

ANALISIS KEKUATAN TARIK DAN BENDING KOMPOSIT SERAT PELEPAH PISANG

¹Gaguk Eko Gati Warsono, ²Sehono, ³Ikbal Rizki Putra

^{1,2,3}Teknik Dirgantara, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan Yogyakarta

Abstrak

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki potensi sumber daya alam yang melimpah, khususnya serat alam. Pisang merupakan pohon yang memiliki jenis terna atau pohon batang yang lunak dan tidak berkayu, seiring berjalannya waktu banyak sekali inovasi yang dilakukan dalam bidang material serat alam yang dijadikan sebagai bahan penguat komposit, serat pelepah pisang merupakan salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai penguat pada pembuatan komposit, tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi volume serat pelepah pisang terhadap kuat tarik dan bending dengan resin epoxy sebagai matrik. Komposit ini dibuat dengan perendaman NaOH sebesar 5% pada serat selama 24 jam, menggunakan teknik hand lay up dengan variasi fraksi volume serat pelepah pisang 30%, 50%, dan 70%, sedangkan resin epoxynya 70%, 50%, dan 30% dengan orientasi arah serat 0° dan 90° sebanyak 2 layer/lapisan, specimen komposit dipotong sesuai dengan standar Astm D638-1 untuk uji Tarik dan Astm D790 untuk uji bending. Hasil penelitian uji tarik didapatkan bahwa nilai rata-rata tertinggi yield strength 8,62 Mpa dengan fraksi volume serat 30% dan nilai rata-rata tensile strength tertinggi 23,86 Mpa dengan fraksi volume serat 50% dan hasil penelitian untuk uji bending didapatkan bahwa nilai rata-rata tegangan bending tertinggi 64,32 Mpa dengan fraksi volume serat 70%.

Kata kunci: komposit, kekuatan tarik, kekuatan bending, serat pelepah pisang

Abstract

Indonesia is one of the countries that have the potential for abundant natural resources, especially natural fibers. Banana is a tree that has a type of herb or stem tree that is soft and not wood, over time a lot of innovations have been made in the field of natural fiber materials that are used as composite reinforcement materials, banana midrib fiber is one of the alternative materials that can be used as reinforcement. In making composites, the purpose of this study was to determine the effect of volume fraction variations of banana midrib fiber on tensile and bending strength with epoxy resin as a matrix. This composite was made by immersing 5% NaOH on the fiber for 24 hours, using the hand layup technique with variations in the volume fraction of banana midrib fiber 30%, 50%, and 70%, while the epoxy resin was 70%, 50%, and 30% with fiber orientation 0° and 90° for 2 layers, composite specimens were cut according to the standards of Astm D638-1 for tensile test and Astm D790 for bending test. The result of the tensile test showed that the highest average yield strength was 8.62 Mpa with a fiber volume fraction of 30% and the highest average tensile strength value was 23.86 Mpa with a 50% fiber volume fraction. The highest average bending stress is 64.32 MPa with a fiber volume fraction of 70%.

Keywords: composite, tensile strength, bending strength, banana midrib fiber.

Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara dengan potensi sumber daya alam yang melimpah, khususnya serat alam. Pisang merupakan pohon yang memiliki jenis terna atau yang disebut dengan pohon batang yang lunak dan tidak berkayu dengan batang yang kuat dan daun-daun yang besar memanjang berwarna hijau tua. Batang pisang dibedakan menjadi dua macam yaitu batang asli yang disebut bonggol dan batang semu atau batang palsu. Bonggol berada dipangkal batang semu dan berada dibawah permukaan tanah, memiliki banyak mata tunas yang merupakan calon anakan dan tempat bertumbuhnya akar. Seiring dengan berjalannya waktu banyak sekali inovasi yang dilakukan dalam bidang material serat alam yang dijadikan bahan penguat komposit, serat pelepah pisang merupakan salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai penguat pada pembuatan komposit. Bahan pembuatan komposit pada umumnya

¹Email Address: 180302108@students.sttkd.ac.id
Received 12 Juni 2022, Available Online 30 Juli 2022

 <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i1.617>

terdiri dari dua jenis yaitu serat sebagai penguat dan matriks sebagai pengikat serat.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi volume serat pelepah pisang terhadap kuat tarik dan bending dengan resin epoxy sebagai matriksnya.

Tinjauan Pustaka

Munandar (2013) mengatakan bahwa kelemahan dari serat alami adalah ukuran serat yang tidak seragam serta usia serat sangat mempengaruhi tingkat kekuatannya. Semakin kecil diameter serat maka kekuatan tariknya besar, karena rongga pada serat kecil dan ikatan antar molekulnya banyak sehingga kekuatannya kuat. Semakin besar diameter maka kekuatan tariknya kecil, karena rongga pada serat besar dan ikatan molekulnya sedikit sehingga kekuatan tariknya rendah.

Aditya Zulfan H, et.al (2021) melakukan penelitian yang berjudul " Pengaruh tata letak serat pada komposit resin polyester serat batang pisang terhadap kekuatan tarik ". Dalam penelitian ini menggunakan tata letak memanjang, acak dan anyam. Nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 14,64 kgf/mm² pada susunan memanjang.

Landasan Teori

Komposit

Material komposit adalah material yang terbentuk dari pencampuran dua atau lebih material komponen yang tidak merata, dimana sifat mekanik masing-masing material komponen berbeda. Melalui pencampuran ini akan dihasilkan material komposit yang memiliki sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dengan material penyusunnya. Material komposit memiliki karakteristik yang berbeda dengan material biasa atau yang biasa digunakan. Proses pembuatannya melalui pencampuran yang heterogen, sehingga kita dapat lebih leluasa merencanakan kekuatan material komposit yang kita inginkan dengan menyesuaikan komposisi materialnya.

Serat/Penguat

Serat yang digunakan harus mempunyai diameter yang lebih kecil dari diameter matriksnya serta memiliki kekuatan tarik yang tinggi. Serat dapat diklarifikasikan berdasarkan material pembentuknya yaitu serat sintesis dan serat alami. Serat pelepah pisang merupakan jenis serat yang berkualitas baik dan merupakan salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai penguat pada pembuatan komposit. Penggunaan serat pelepah pisang sebagai bahan komposit merupakan salah satu alternatif dalam pembuatan komposit secara ilmiah (Saputra et al., 2018).

Tabel 1. Mechanical properties serat pelepah pisang

Property	Nilai	Unit
Selulosa	60 sampai 65	%
Hemiselulosa	5 sampai 19	%
Lignin	5 sampai 10	%
Pectin	2 sampai 3	%
Kekuatan Tarik	54	Mpa
Perpanjangan	4 sampai 6	%
Modulus Young	3,48	Mpa

Sumber : Waghmare, et.al. (2017)

V Matriks

Matriks adalah fase dalam material komposit, memiliki bagian atau Fraksi volume maksimum (utama), Pemilihan matriks sangat penting sebagai bahan pengikat serat dan matriks harus dapat mengikat secara mekanis dengan bubuk atau pengisi serat sehingga tidak akan terjadi reaksi yang tidak diinginkan pada *interface*. seperti berat jenis, viskositas, tekanan dan temperatur dan void. Salah satu resin yang sering digunakan sebagai matriks komposit adalah resin epoxy. Dibandingkan dengan resin polyester, resin epoxy memiliki banyak keunggulan, seperti massa jenis yang lebih rendah, modulus elastisitas dan kekuatan tarik yang lebih tinggi serta ketahanan panas yang lebih tinggi. Namun, resin epoxy juga memiliki kelemahan yaitu harganya relatif mahal dibandingkan dengan resin polyester.

Tabel 2. Mechanical properties resin Epoxy

Property	Nilai	Unit
Tensile strength, R_m	68-80	Mpa
Deformation, ϵ	5-7	%
Bending strength, R_f	110-130	Mpa
Modulus of elasticity, E_1	2.9-3.2	Mpa
Pressure strength	110-130	Mpa
Impact energy /Charpy/, α_n	30-50	KJ/m ²

Sumber : Petrovic, et.al. (2013)

Hand lay up

Metode hand lay-up yang disebut juga way lay-up adalah metode pembuatan material komposit, yaitu dengan mengisi resin ke dalam cetakan dengan tangan ke serat di dalam wadah. Dalam metode ini, serat dapat ditumpuk, dikepang atau diikat. Biasanya kuas digunakan untuk meratakan permukaan resin. penekanan ini dilakukan supaya resin dan serat benar-benar menyatu.

Pengujian Tarik

Uji tarik merupakan suatu cara atau metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan atau material dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu, Hasil yang diperoleh dari pengujian tarik sangat penting untuk desain produk dan rekayasa teknik karena menghasilkan data kekuatan material Pengujian tarik berfungsi untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara lambat. Kekuatan tarik adalah tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh suatu bahan ketika diregangkan atau diregangkan sebelum bahan tersebut putus. Kuat tarik adalah kebalikan dari kuat tekan, dan nilainya bisa berbeda. Kekuatan Tarik Ultimate adalah salah satu sifat penting dari bahan. Kemampuan suatu bahan untuk menahan beban tarik disebut kekuatan tarik. Ini dapat diukur sebagai beban atau gaya maksimum dibagi dengan luas penampang bahan uji dalam satuan megapascal (MPa), N/mm², psi.

Pada saat itu pada batang uji bekerja tegangan yaitu besarnya :

$$\sigma = \frac{F/P_{max}}{A_0} \quad (1)$$

Keterangan:

- σ = Tegangan (kg/mm²), atau (N/mm²)
- F = Gaya tarik (N), atau P = beban tarik(kg)
- A_0 = Luas penampang mula-mula (mm²)

Juga pada saat itu batang uji terjadi regangan yang besarnya :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{(L-L_0)}{(L-L_0)} \quad (2)$$

Keterangan

ε = regangan (%)

L_0 = panjang “batang uji” mula – mula (m)

L = panjang “batang uji” saat menerima beban (mm)

Pengujian Bending

Sifat komposit dapat dilihat dari kekuatan lentur, sehingga dapat diketahui kekuatan bending terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi yang besar atau kegagalan. Kekuatan bending mengakibatkan bagian atas spesimen akan mengalami tekanan dan bagian bawah akan mengalami tegangan tarik. Komposit akan mengalami patah pada bagian bawah yang disebabkan karena tidak mampu menahan tegangan tarik yang diterima. Kekuatan bending dapat diketahui dengan mengacu ASTM D790. Berikut adalah rumus perhitungannya:

$$\sigma_L = \frac{3.P.L}{2.b.d^2} \quad (3)$$

Dimana :

σ_L = Tegangan Bending (Mpa)

p = Beban / *Load* (N)

L = Panjang Span / *Support span* (mm)

b = Lebar / *Width* (mm)

d = Tebal/ *Depth* (mm)

$$\varepsilon_L = \frac{6.D.d}{L^2} \quad (4)$$

Dimana :

ε_L = Regangan Bending

D = Defleksi

L = Panjang Span / *Support span* (mm)

d = Tebal / *Depth* (mm)

Metode Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan dua pengujian yaitu pengujian tarik dan bending dengan bahan serat pelepah pisang dengan presentase campuran serat 30%, 50%, 70% sebanyak 2 lapisan dengan variasi sudut serat 0° dan 90° sebagai penguat dan resin epoxy sebagai matriks, dengan ukuran standar ASTM D638-1 untuk uji tarik dan standar ASTM D790 untuk uji bending.

Alat dan bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah timbangan digital, gelas ukur, mesin uji tarik, mesin uji bending, mesin milling, baskom dan cetakan pembuatan spesimen, sedangkan bahan yang digunakan adalah serat pelepah pisang, resin epoxy, katalis, larutan alkali (NaOH 5%), *wax mold realease*.

Pembuatan spesimen komposit

Cetakan pembuatan komposit dibuat menggunakan akrilik dengan tebal 2 mm. setelah cetakan siap lapsi permukaan dan dinding cetakan dengan menggunakan *wax mold realese* agar resin tidak lengket dengan cetakan. Penataan serat dengan variasi posisi 0° dan 90°, kemudian serat disusun menjadi 2 lapisan. Setelah itu dilakukan pencampuran resin dan katalis dengan perbandingan 2% katalis per berat resin. Kemudian aduk campuran resin dan katalis selama kurang lebih 5 menit agar resin dan

katalis tercampur dengan merata. Tuangkan adonan resin dan katalis yang sudah diaduk kedalam cetakan yang sudah ditata serat sesuai dengan variasi. Pengeringan komposit dilakukan selama kurang lebih 24 jam. Ratakan menggunakan potongan akrilik untuk meminimalisir adanya void atau gelembung udara yang memengaruhi kekuatan dari spesimen komposit. Kemudian setelah kering komposit dikeluarkan dari cetakan. Selanjutnya dilakukan pengamplasan dan pemotongan material hingga halus dan sesuai dengan ukuran uji ASTM sebelum dilakukan pengujian Tarik dan Bending.

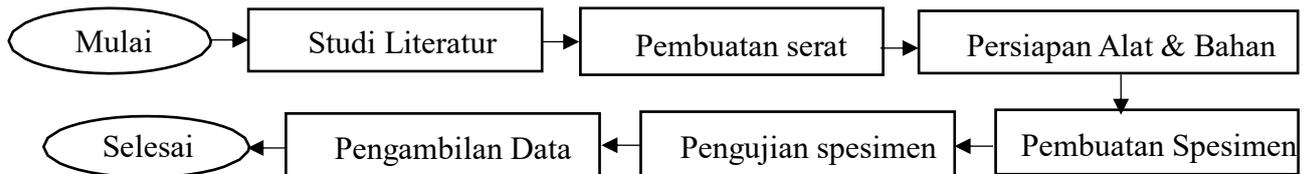


Gambar 1. Spesimen Uji Tarik



Gambar 2. Spesimen Uji Bending

Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. Diagram Alir

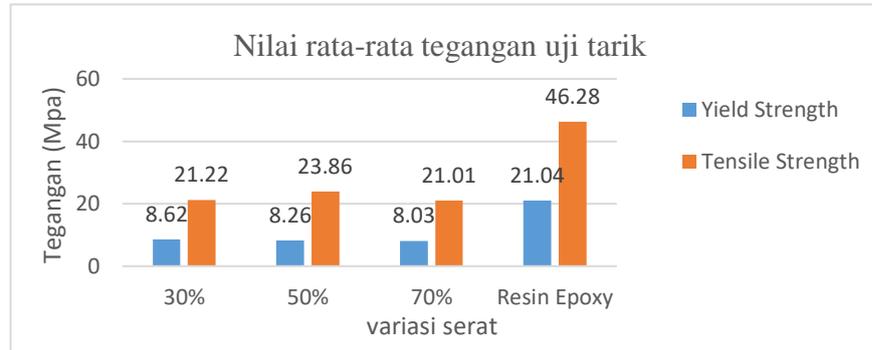
Hasil dan Pembahasan

Pengujian Tarik

Tabel 3. Data hasil pengujian Tarik

Variasi	Pengujian Tarik						
	W (mm)	T (mm)	L (mm)	Yield Strength (Mpa)	TensileStrength(Mpa)	Elongation %	
Resin Epoxy	IA	13,56	6,16	165	36,08	46,97	0,19
	IB	13,02	6,96	166	13,82	47,85	0,34
	IC	12,76	6,23	166	13,23	44,03	0,69
Rata – Rata	13,11	6,45	165,6	21,04	46,28	0,41	
Serat 30%	IIA	13,74	6,61	166	7,55	16,76	0,80
	IIC	14,5	7,15	167	9,7	25,69	0,24
	Rata – Rata	14,12	6,88	166,5	8,62	21,22	0,52
Serat 50%	IIIA	13,98	7,45	165	10,19	29,12	0,22
	IIIB	14,02	7,74	166	6,57	13,53	0,96
	IIIC	13,96	6,78	164	8,04	28,93	0,08

Variasi	Pengujian Tarik						
	W (mm)	T (mm)	L (mm)	Yield Strength (Mpa)	Tensile Strength (Mpa)	Elongation %	
Rata – Rata	13,98	7,32	165	8,26	23,86	0,42	
Serat 70%	IVA	13,84	7,58	166	7,35	23,14	1,48
	IVB	13,97	7,55	167	8,72	18,82	0,09
	IVC	13,87	7,99	168	8,04	21,08	0,21
Rata – Rata	13,89	7,70	167	8,03	21,01	0,59	



Gambar 4. Grafik batang yield strength dan tensile strength

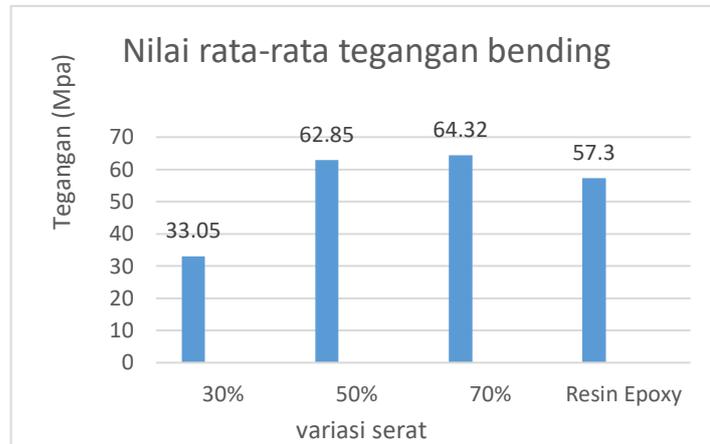
Serat merupakan suatu material yang sangat penting dalam pembuatan komposit, serat memiliki fungsi sebagai pengubah atau penambah sifat mekanis dari suatu material komposit namun sifat-sifat bawaan dari matriks maupun serat tetap utuh dan tidak melebur seperti halnya logam. Pada penelitian kali ini penguat yang digunakan yaitu serat alam dan matrik epoxy dengan presentase 30%, 50%, 70% dan orientasi susunan serat 0° dan 90° terdiri dari 2 lapisan. Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata yield strength tertinggi pada variasi serat 30% sebesar 8,62 Mpa dan terendah pada variasi serat 70% sebesar 8,03 Mpa dan nilai rata-rata tensile strength tertinggi pada variasi serat 50% sebesar 23,86 Mpa dan terendah pada variasi serat 70% sebesar 21,01 Mpa, variasi spesimen komposit 0% atau resin epoxy tanpa campuran serat adalah untuk mengetahui berapa nilai yield dan tensile strength nya dan sebagai untuk pembandingan nilai dari variasi yang sudah dibuat dari grafik diatas dapat disimpulkan apabila terjadi penambahan fraksi volume maka nilai rata-rata yield strength dan tensile strength mengalami penurunan nilai jadi semakin banyak serat pelepas pisang dapat mengurangi nilai yield dan tensile kuat tarik dari spesimen tersebut.

Pengujian Bending

Tabel 4. Data hasil pengujian Bending

Variasi	Pengujian Bending					
	W (mm)	T (mm)	L (mm)	σ_L (Mpa)	ϵ_L	
Resin Epoxy	IA	15	7	120	60,97	0,029
	IB	15	7	120	57,06	0,0271
	IC	15	7	120	53,87	0,0256
Rata – Rata					57,3	0,0817
Serat 30%	IIA	15	7	120	36,73	0,0175
	IIB	15	7	120	35,26	0,0168
	IIC	15	7	120	27,18	0,0129
Rata – Rata					33,05	0,0157
Serat 50%	IIIA	15	7	120	57,55	0,0274
	IIIB	15	7	120	60	0,0285
	IIIC	15	7	120	71,02	0,0338
Rata – Rata					62,85	0,0299
Serat 70%	IVA	15	7	120	73,22	0,0348

Variasi	Penguujian Bending				
	W (mm)	T (mm)	L (mm)	σ_L (Mpa)	ϵ_L
IVB	15	7	120	61,22	0,0291
IVC	15	7	120	58,53	0,0278
Rata – Rata				64,32	0,0305



Gambar 5. Grafik batang Tegangan Bending

Pada penelitian kali ini penguat yang digunakan yaitu serat alam dan matrik epoxy dengan presentase 30%, 50%, 70% dan orientasi susunan serat 0° dan 90° terdiri dari 2 lapisan. Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata tegangan tertinggi pada variasi serat 70% sebesar 64,32 Mpa dan terendah pada variasi serat 30% sebesar 33,05 Mpa, variasi spesimen komposit 0% atau resin *epoxy* tanpa campuran serat adalah untuk mengetahui berapa nilai *Tegangan bending* dan sebagai pembandingan nilai dari variasi yang sudah dibuat dari grafik diatas dapat disimpulkan apabila terjadi penambahan fraksi volume maka nilai rata-rata tegangan bending mengalami peningkatan nilai.

Kesimpulan

Nilai tegangan tarik rata-rata yield strength tertinggi pada variasi serat 30% sebesar 8,62 Mpa dan terendah pada variasi serat 70% sebesar 8,03 Mpa dan nilai rata-rata tensile strength tertinggi pada variasi serat 50% sebesar 23,86 Mpa dan terendah pada variasi serat 70% sebesar 21,01 Mpa. Apabila terjadi penambahan variasi serat maka nilai rata-rata yield strength dan tensile strength mengalami penurunan nilai jadi semakin banyak serat pelepah pisang dapat mengurangi nilai yield dan tensile kuat tarik dari spesimen tersebut. Sedangkan untuk pengujian bending nilai tegangan bending rata-rata tertinggi pada variasi serat 70% sebesar 64,32 Mpa dan terendah pada variasi serat 30% sebesar 33,05 Mpa. Apabila terjadi penambahan fraksi volume maka nilai rata-rata tegangan bending mengalami peningkatan nilai. Semakin banyak serat pelepah pisang maka semakin kuat pula tegangan yang dihasilkan.

Daftar Pustaka

- Aditya Zulfan Hatami, S. M. (2021). Pengaruh Susunan Tata Letak Serat Pada Komposit Resin. 25-30. *ASTM D638 – 14, Standart Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials, American Association State Highway and Transportation Official Standart.*
- ASTM D790 - 03* (2015). Standard Test Method for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulation Materials. *ASTM Standards*, 1-11.
- Gibson, R. F. (1994). *Principle Of Composite Material Mechanic*. Mc Graw Hill International Book Company, New York.
- G. Tchobanoglous, H. T. (2003). *integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues*, Hal 3-22.
- Munandar, I. 2013. Kekuatan Tarik Serat Ijuk (Arenga Pinnata Merr). (online)
- Muhamad Muhajir, Muhammad Alfian Mizar, D. A. S. (2016). Analisis Kekuatan Tarik Bahan Komposit Matriks Resin Berpenguat Serat Alam Dengan Berbagai Varian Tata Letak. *Jurnal Teknik Mesin*, 24(2), 1–8.

- Petrović, J. M. (2013). Microstructural characterization of glass-epoxy composites subjected to tensile testing. *Acta Periodica Technologica*, 151-162.
- Porwanto, D. A., & Johar, L. (2008). Karakterisasi komposit berpenguat serat bambu dan serat gelas sebagai alternatif bahan baku industri. *Jurnal Teknik Fisika ITS*, 1-16.
- Saputra, B. A., Sutrisno, & Sudarno. (2018). Pengaruh fraksi volume serat pelepah pisang resin polyester terhadap kekuatan tarik. *Teknik Mesin*, 6, 561-566
- Waghmare, P. M. (2017). Review on Mechanical Properties of Banana Fiber Biocomposite. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 847-850.
- Yunus, M., Arnoldi, D., & Prakarsa, M. C. P. (2020). Serat Fiberglass Dan Serat Daun Nanas Dengan Matrik Resin Polyester Pada Panel Panjat Dinding. *Jurnal Austenit*, 12(1), 21-27.