

# PENGARUH PENAMBAHAN SERAT PELAPAH PISANG DAN KULIT BATANG PEPAYA PADA SIFAT MEKANIK MATERIAL KOMPOSIT

Mochamad Al-Nadzar Darsil<sup>1</sup>, Haryanto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Pabelan, Kartasura, Sukoharjo,  
Indonesia

[d500210120@student.ums.ac.id](mailto:d500210120@student.ums.ac.id)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat pelepah pisang dan serat batang pepaya terhadap sifat mekanik material komposit, khususnya kekuatan tarik dan kekuatan impak. Serat alami digunakan sebagai bahan penguat dalam matriks resin epoksi dengan variasi volume serat (5%;5%, 10%;10, 15%;15%, 20%;20%, dan 25%;25%) dengan waktu perendaman serat dalam larutan NaOH 5% (30, 60, 90, 120 dan 150 menit). Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa peningkatan volume serat dan waktu perendaman memberikan pengaruh terhadap peningkatan kekuatan tarik dan impak komposit. Nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 24,49 Mpa dan nilai impak tertinggi sebesar 0,38 J/mm<sup>2</sup>, keduanya dicapai pada komposisi serat 25%;25% dengan waktu perendaman 150 menit. Dengan seperti ini, serat pelepah pisang dan serat batang pepaya berpotensi sebagai bahan penguat alami untuk pengembangan biokomposit lingkungan

*Kata kunci:* Serat alam; komposit; sifat mekanik; epoksi

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi material saat ini mengalami peningkatan yang signifikan, terutama dalam pengembangan material komposit. Penggunaan serat alam sebagai bahan penguat komposit semakin diminati karena lebih mudah di peroleh, ramah lingkungan serta lebih ekonomis dibanding serat sintesis [1]. Serat alam pada umum berasal dari limbah tanaman yang kurang di manfaatkan, seperti batang pepaya dan pelapah pisang. Karakteristik pelepah pisang ialah berpori dan berserat dengan kandungan selulosa yang tinggi (>60%), hemiselulosa (>5%), lignin (>5%) dan kekuatan tarik dapat mencapai 54



Mpa [2]. Sementara itu, serat batang pepaya memiliki kandungan selulosa yang tinggi ( $\pm 58\%$ ), hemiselulosa (11%), lignin (14%) dan nilai kekuatan tarik dapat mencapai 122 Mpa [3]. Kedua bahan ini umumnya dibuang begitu saja, padahal memiliki potensi untuk meningkatkan sifat mekanik komposit.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa serat pelapah pisang dapat meningkatkan nilai kuat tarik dan impak dengan komposisi tertentu [4]. Penggunaan serat pepaya yang telah mendapatkan perlakuan alkali dapat memperbaiki ikatan antar muka dengan matriks sehingga meningkatkan kekuatan dan impaknya [5]. Namun, belum banyak studi yang mengkaji pengaruh kombinasi kedua serat tersebut terhadap sifat mekanik komposit, khususnya pada variasi komposisi volume dan durasi perlakuan alkali.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi volume serat dan waktu perlakuan alkali terhadap kekuatan tarik dan impak komposit berbasis resin epoksi. Adapun hipotesis yang diajukan adalah bahwa penambahan volume serat dan peningkatan waktu perendaman alkali akan meningkatkan kekuatan tarik dan impak komposit, karena semakin kuatnya interaksi antara serat dan matriks epoksi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan material komposit berbahan dasar limbah alam.

## **METODE**

### **Bahan dan Alat**

Penelitian ini menggunakan bahan utama adalah serat alam berupa pelepah pisang dan batang pepaya, serta resin epoksi sebagai matriksnya. Serat dipotong kecil-kecil. Variasi volume seratnya adalah 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Waktu perendaman serat dilakukan selama 30, 60, 90, 120, dan 150 menit. Proses perendaman menggunakan larutan campuran antara NaOH 5% dan aquades.

Alat yang digunakan antara lain cetakan komposit, timbangan digital, dan alat pengaduk. Pengujian sifat mekanik dilakukan menggunakan alat Universal Testing Machine (UTM) untuk uji tarik dan Charpy Impact Tester untuk uji impak.

### **Prosedur Pembuatan Spesimen**

Serat yang telah di rendam sesuai waktu yang di tentukan selanjutnya di keringkan selama 24 jam dengan suhu ruang. Campuran resin dan hardner digunakan perbandingan 2:1. Serat yang telah kering, ditimbang sesuai dengan variabel yang telah di tentukan, kemudian di cetak pada cetakan dan tuangkan campuran resin dan hardner. Didiamkan selama 24 jam. Setelah kering dengan sempurna, selanjutnya di lakukan pengujian uji tarik dan uji impak.

### **Rancangan Eksperimen**



Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dua variabel bebas: volume serat (5-25%) dan perlakuan alkali (30-150 menit). Total kombinasi perlakuan sebanyak 25 variasi.

### Teknik Pengolahan data

Data hasil uji tarik dan impak dianalisis secara deskriptif dan di sajikan dalam bentuk grafik. Hasil kuat tarik dinyatakan dalam satuan MPa dan impak dalam  $J/mm^2$ . Analisa dilakukan untuk menentukan pengaruh volume serat dan perlakuan alkali terhadap sifat mekanik komposit khususnya kuat tarik dan kuat impak.

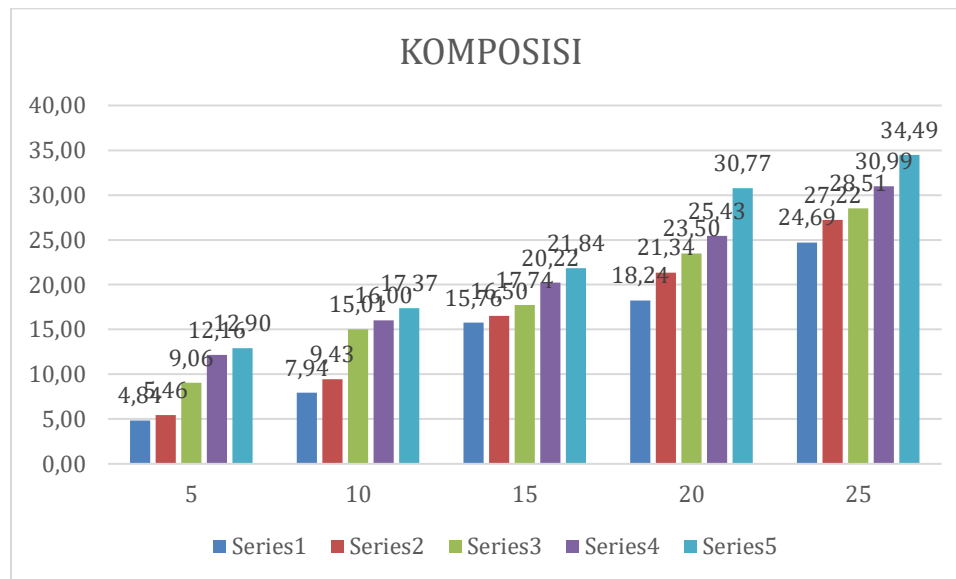
## HASIL

### 1. Hasil Uji Tarik

Berikut merupakan hasil uji tarik komposit yang diperoleh:

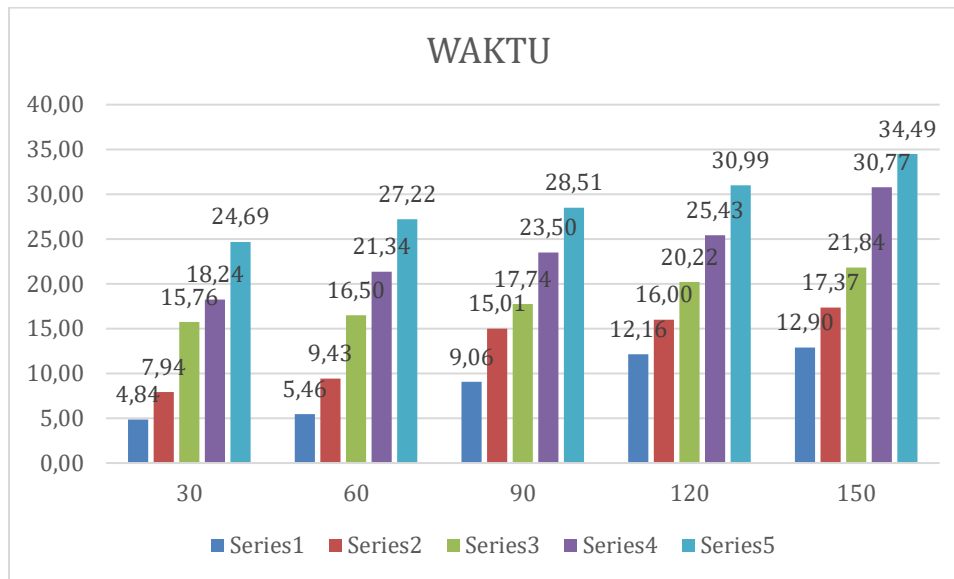
Tabel 1. Hasil analisis dan pengolahan data Uji Tarik

Fraksi/Waktu	5:5	10:10	15:15	20:20	25:25
30	4,83	7,94	15,76	18,24	24,69
60	5,45	9,43	16,50	21,34	27,22
90	9,06	15,01	17,74	23,5	28,51
120	12,16	16,00	20,22	35,43	30,99
150	12,90	17,37	21,84	30,77	34,49



Gambar 1. Hasil Uji Tarik berdasarkan waktu volume serat





Gambar 2. Hasil Uji Tarik berdasarkan volume serat

Berdasarkan data uji tarik di atas, material dengan komposisi campuran pisang dan pepaya sebesar 5;5 dengan waktu treatment serat dari 30 sampai 150 menit memberikan pengaruh terhadap kuat tarik dari 4,83 Mpa pada 30 menit menjadi 12,9 Mpa pada 150. Pada material dengan komposisi campuran pisang dan pepaya sebesar 10;10 dengan waktu treatment serat dari 30 sampai 150 menit memberikan pengaruh terhadap kuat tarik dari 7,94 Mpa pada 30 menit menjadi 17,37 Mpa pada 150. Pada material dengan komposisi campuran pisang dan pepaya sebesar 15;15 dengan waktu treatment serat dari 30 sampai 150 menit memberikan pengaruh terhadap kuat tarik dari 15,76 Mpa pada 30 menit menjadi 21,84 Mpa pada 150. Begitu pula pada material dengan komposisi campuran pisang dan pepaya sebesar 20;20 dengan waktu treatment serat dari 30 sampai 150 menit memberikan pengaruh terhadap kuat tarik dari 18,24 Mpa pada 30 menit menjadi 30,77 Mpa pada 150. Pada material dengan komposisi serat pisang dan pepaya sebesar 25;25 dengan waktu *treatment* serat dari 30 menit sampai 150 menit mengalami kenaikan dari 24,69 pada waktu 30 menit dan 34,49 pada 150 menit. Hal ini menunjukkan terdapat pengaruh antara volume serat dan lama waktu perlakuan alkali dengan menaikkan kuat tarik.

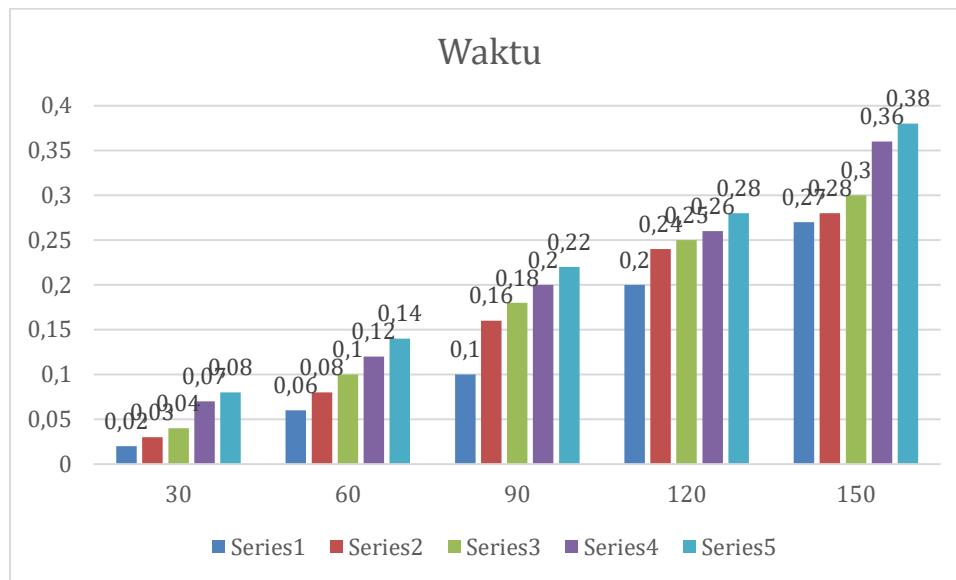
## 2. Hasil Uji Impak

Berikut merupakan hasil uji impak:

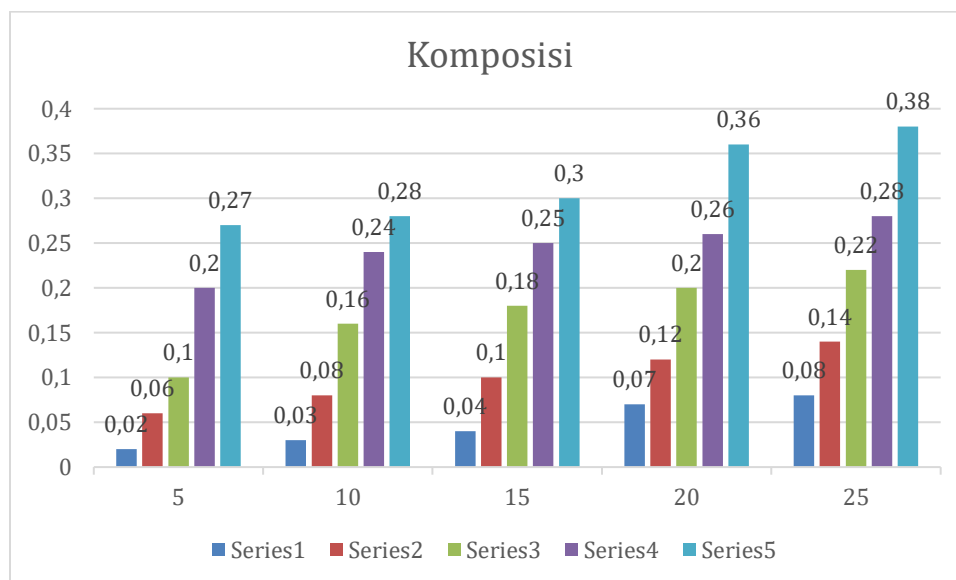


Tabel 2. Hasil analisis data uji impak

Fraksi/waktu	5:5	10:10	15:15	20:20	25:25
30	0,02	0,03	0,03	0,07	0,08
60	0,06	0,08	0,08	0,12	0,14
90	0,1	0,16	0,16	0,2	0,22
120	0,2	0,24	0,24	0,26	0,28
150	0,27	0,28	0,28	0,36	0,38



Gambar 3. Hasil Uji Impak berdasarkan waktu treatment



Gambar 4. Hasil Uji Impak berdasarkan volume serat

Berdasarkan data tersebut, nilai impak pada variasi fraksi 5;5, nilai waktu 30 menit sebesar 0,02 J/mm<sup>2</sup>, kemudian meningkat secara bertahap hingga 0,27 J/mm<sup>2</sup> pada waktu 150 menit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama treatment serat, maka semakin tinggi sifat mekaniknya. Nilai impak pada variasi fraksi 10;10, nilai waktu 30 menit sebesar 0,03 J/mm<sup>2</sup> dan pada waktu 150 menit sebesar 0,28 J/mm<sup>2</sup>. Pada material dengan komposisi campuran pisang dan pepaya sebesar 15;15 memberikan pengaruh terhadap kuat tarik dari 0,04 J./mm<sup>2</sup> Mpa pada 30 menit menjadi 0,3 J/mm<sup>2</sup> pada 150. Pada fraksi 20;20 di mana nilai impak meningkat dari 0,07 J/mm<sup>2</sup> pada waktu 30 menit menjadi 0,36 J/mm<sup>2</sup> pada waktu 150 menit. Pola yang sama terjadi pada komposisi 25;25, nilai impak pada waktu 30 menit sebesar 0,08 menjadi 0,28 pada waktu 150 menit.

Data uji impak diatas dapat menunjukkan bahwa kenaikan rasio serat dari 5;5, 10;10, 15;15, 20;20, 25;25, mengalami kenaikan kuat impak pada setiap durasi waktu. Hal diatas dapat menunjukkan bahwa variasi komposisi serat dan waktu dapat mempengaruhi kuat impak

## PEMBAHASAN

### 1. Pengaruh Variasi Volume dan Waktu Perendaman terhadap Kekuatan Tarik

Hasil uji tarik yang didapatkan menunjukkan penambahan volume serat dan peningkatan waktu perendaman serat dapat meningkatkan kekuatan tarik. Nilai kekuatan terendah yaitu pada komposisi serat 5;5% dengan waktu perendaman 30 menit sebesar 4,83 MPa, sedangkan nilai tertinggi yaitu pada komposisi 25;25% dan waktu perendaman 150 menit sebesar 34,49 MPa.

Peningkatan kekuatan tarik dikarenakan bertambahnya jumlah serat yang berperan sebagai bahan penguat yang dapat menahan beban mekanik lebih besar. Selain itu, waktu perendaman memiliki peran untuk melunakan jaringan luar serat, membersihkan permukaan dari kotoran, dan membuka pori-pori, sehingga dapat memperkuat ikatan anatara serat dan matriks resin.

Peningkatan yang terjadi sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Gaguk et al. [2] yang menunjukkan bahwa komposit dengan meningkatnya volume serat tertentu mengalami kenaikan kekuatan tarik. Penelitian yang dilakukan oleh Kumaar et al. [5] mendapatkan bahwa serat batang pepaya yang telah melalui perlakuan alkali dapat memberikan kekuatan tarik tinggi.



Namun, perlu di perhatikan bahwa tidak semua peningkatan volume dan waktu perendaman menunjukkan peningkatan yang signifikan. Pada variasi volume serat 25;25%, peningkatan kekuatan tarik mulai mendekati titik jenuh yang di tunjukkan dengan selisih kenaikan nilai tarik yang mulai mengecil. Hal ini dapat disebabkan dengan terbatasnya jumlah resin untuk menutupi semua serat secara sempurna yang menyebabkan ketidaksempurnaan antarmuka.

## **2. Pengaruh Variasi Volume dan Waktu Perendaman terhadap Kekuatan Impak**

Data uji impak yang didapat menunjukkan tren yang sama dengan uji tarik. Nilai impak terendah tercatat pada volume serat 5;5% dengan waktu perendaman waktu 30 menit, yaitu 0.02 J/mm<sup>2</sup>, untuk nilai tertinggi tercatat pada komposisi 25;25% dengan waktu perendaman 150 menit, yaitu 0,38 J/mm<sup>2</sup>.

Peningkatan nilai impak menunjukkan bahwa komposit dengan volume serat yang tinggi dan durasi perendaman yang optimal dapat menyerap energi tumbukan yang lebih besar sebelum mengalami kerusakan. Serat berperan sebagai penghenti propagasi retakan saat terjadinya benturan, sementara resin menyebarkan energi tersebut. Ketika serat terdistribusi dengan baik dan memiliki adhesi yang dengan matriks, kemampuan komposit dalam menyerap energi meningkat.

Selain itu, perendaman serat yang optimal dapat membantu mengurangi zat pengotor dan meningkatkan daya ikat antara matriks dan serat, sehingga dapat meningkatkan ketangguhan material. Temuan ini diperkuat oleh Coura et al [3] dan Kumaar et al [5], yang menyebutkan bahwa perlakuan serat mampu meningkatkan nilai impak secara signifikan. Penelitian oleh Diana et al. [6] juga memperkuat bahwa jenis, orientasi, dan distribusi serat berpengaruh terhadap nilai impak komposit berbasis epoksi, terutama bila bahan yang digunakan adalah serat alam sebagai penguat utama.

Berikut adalah hasil pengujian normalitas pada *software* SPSS. Semua hasil menunjukkan nilai signifikansi >0,05 yang menunjukkan bahwa uji normalitas memenuhi syarat. Dapat dilihat pada gambar 5 dan 6.



**Tests of Normality**

VOLUME SERAT (X)		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
KUAT TARIK (Y)	X5	.222	5	.200 <sup>*</sup>	.885	5	.332
	X10	.271	5	.200 <sup>*</sup>	.876	5	.293
	X15	.204	5	.200 <sup>*</sup>	.932	5	.613
	x20	.169	5	.200 <sup>*</sup>	.983	5	.950
	X25	.171	5	.200 <sup>*</sup>	.985	5	.961
KUAT IMPAK (Y)	X5	.215	5	.200 <sup>*</sup>	.943	5	.687
	X10	.183	5	.200 <sup>*</sup>	.951	5	.747
	X15	.163	5	.200 <sup>*</sup>	.968	5	.864
	x20	.163	5	.200 <sup>*</sup>	.978	5	.923
	X25	.152	5	.200 <sup>*</sup>	.985	5	.960

Gambar 5. Hasil test of normality dari volume serat menggunakan SPSS

**Tests of Normality**

MENIT		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
MPA	X30	.187	5	.200 <sup>*</sup>	.962	5	.822
	X60	.172	5	.200 <sup>*</sup>	.973	5	.894
	X90	.154	5	.200 <sup>*</sup>	.989	5	.977
	X120	.147	5	.200 <sup>*</sup>	.980	5	.936
	X150	.190	5	.200 <sup>*</sup>	.947	5	.719
MPA	X30	.221	5	.200 <sup>*</sup>	.915	5	.501
	X60	.136	5	.200 <sup>*</sup>	.987	5	.967
	X90	.197	5	.200 <sup>*</sup>	.943	5	.685
	X120	.220	5	.200 <sup>*</sup>	.956	5	.777
	X150	.243	5	.200 <sup>*</sup>	.882	5	.320

Gambar 6. Hasil test of normality dari waktu perendaman menggunakan SPSS

## KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi volume serat dan waktu perendaman terhadap sifat mekanik berbasis serat alam, yaitu serat pelepah pisang dan serat batang pepaya. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa peningkatan volume serat dan peningkatan perendaman dapat memberikan pengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik dan kekuatan impak, yang mendukung hipotesis bahwa kombinasi variable tersebut dapat meningkatkan sifat mekanik komposit. Komposit ini memiliki potensi besar apabila memanfaatkan kemajuan teknologi yang ada untuk



mengembangkan sebagai alternatif yang kuat, ekonomis, dan ramah lingkungan, salah satu contoh pengimplentasian untuk panel *interior* otomotif. Penelitian lanjutan dapat dilakukan untuk menguji ketahanan termal, daya tahan lingkungan, atau penggunaan jenis matriks dan orientasi serat yang berbeda guna memperluas cakupan aplikasi dan pemahaman ilmiah terhadap komposit serat alam.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Surakarta, atas semua fasilitas yang ada selama proses pelaksanaan penelitian. Tidak lupa saya ucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing. Terakhir saya ucapkan terima kasih kepada seluruh rekan saya yang telah menemani selama melakukan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. P. G. Suartama, I. N. P. Nugraha, and K. R. Dantes, "Pengaruh Fraksi Volume Serat terhadap Sifat Mekanis Komposit Matriks Polimer Polyester Diperkuat Serat Pelepah Gebang," *Jurnal Jurusan Pendidikan Teknik Mesin (JJPTM)*, vol. 5, no. 2, 2018.
- [2] Warsono, G. E. G., Sehonon, S., & Putra, I. R. (2022). Analisis Kekuatan Tarik dan Bending Komposit Serat Pelepah Pisang. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(1), 167–174. <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i1.617>
- [3] G. L. C. Coura et al., "Tensile and flexural properties of epoxy laminates with natural papaya bast fibre cellular layers," *Composites Part C: Open Access*, vol. 2, 2020. doi: [10.1016/j.jcomc.2020.100017](https://doi.org/10.1016/j.jcomc.2020.100017).
- [4] A. Admin, S. Sehonon, and I. R. Putra, "Analisis Kekuatan Tarik dan Impak Komposit Serat Pelepah Pisang," *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, vol. 8, no. 1, pp. 167–172, 2022. doi: [10.56521/teknika.v8i1.617](https://doi.org/10.56521/teknika.v8i1.617)
- [5] A. S. Kumaar et al., "Mechanical Properties of Alkali-Treated Carica Papaya Fiber-Reinforced Epoxy Composites," *Journal of Natural Fibers*, vol. 19, no. 1, pp. 269–279, 2022. doi: [10.1080/15440478.2020.1739590](https://doi.org/10.1080/15440478.2020.1739590)
- [6] L. Diana, A. G. Safitra, dan M. N. Ariansyah, "Analisis Kekuatan Tarik pada Material Komposit dengan Serat Penguat Polimer," *Jurnal Rancang Bangun dan Aplikasi Teknik Mesin*, vol. 4, no. 2, pp. 59–67, 2020.

