

PENGARUH KOMPOSISI PROSENTASE DARI SERAT BATANG PISANG DAN FIBERGLASS BERBASIS RESIN EPOXY PADA MATERIAL KOMPOSIT TERHADAP SIFAT MEKANIK

Muhammad Nur Alfandi¹, Priyagung Hartono², Cepi Yazirin³

*Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang
Jalan MT Haryono 193 Malang, 6514, Indonesia
LPPM Universitas Islam Malang, Jalan MT. Haryono 193 Malang, 65144, Indonesia
Email: 22001052073@unisma.ac.id*

ABSTRAK

Pemanfaatan limbah batang pisang sebagai penguat komposit berpotensi menghasilkan material alternatif yang lebih ramah lingkungan, sedangkan fiberglass woven dapat meningkatkan performa mekanik material komposit hibrida. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi komposisi serat batang pisang dan fiberglass woven berbasis resin epoxy terhadap kekuatan tarik dan ketangguhan impact komposit. Penelitian menggunakan metode eksperimen laboratorium dengan pendekatan kuantitatif. Spesimen komposit dibuat menggunakan tiga variasi komposisi, yaitu resin epoxy 60%:serat batang pisang 20%:fiberglass woven 20%, 50%:25%:25%, dan 40%:30%:30%, kemudian diuji tarik dan impact serta dianalisis menggunakan ANOVA satu arah dan uji t. Hasil penelitian menunjukkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 39,02 MPa pada komposisi 40%:30%:30%, tetapi variasi komposisi tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik ($p=0,415$). Ketangguhan impact tertinggi sebesar 22,29 kJ/m² diperoleh pada komposisi 60%:20%:20% dan variasi komposisi berpengaruh signifikan terhadap ketangguhan impact ($p=0,0167$). Kesimpulannya, komposisi material berpengaruh signifikan terhadap ketangguhan impact, tetapi tidak terhadap kekuatan tarik. Hasil ini menunjukkan potensi komposit hibrida serat batang pisang-fiberglass sebagai material alternatif.

Kata Kunci: komposit hibrida; serat batang pisang; *fiberglass woven*; kekuatan tarik; ketangguhan impact.

PENDAHULUAN

Pengembangan material komposit berbasis serat alam menjadi salah satu upaya untuk menghasilkan material alternatif yang memiliki performa mekanik memadai sekaligus lebih ramah lingkungan. Salah satu sumber serat alam yang berpotensi dimanfaatkan adalah batang pisang yang selama ini relatif belum optimal penggunaannya dan tersedia sebagai limbah pertanian. Pemanfaatan serat batang pisang sebagai bahan penguat komposit dapat memberikan nilai tambah terhadap limbah tersebut, sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap material penguat sintetis (Susanti, 2018).

Kombinasi serat alam dengan *fiberglass woven* dalam komposit hibrida juga berpotensi menghasilkan material dengan karakteristik mekanik yang lebih seimbang.

Meskipun demikian, penggunaan serat batang pisang sebagai penguat komposit masih menghadapi tantangan dalam menghasilkan sifat mekanik yang optimal. Perbedaan komposisi antara matriks resin epoxy, serat batang pisang, dan *fiberglass woven* dapat memengaruhi kemampuan material dalam menerima beban tarik maupun menyerap energi akibat beban kejutan (Ferry et al., 2025). Oleh karena itu, permasalahan penelitian ini adalah bagaimana pengaruh variasi

komposisi serat batang pisang dan *fiberglass woven* berbasis resin epoxy terhadap kekuatan tarik dan ketangguhan impak material komposit? Pertanyaan tersebut penting dikaji untuk mengetahui komposisi material yang mampu memberikan karakteristik mekanik terbaik.

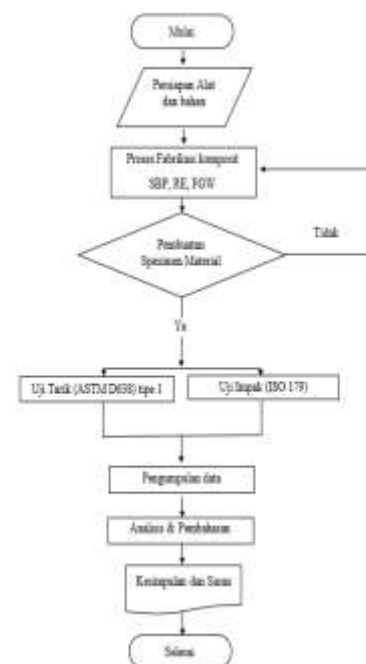
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi komposisi serat batang pisang dan *fiberglass woven* berbasis resin epoxy terhadap kekuatan tarik dan ketangguhan impak material komposit (Marianus, 2022). Penelitian dilakukan dengan membandingkan tiga variasi komposisi material, yaitu resin epoxy 60%:serat batang pisang 20%:*fiberglass woven* 20%, 50%:25%:25%, dan 40%:30%:30%. Pengujian sifat mekanik dilakukan melalui uji tarik dan uji impak untuk memperoleh gambaran mengenai respons material terhadap beban statis dan beban kejut (Harahap, 2023).

Relevansi penelitian ini terletak pada upaya mengisi kesenjangan kajian mengenai pemanfaatan serat batang pisang yang dikombinasikan dengan *fiberglass woven* dalam matriks resin epoxy sebagai komposit hibrida (Hadinata, 2025). Penelitian ini tidak hanya mengevaluasi potensi serat batang pisang sebagai material penguat alternatif yang lebih berkelanjutan, tetapi juga mengkaji pengaruh perubahan komposisi terhadap sifat mekanik material. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan material komposit hibrida berbasis serat alam serta menjadi data awal untuk pemanfaatan serat batang pisang sebagai material teknik bernilai tambah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium dengan pendekatan kuantitatif. Objek penelitian berupa material komposit hibrida yang

tersusun dari serat batang pisang, *fiberglass woven*, dan resin epoxy. Penelitian menggunakan tiga variasi komposisi, yaitu resin epoxy 60%:serat batang pisang 20%:*fiberglass woven* 20%, 50%:25%:25%, dan 40%:30%:30%. Serat batang pisang terlebih dahulu direndam dalam air selama 24 jam, kemudian diberi perlakuan alkali menggunakan larutan NaOH 5% selama 2–4 jam, dibilas hingga netral, dikeringkan, dan dipisahkan dari bagian nonserat. Selanjutnya, serat batang pisang dan *fiberglass woven* dipotong berukuran 2×2 cm, ditimbang sesuai komposisi, dicampur dengan resin epoxy dan *hardener*, kemudian dicetak menggunakan metode *compression moulding* manual dan didiamkan selama 24 jam hingga mengeras.

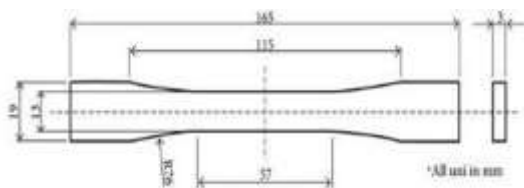


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

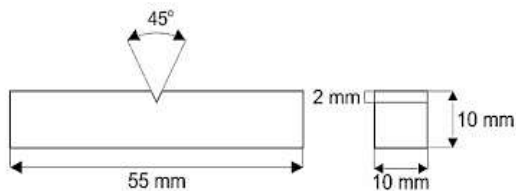
Data penelitian terdiri atas data primer yang diperoleh langsung dari hasil pengujian mekanik dan data sekunder dari sumber pustaka yang relevan. Spesimen komposit diuji melalui uji tarik menggunakan spesimen berukuran sesuai ASTM D638 tipe 1. dan uji impak menggunakan spesimen berukuran 55×10

× 10 mm sesuai ISO 179. Data yang dikumpulkan berupa nilai kekuatan tarik (MPa) dan ketangguhan/kekuatan impact (kJ/m²) dari masing-masing variasi komposisi material.

1. Spesimen A: RE60%, SBP20%, FGW20%.
2. Spesimen B: RE50%, SBP25%, FGW25%.
3. Spesimen C: RE40%, SBP30%, FGW30%.



Gambar 2. Desain benda kerja uji tarik



Gambar 3. Desain benda kerja uji impact

Data hasil pengujian dianalisis secara kuantitatif menggunakan uji normalitas Shapiro-Wilk, kemudian dilanjutkan dengan ANOVA satu arah untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi terhadap sifat mekanik komposit. Analisis juga dilengkapi dengan uji t menggunakan regresi linear untuk mengevaluasi pengaruh variasi komposisi terhadap kekuatan tarik dan ketangguhan impact. Pengujian statistik dilakukan pada taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel berikut ini menunjukkan rekapitulasi data pengujian tarik dan uji impact yang digunakan untuk mengetahui kekuatan tarik dan ketangguhan impact dari masing-masing variasi komposisi material A, B, dan C.

Pengujian \ Spesimen	A	B	C
Uji tarik	83,20	140,40	183,60
	124,60	110,60	122,60
	170,20	108,60	159,60
Uji impact	117,4	118,2	119,5
	118,7	117,4	119,2
	117,4	118,3	119,3

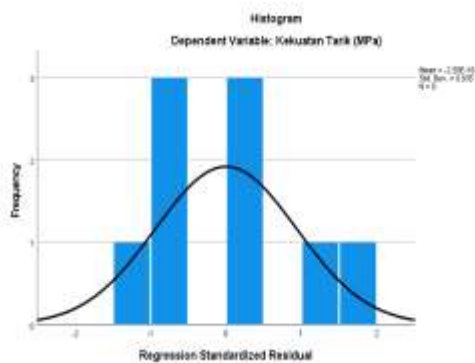
Gambar 4. Rekapitulasi Data Uji Tarik Dan Uji Impact

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov ^a	Shapiro-Wilk				
RE, SBP, FGW	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
Kekuatan Tarik (MPa) C: 40, 30, 30	.222	3	.	.985	3	.767	
B: 50, 25, 25	.365	3	.	.797	3	.107	
A: 60, 20, 20	.180	3	.	.998	3	.947	

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 5. Tabel Uji Normalitas Uji Tarik (SPSS)

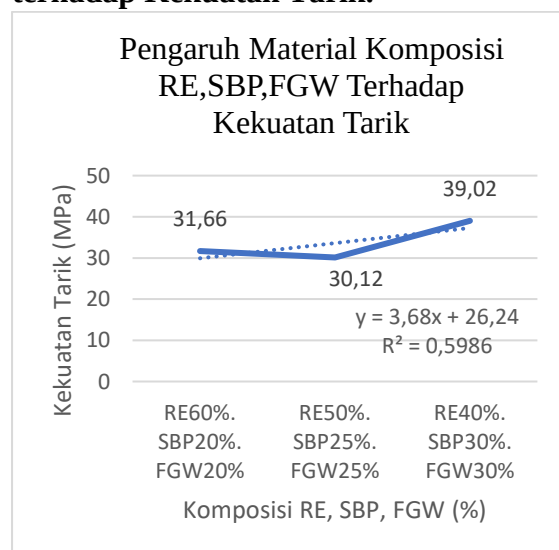
Berdasarkan hasil uji normalitas menggunakan metode Shapiro-Wilk, diperoleh nilai signifikansi untuk komposisi A sebesar 0,947, komposisi B sebesar 0,107, dan komposisi C sebesar 0,767. Seluruh nilai signifikansi tersebut lebih besar dari taraf nyata 0,05. Hasil tersebut menunjukkan bahwa data hasil pengujian tarik pada ketiga variasi komposisi resin berdistribusi normal. Dengan demikian, H_0 diterima dan H_1 ditolak, sehingga data telah memenuhi asumsi normalitas dan layak dianalisis menggunakan metode statistik parametrik, yaitu ANOVA satu arah (One-Way ANOVA).



Gambar 6. Grafik Uji Normalitas

Berdasarkan histogram hasil uji normalitas, penyebaran data residual mengikuti pola distribusi normal yang ditunjukkan oleh bentuk kurva menyerupai lonceng (bell-shaped curve). Sebagian besar data berada di sekitar nilai rata-rata dan tidak menunjukkan penyimpangan yang ekstrem ke arah kiri maupun kanan. Meskipun jumlah sampel pada penelitian ini relatif sedikit ($N = 9$), pola distribusi residual masih mengikuti kurva normal. Hasil histogram tersebut memperkuat hasil pengujian Shapiro-Wilk, sehingga dapat disimpulkan bahwa data hasil uji tarik memenuhi asumsi normalitas dan dapat dilanjutkan pada analisis ANOVA satu arah untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi resin terhadap kekuatan tarik material komposit.

1. Pengaruh Variasi Komposisi terhadap Kekuatan Tarik.



Gambar 7. Pengaruh Komposisi RE, SBP, FGW Terhadap Kekuatan Tarik

Hasil pengujian menunjukkan bahwa rata-rata kekuatan tarik komposit pada komposisi resin epoxy (RE) 60%:serat batang pisang (SBP) 20%:fiberglass woven (FGW) 20% adalah 31,66 MPa, meningkat menjadi 39,02 MPa pada komposisi RE40%:SBP30%:FGW30%. Sementara itu, komposisi RE50%:SBP25%:FGW25% menghasilkan nilai terendah, yaitu 30,12 MPa. Secara deskriptif, hasil tersebut menunjukkan kecenderungan bahwa peningkatan proporsi material penguat dapat meningkatkan kekuatan tarik komposit. Komposisi dengan kandungan serat lebih tinggi memberikan nilai kekuatan tarik tertinggi karena keberadaan SBP dan FGW memungkinkan beban yang diterima material diteruskan dari matriks menuju fase penguat.

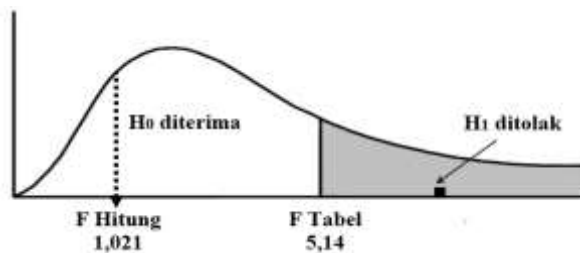
Dalam komposit hibrida, FGW berperan sebagai penguat dengan kemampuan menahan beban tarik yang relatif tinggi, sedangkan SBP berkontribusi dalam distribusi tegangan sehingga terbentuk efek penguatan hibrida. Namun, kecenderungan peningkatan tersebut tidak dapat diartikan sebagai pengaruh komposisi yang signifikan secara statistik. Hasil ANOVA satu arah menunjukkan nilai $F_{hitung} = 1,021$ dengan $p = 0,415$ ($> 0,05$), sehingga variasi komposisi tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik.

Sumber Variasi (SV)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Rerata (KR)	F_{hitung}	Taraf Signifikan (p)
Antar Group (A)	135,6040	2	67,8020	1,021	0,05
Dalam Group (D)	398,4454	6	66,4076	-	-
Total	534,0494	8	-	-	-

Gambar 8. Hasil Analisis Varian (ANOVA) Satu Arah Uji Tarik

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	135,6041	2	67,80203	1,020999	0,4153	5,143253
Within Groups	398,4453	6	66,40756			
Total	534,0494	8				

Gambar 9. Hasil Analisis Varian (ANOVA) Satu Arah Uji Tarik menggunakan *Microsoft Excel*



Gambar 10. Kurva Uji F pada Uji Tarik

Dengan demikian, perbedaan nilai rata-rata antarvariasi lebih tepat dipahami sebagai kecenderungan performa, bukan bukti bahwa perubahan komposisi secara langsung menentukan kekuatan tarik. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sifat tarik komposit tidak hanya dikendalikan oleh jumlah material penguat, tetapi juga oleh kualitas proses manufaktur, seperti homogenitas distribusi serat, distribusi resin, keberadaan *void*, dan kualitas ikatan antarmuka antara serat dan matriks. Dengan kata lain, peningkatan fraksi penguat belum tentu menghasilkan peningkatan kekuatan tarik apabila transfer tegangan antara matriks dan serat tidak berlangsung secara optimal. Temuan ini menegaskan bahwa optimasi komposit hibrida perlu mempertimbangkan keseimbangan antara komposisi material dan kualitas struktur internal komposit.

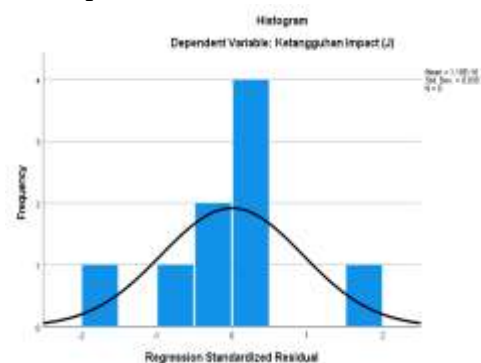
2. Pengaruh Variasi Komposisi terhadap Ketangguhan Impact.

Tests of Normality						
	RE, SBP, FGW	Statistic	df	Sig.	Statistic	df
Ketangguhan Impact	C: 40, 30, 30	.253	3	.964	.3	.637
(J)	B: 60, 25, 25	.350	3	.830	.3	.188
	A: 60, 20, 20	.385	3	.750	.3	.000

a. Lilliefors Significance Correction

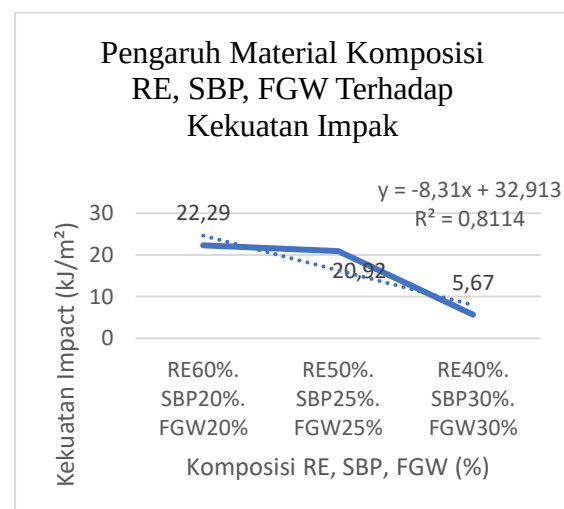
Gambar 11. Uji Normalitas Uji Impact (SPSS)

Berdasarkan hasil uji normalitas diperoleh nilai signifikansi Shapiro-Wilk pada variasi komposisi spesimen A, B, dan C sebesar 0,000; 0,188; dan 0,637. Nilai signifikansi pada variasi A lebih kecil dari 0,05 sehingga data pada kelompok tersebut tidak berdistribusi normal. Sementara itu, variasi B, dan C memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 sehingga kedua kelompok tersebut berdistribusi normal.



Gambar 12. Grafik Uji Normalitas

Histogram residual menunjukkan bahwa sebagian besar data terkonsentrasi di sekitar nilai tengah dan membentuk pola yang mendekati kurva normal. Namun, masih terdapat beberapa data yang berada di bagian ekor distribusi sehingga penyebaran data belum sepenuhnya mengikuti distribusi normal. Hal ini terlihat dari adanya satu nilai residual yang berada cukup jauh di sisi kiri dan satu nilai di sisi kanan kurva.



Gambar 13. Pengaruh Komposisi RE, SBP, FGW Terhadap Kekuatan impact

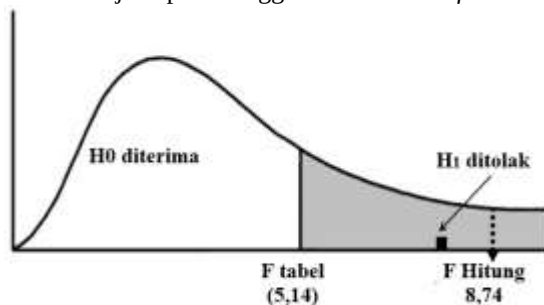
Berbeda dengan hasil uji tarik, variasi komposisi memberikan pengaruh yang nyata terhadap ketangguhan impak. Komposisi RE60%:SBP20%:FGW20% menghasilkan ketangguhan impak tertinggi sebesar 22,29 kJ/m², diikuti RE50%:SBP25%:FGW25% sebesar 20,92 kJ/m², sedangkan nilai terendah diperoleh pada RE40%:SBP30%:FGW30%, yaitu 5,67 kJ/m². Hasil ANOVA satu arah memperkuat temuan tersebut dengan nilai $F_{hitung} = 8,739$ dan $p = 0,016$ ($< 0,05$), yang menunjukkan bahwa perubahan komposisi resin dan material penguat berpengaruh signifikan terhadap kemampuan komposit dalam menyerap energi tumbukan.

Sumber Variasi (SV)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Rerata (KR)	F_{hitung}	Taraf Signifikan (p)
Antar Group (A)	510,90	2	255,45	8,74	0,05
Dalam Group (D)	175,38	6	29,23	-	-
Total	686,28	8	-	-	-

Gambar 14. Hasil Analisis Varian (ANOVA) Satu Arah Uji Impak

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	510,9038	2	255,4519	8,739393	0,016689	5,143253
Within Groups	175,3796	6	29,22993			
Total	686,2834	8				

Gambar 15. Hasil Analisis Varian (ANOVA) Satu Arah Uji Impak menggunakan Microsoft Excel



Gambar 16. Kurva Uji F pada Uji Impak

Secara mekanis, tingginya ketangguhan impak pada komposisi dengan resin epoxy 60%, serat batang pisang 20%, fiberglass woven 20% menunjukkan bahwa matriks yang lebih dominan dapat memberikan kemampuan lebih baik dalam menahan dan mendistribusikan energi tumbukan sebelum terjadi kerusakan. Sebaliknya, peningkatan kandungan SBP dan FGW hingga pada komposisi RE40%:SBP30%:FGW30% justru diikuti penurunan ketangguhan impak yang cukup drastis. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan material penguat tidak selalu meningkatkan seluruh sifat mekanik secara bersamaan. Pada pembebanan impak, keseimbangan antara matriks dan penguat menjadi penting karena energi tumbukan perlu diserap melalui mekanisme seperti deformasi matriks, pelepasan energi melalui perambatan retak, serta interaksi antara serat dan matriks. Kandungan resin yang lebih tinggi pada komposisi RE60% diduga memberikan matriks yang lebih mampu mendukung mekanisme penyerapan energi tersebut.

Coefficients ^a						
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	
	B	Std. Error	Beta			
1	(Constant)	-25.274	12.884		-1.982	.091
	RE.SBP.FGW	.831	.254	.777	3.289	.014

Gambar 17. Hasil Analisa uji T pada uji Impak

Diketahui nilai sig. untuk pengaruh (Parsial) X terhadap Y adalah sebesar 0.014 $< 0,05$ dan nilai t hitung 3.269 $> t$ tabel 2.365 sehingga dapat disimpulkan bahwa H1 diterima yang berarti terdapat pengaruh signifikan RE,SBP, FGW (X) terhadap Ketangguhan Impact (Y).



Gambar 18. Kurva Distribusi uji T pada uji Impak
Berdasarkan kurva distribusi uji t terlihat bahwa nilai t hitung sebesar 3,269 berada di sebelah kanan t tabel (2,365), yaitu pada daerah penolakan H_0 atau daerah penerimaan H_1 . Hal ini menunjukkan bahwa hasil pengujian hipotesis mendukung keputusan menolak H_0 dan menerima H_1 , sehingga dapat disimpulkan bahwa variasi komposisi resin epoxy, serat batang pisang, dan *fiberglass woven* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap ketangguhan impact komposit pada taraf signifikansi 5%.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa variasi komposisi serat batang pisang dan *fiberglass woven* berbasis resin epoxy memberikan respons yang berbeda terhadap sifat mekanik komposit. Komposisi resin epoxy 40%:serat batang pisang 30%:*fiberglass woven* 30% menghasilkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 39,02 MPa, namun berdasarkan uji ANOVA variasi komposisi tidak berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik ($p = 0,415$). Sebaliknya, komposisi resin epoxy 60%:serat batang pisang 20%:*fiberglass woven* 20% menghasilkan ketangguhan impact tertinggi sebesar 22,29

kJ/m², dan variasi komposisi terbukti berpengaruh signifikan terhadap ketangguhan impact ($p = 0,0167$). Dengan demikian, tujuan penelitian untuk menganalisis pengaruh variasi komposisi terhadap sifat mekanik komposit telah tercapai, dengan temuan bahwa komposisi material lebih berpengaruh terhadap ketangguhan impact dibandingkan kekuatan tarik.

Hasil penelitian ini memperkuat potensi pemanfaatan serat batang pisang yang dikombinasikan dengan *fiberglass woven* sebagai material penguat komposit hibrida yang lebih ramah lingkungan dan dapat menjadi referensi dalam pengembangan material komposit sesuai kebutuhan aplikasi. Penelitian ini masih terbatas pada variasi komposisi material dengan jenis matriks, orientasi serat, dan metode fabrikasi yang sama. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan mengkaji pengaruh orientasi serat, perlakuan permukaan serat, fraksi berat yang lebih beragam, serta metode manufaktur yang berbeda untuk memperoleh karakteristik mekanik komposit yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Ferry, S., Amri, C., Suroso, I., & Anhar, M. (2025). Analisis Uji Bending Pada Spesimen Serat Kulit Jagung Fiber-glass Dengan Perpaduan Resin Lycal Menggunakan Variasi Metode Pembuatan Vacuum Bagging Dan Vacuum Infusion. *JOURNAL OF APPLIED*

MECHANICAL ENGINEERING AND RENEWABLE ENERGY (JAMERE), 5(1), 27–33. <https://journal.isas.or.id/index.php/JAMERE>

Hadinata, R. (2025). *ANALISA SIFAT MEKANIK KOMPOSIT SERAT ALAM DENGAN PENGUAT SERBUK KAYU JATI UNTUK PEMBUATAN PAPAN SKATEBOARD* [Thesis]. Universitas Islam Sumatera Utara.

Harahap, I. Z. (2023). *Kekuatan Tarik Dan Modulus Elastisitas Komposit Dengan Partikel Penguat Dari Jamur Kelapa Sawit*. Universitas Islam Sumatera Utara.

Marianus, J. (2022). *PENGARUH PANJANG SERAT TERHADAP KEKUATAN MATERIAL KOMPOSIT SERAT ALAM IJUK*. Universitas Hasanuddin Gow.

Susanti, D. N. (2018). *Pengaruh Variasi Panjang Serat Nanas Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impact Komposit Polyester-Serat Nanas* [Universitas Muhammadiyah Semarang]. <http://repository.unimus.ac.id/3128/3/BAB%20II.pdf>