matriks PLA.

#### Daftar Pustaka

- [1] N. P. Decy Arwini, 2022, *Sampah Plastik Dan Upaya Pengurangan Timbulan Sampah Plastik*, J. Ilm. Vastuwidya, vol. 5, no. 1, pp. 72–82, 2022, doi: 10.47532/jiv.v5i1.412.
- [2] D. E. Natanael Siagian and M. H. Sedo Putra, 2024, *Serat Alam Sebagai Bahan Komposit Ramah Lingkungan*, CIVeng J. Tek. Sipil dan Lingkung., vol. 5, no. 1, p. 55, doi: 10.30595/civeng.v5i1.17879.
- [3] R. A. kusuma Wardani, 2018, *Pemanfaatan Daun Nanas Sebagai Bahan Baku Papan Serat Dengan Perekat Organik*, Evolution (N. Y.), pp. 1–14, 2018.
- [4] B. Setiawan, Rasma, T. Djunaedi, G. Hidayat, and P. M. Adiday, 2022, *Study Kelayakan Penggunaan Material Komposit Sebagai Campuran Resin Lycal Dengan Serat Sabut Kelapa Terhadap Gaya Impact Pada Pesawat Rc*, Jurnal.Umj.Ac.Id, no. November, pp. 1–12, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/14683>
- [5] R. D. Handoko and F. Setiawan, 2022, *Pengaruh Fraksi Serbuk Kayu Jati Terhadap Kekuatan*, J. Tek. Elektron. Engine, vol. 8, no. 2, pp. 322–329.
- [6] L. Kulit et al., 2023, *Pelatihan Bagi Masyarakat Desa Bikang Dalam Mengolah*, vol. 1, no. 1, pp. 438–445, 2023.
- [7] P. K. P. Biomassa and H. A. Darojati, 2022, *Jurnal selulosa struktur*, J. Selulosa, vol. 12, no. 2, p. 25269.
- [8] S. Purwanto and D. Hikmah Perkasa, 2023, *Pemanfaatan Limbah Plastik Menjadi Biji Plastik Yang Bernilai Tambah Ekonomi Di Kelurahan Dadap Tangerang*, Dedik. J. Pengabd. Kpd. Masy., vol. 2, no. 1, pp. 171–181, 2023, doi: 10.53276/dedikasi.v2i1.42.
- [9] M. Moradi et al., 2023, *Capability Enhancing of CO2 Laser Cutting for PMMA Sheet Using Statistical Modeling and Optimization*, Appl. Sci., vol. 13, no. 23, 2023, doi: 10.3390/app132312601.
- [10] A. Patti, S. Acierno, G. Cicala, M. Zarrelli, and D. Acierno, 2022, *Assessment of Recycled PLA-Based Filament for 3D Printing*, p. 16, doi: 10.3390/iocps2021-11209.

- [11] T. Suryana, 2019, *Desain Modifikasi Screw Extruder Untuk Meningkatkan Outflow Yang Optimal Dan Meninimalkan Cacat Produk Pada Plastik*, Teknobiz J. Ilm. Progr. Stud. Magister Tek. Mesin, vol. 9, no. 1, pp. 19–27, 2019, doi: 10.35814/teknobiz.v9i1.886.
- [12] Hanafi, I. Sujana, and R. A. Wicaksono, 2022, *Rancang Bangun Alat Ekstruder Dengan Pemanfaatan Limbah Plastik Polypropylene Dan Polyethylene Terephthalate Untuk Menghasilkan Filamen 3D Printing*, J. Teknol. Rekayasa Tek. Mesin, vol. 3, no. 1, pp. 20–26, 2022.
- [13] M. T. Marantika, I. Sujana, and M. Ivanto, 2022, *Analisa uji tarik komposit berpenguat serat daun nanas dengan variasi susunan menggunakan perlakuan alkali*, J. Teknol. Rekayasa Tek. Mesin, vol. 3, no. 1, pp. 62–68, 2022.
- [14] D. Syaputra Pratama *et al.*, 2023, *Journal Of Applied Mechanical Engineering And Renewable Energy (JAMERE) Uji Impact Material Komposit Campuran Serat Bambu Dan Pasir Besi Menggunakan Metode Hand Lay Up*, vol. 3, no. 1, pp. 28–33,, [Online]. Available: <https://journal.isas.or.id/index.php/JAMERE>
- [15] J. R. Material and M. Energi, 2023, *Analisis Kekuatan Mekanik Komposit Polimer Diperkuat Serbuk Kulit Kerang*, J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi, vol. 6, no. 1, pp. 30–40, 2023, doi: 10.30596/rmme.v6i1.13599.