

Uji Tarik Komposit Serat Alam (Batang Pisang) dengan Variasi Resin Polimer dan Fraksi Volume sebagai Material Struktur *Cladding*

Bayu Pranoto¹, Hilmi Iman Firmansyah^{2*}, Wirawan³, Sulistyono⁴

¹ Program Studi D-III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Malang

^{2,3,4} Program Studi D-IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Malang

*Penulis Korespondensi, email: firmansyahilmi@polinema.ac.id

Received: 03/08/2025

Revised: 14/08/2025

Accepted: 22/08/2025

Abstract. *Banana tree waste, including tree stem, has a variety of potential uses one of the benefits is being used as structural materials in building materials, one of which is cladding. In this study, a composite was created using natural fibers (banana stem) and various types of polymer resins. Its tensile strength will be tested, which will then be used to create a cladding structure. Cladding is a construction technique that involves applying different materials to create a layer. Currently, commonly used cladding materials include wood, vinyl, stone veneer, and metal. Composites are starting to be used as an alternative material to replace cladding structures by utilizing natural fibers, in this case banana tree stem, as an alternative material to replace cladding materials in general. This study evaluated the mechanical properties of natural fiber composites made from banana stems with polyester resin matrix through tensile testing. Composites were made with three variations of fiber volume fractions: 30%, 50%, and 70% to study the effect of fiber content on the tensile strength of the composite. The tensile test results showed that an increase in fiber volume fraction was directly proportional to an increase in the tensile stress of the composite. At a fiber volume fraction of 30%, the maximum tensile stress obtained was 10.3 MPa, while at a volume fraction of 50% it increased to 13.9 MPa. The highest tensile stress was achieved at a fiber volume fraction of 70% with a value of 19.0 MPa..*

Keywords: *Banana stem, Composite, Tensile stress, Volume fraction*

Abstrak. Limbah pohon pisang yang meliputi batang pohon memiliki potensi pemanfaatan yang beragam, diantaranya dapat digunakan menjadi struktur material pada bahan bangunan salah satu diantaranya adalah *cladding*. Pada penelitian ini dibuat komposit menggunakan serat alam (batang pisang) menggunakan berbagai jenis resin polimer dan diuji kekuatan tariknya yang nantinya akan dibuat menjadi struktur *cladding*. *Cladding* merupakan salah satu teknik dalam konstruksi dengan mengaplikasikan material yang berbeda-beda dengan tujuan membuat suatu lapisan. Sampai saat ini material yang biasa digunakan sebagai *cladding* adalah kayu, *vinyl*, batu *veneer* dan logam. Komposit mulai digunakan sebagai bahan alternatif pengganti struktur *cladding* dengan memanfaatkan serat alam dalam hal ini adalah batang pohon pisang sebagai bahan *alternative* pengganti material *cladding* pada umumnya. Penelitian ini mengevaluasi sifat mekanik komposit serat alam berbahan baku batang pisang dengan matrik resin poliester dan *epoxy* melalui uji tarik. Komposit dibuat dengan tiga variasi fraksi volume serat yaitu 30%, 50%, dan 70% untuk mengetahui pengaruh kadar serat terhadap kuat tarik komposit. Hasil uji tarik menunjukkan bahwa peningkatan fraksi volume serat berbanding lurus dengan peningkatan tegangan tarik komposit. Pada fraksi volume serat 30%, tegangan tarik maksimum yang diperoleh sebesar 10,3 MPa, sedangkan pada fraksi volume 50% meningkat menjadi 13,9 MPa. Tegangan tarik tertinggi dicapai pada fraksi volume serat 70% dengan nilai sebesar 19,0 MPa.

Kata Kunci: Batang pisang, Tegangan tarik, Komposit, Fraksi volume

I. PENDAHULUAN

Material komposit telah menjadi salah satu fokus utama dalam penelitian material modern karena sifatnya yang unggul dibandingkan material konvensional. Komposit umumnya terdiri dari dua bagian utama, yaitu matriks dan penguat

(*reinforcement*). Matriks berfungsi sebagai media pengikat, sedangkan penguat memberikan kekuatan dan kekakuan pada material.

Dalam beberapa dekade terakhir, material komposit telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari industri kedirgantaraan,

otomotif, konstruksi, hingga perangkat medis. Popularitasnya disebabkan oleh sifat-sifat unik, seperti ringan, tahan korosi, kekuatan tinggi, dan kemampuan untuk disesuaikan dengan kebutuhan spesifik. Berbagai jenis komposit telah dikembangkan, seperti komposit berbasis polimer, logam, dan keramik, yang masing-masing memiliki keunggulan dan keterbatasan.

Penelitian terkini difokuskan pada pengembangan komposit ramah lingkungan dengan menggunakan bahan penguat alami, seperti serat tumbuhan, serta matriks *biodegradable*. Pada penelitian ini serat alam yang digunakan adalah serat pelepah pisang (*musa paradisiaca*) dengan menggunakan berbagai jenis matriks resin polimer (*Polyester* dan *Epoxy*). Tanaman pisang tumbuh subur pada daerah tropis karena menyukai iklim panas dan memerlukan sinar matahari penuh sehingga tanaman pisang tersebar luas pada daerah yang beriklim tropis seperti negara Indonesia [1].

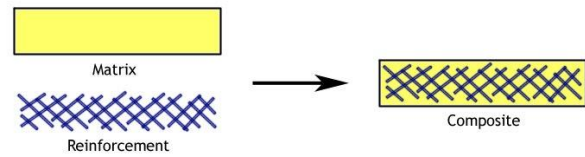
Tersebar nya tanaman pisang di daerah yang beriklim tropis nantinya juga akan menghasilkan limbah berupa pohon pisang yang sudah tidak berbuah dan nantinya akan mati dan membusuk sehingga perlu dipikirkan pengolahan limbah batang pohon pisang agar lebih menghasilkan manfaat salah satunya adalah dengan dibuat sebagai material komposit.

Artikel ini bertujuan untuk mengeksplorasi karakteristik, potensi aplikasi, serta perkembangan terkini dalam teknologi material komposit. Fokus utama adalah pada analisis komposisi, sifat mekanik, dan peluang pengembangan ke depan dalam berbagai sektor industri.

Komposit adalah campuran dua atau lebih material yang memiliki karakteristik kimia dan fisik yang berbeda yang akan menghasilkan material baru yang memiliki karakteristik yang berbeda dengan material awalnya [2]. Komposit terdiri dari empat bahan: matriks, material penguat (*reinforce*), material pengisi (*filler*), dan material penambah.

Penyusun komposit terdiri dari kombinasi dua atau lebih material yang memiliki bentuk yang berbeda dan memiliki komposisi kimia yang tidak

melarutkan antara mereka. Fungsi material yang satu adalah sebagai penguat dan fungsi material yang lain sebagai pengikat untuk menyatukan unsur-unsur tersebut [3].



Gambar 1. Struktur Komposit
(Sumber : Kiss I, George VC, 2019)

Berdasarkan uraian pada paragraph sebelumnya, secara garis besar komposit tersusun dari dua material berbeda yaitu, Matriks yang berfungsi sebagai pengikat yang memiliki sifat lebih getas dan kekuatannya lebih rendah dan material penyusun lainnya adalah penguat (*reinforcement*) umumnya berbentuk dari serat dan sifatnya lebih ulet bila dibandingkan dengan matriksnya, pada komposit serat ini sebagai bahan penguat agar didapatkan kekuatan yang lebih baik.

Saat ini pemilihan material komposit mulai banyak dipakai pada industri dikarenakan memiliki beberapa keunggulan bila dibandingkan dengan material lain. Keunggulan komposit adalah sebagai berikut :

1. Memiliki sifat mekanik yang baik dan tidak korosi
2. Bahan baku yang mudah diperoleh dengan harga yang lebih murah
3. Memiliki massa jenis yang lebih rendah dibanding dengan serat mineral

Material komposit memiliki sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya [4].

Berdasarkan matriksnya komposit dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Komposit Berbasis Polimer (*Polymer Matrix Composites*, PMC), Menggunakan polimer sebagai matriks (misalnya *epoxy*, *polyester*, atau resin *thermoplastic*).
2. Komposit berbasis Logam (*Metal Matrix Composites*, MMC), Menggunakan logam

sebagai matriks (misalnya aluminium, magnesium, atau titanium).

3. Komposit Berbasis Keramik (*Ceramic Matrix Composites*, CMC), Menggunakan keramik sebagai matriks dengan penguat seperti serat karbon atau serat keramik.

Berdasarkan penguatnya komposit dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Komposit Partikel (*Particulate Composites*), Menggunakan partikel kecil yang tersebar dalam matriksnya.
2. Komposit Serat (*Fiber-Reinforced Composites*), Memanfaatkan serat sebagai penguat yang memberikan kekuatan lebih tinggi
3. Komposit Laminasi (*Laminated Composites*), Terdiri dari beberapa lapisan bahan berbeda yang disusun secara berlapis.

Penelitian ini menggunakan serat pisang sebagai penguat dengan variasi jenis resin *polyester* dan *epoxy* sebagai matrix pengikat serat. Tujuan utama penggunaan serat pelepah pisang (*banana stem*) sebagai penguat komposit adalah untuk mengurangi limbah atau sampah pelepah pisang yang ada di lingkungan agar tidak membusuk dan menjadi sampah maka digunakanlah serat pelepah pisang sebagai penguat komposit.

Serat pelepah pisang (*Musa spp.*) merupakan salah satu serat alami yang memiliki potensi besar untuk diaplikasikan dalam material komposit. Serat ini diperoleh dari batang pohon pisang yang umumnya dianggap limbah setelah proses panen buah. Serat pisang memiliki karakteristik mekanik yang cukup baik, seperti kekuatan tarik yang memadai serta fleksibilitas yang tinggi. Kandungan selulosa yang tinggi pada serat pisang

menjadikannya cocok untuk digunakan sebagai penguat dalam material komposit [5].

Komposit yang sudah dibuat pada penelitian ini kemudian diuji Tarik menggunakan standar ASTM D638-03. Pengujian Tarik dilakukan karena disesuaikan dengan penggunaan pada struktur *cladding*. Karena *cladding* digunakan untuk melapisi tembok rumah dan diposisikan pada penggunaan *outdoor* maka sangat rawan terkena perubahan temperature yang berdampak pada struktur *cladding* tersebut. Jika *cladding* terkena temperature tinggi maka akan memuai dengan asumsi terjadi proses penarikan pada *cladding* akibat pemuaian. Sehingga perlu untuk menganalisa kekuatan Tarik pada struktur *cladding* tersebut.

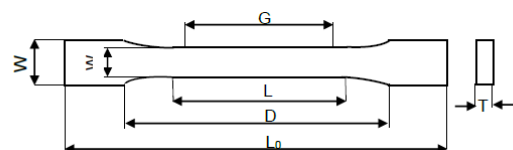
Tegangan tarik maksimal suatu spesimen hasil pengujian tarik dapat dihitung dengan rumus berikut

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Dimana :

σ : Tegangan tarik (MPa)
F : Gaya (N)
A : Luas penampang (mm^2)

Bentuk dan dimensi *specimen* uji Tarik menurut standar ASTM D-638 adalah sebagai berikut [6]



Gambar 2. Spesimen Uji Tarik ASTM D-638
(Sumber : ASTM D-638, 2014).

Tabel 1. Dimensi Spesimen Uji Tarik

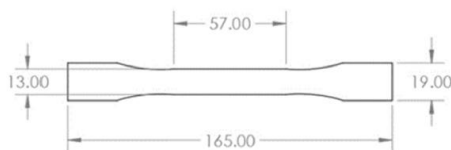
Dimensions (see drawings)	7 (0.28) or under		Over 7 to 14 (0.28 to 0.55), incl	4 (0.16) or under		Tolerances
	Type I	Type II		Type IV ^B	Type V ^{C,D}	
W—Width of narrow section ^{E,F}	13 (0.50)	6 (0.25)	19 (0.75)	6 (0.25)	3.18 (0.125)	±0.5 (±0.02) ^{B,C}
L—Length of narrow section	57 (2.25)	57 (2.25)	57 (2.25)	33 (1.30)	9.53 (0.375)	±0.5 (±0.02) ^C
WO—Width overall, min ^G	19 (0.75)	19 (0.75)	29 (1.13)	19 (0.75)	...	+ 6.4 (+ 0.25)
WO—Width overall, min ^G	...	...	...	...	9.53 (0.375)	+ 3.18 (+ 0.125)
LO—Length overall, min ^{H,I}	165 (6.5)	183 (7.2)	246 (9.7)	115 (4.5)	63.5 (2.5)	no max (no max)
G—Gage length ^J	50 (2.00)	50 (2.00)	50 (2.00)	...	7.62 (0.300)	±0.25 (±0.010) ^C
G—Gage length ^J	...	...	...	25 (1.00)	...	±0.13 (±0.005)
D—Distance between grips	115 (4.5)	135 (5.3)	115 (4.5)	65 (2.5) ^J	25.4 (1.0)	±5 (±0.2)
R—Radius of fillet	76 (3.00)	76 (3.00)	76 (3.00)	14 (0.56)	12.7 (0.5)	±1 (±0.04) ^C
RO—Outer radius (Type IV)	...	...	...	25 (1.00)	...	±1 (±0.04)

II. METODOLOGI

Pada penelitian ini komposit dibuat dengan menggunakan metode *hand-layup*. *Hand-layup* adalah metode pembuatan komposit dengan cara menempatak serat secara manual ke dalam cetakan kemudian melapisinya menggunakan resin [7]. Menggunakan serat alam yaitu pelepah pisang yang ditanam di daerah Gondanglegi Malang, Jawa timur. Untuk memisahkan serat murni dengan zat-zat yang tidak diinginkan yaitu lignin dan hemiselulosa dalam pembuatan komposit maka proses alkalisasi dilakukan [8].

Proses alkalisasi dilakukan dengan cara serat pelepah pisang direndam pada larutan NaOH dengan prosentase 5% selama 3 jam. Kemudian serat yang sudah direndam dicuci bersih menggunakan air destilasi (aquades) setelah itu serat dikeringkan menggunakan oven sampai hilang kadar air pada serat. Setelah itu serat murni diambil untuk dijadikan penguat pada komposit.

Serat yang sudah siap untuk dijadikan komposit kemudian dicampur dengan beberapa jenis resin sintetis yaitu *Polyester* dan *Epoxy* kemudian dicetak dengan menggunakan cetakan komposit untuk dijadikan *specimen* uji Tarik yang mengacu pada ASTM D-638 dengan dimensi dan bentuk sebagai berikut [6].



Gambar 3. Dimensi *Specimen* Uji Tarik
(Sumber : ASTM D-638, 2014).

Setelah proses pembuatan komposit serat pisang selesai dilakukan dengan dimensi dan bentuk *specimen* menurut ASTM D-638 maka didapatkan sepsimen komposit untuk diuji tarik sebagai berikut.



Gambar 4. Spesimen Komposit

Setelah terbentuk *specimen* uji maka proses selanjutnya adalah menguji *specimen* tersebut dengan prosedur pengujian tarik sesuai ASTM D-638 untuk didapatkan hasil kekuatan Tarik untuk masing-masing *specimen* komposit.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan proses pembuatan komposit serat alam yaitu pelpah pisang maka proses selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan pengujian tarik yang mengacu pada standar ASTM D-638 dan didapatkan data sebagai berikut .

Tabel 2. Data Pengujian Tarik Komposit

VARIABEL BEBAS		VARIABEL TERIKAT					
Fraksi volume serat	Jenis resin	Kekuatan Tarik (MPa)			Regangan (%)		
30 %	EPOXY	6,46	10,08	13,92	8,86	14,63	8,86
	POLYESTER	22,23	19	10,92	10	12,32	14,63
50 %	EPOXY	15,73	4,19	21,85	8,09	14,63	12,70
	POLYESTER	18,85	17,19	17,85	8,47	8,11	7,7
70 %	POLYESTER	12,85	32,23	28,77	13,09	13,86	7,70
	EPOXY	22,08	14,69	19,85	9,25	9,61	9,25

Data pada tabel 2 terdapat variabel persentase fraksi volume 30 % serat dicampur dengan fraksi volume 70 % resin kemudian fraksi volume 50 % serat dicampur dengan fraksi volume 50 % resin dan yang terakhir adalah 70 % fraksi volume serat dicampur dengan 30 % fraksi volume resin sehingga didapatkan data setelah dilakukan pengujian tarik dan diolah datanya menggunakan Rumus 1 dengan contoh perhitungan data sebagai berikut.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{1674 \text{ N}}{52 \text{ mm}^2}$$

$$= 32,23 \text{ N/mm}^2$$

$$= 32,23 \text{ MPa}$$

Setelah menghitung tegangan tarik, kemudian langkah selanjutnya adalah menghitung regangan yang terjadi setelah pengujian tarik. Contoh perhitungan regangan untuk sampel komposit adalah sebagai berikut.

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

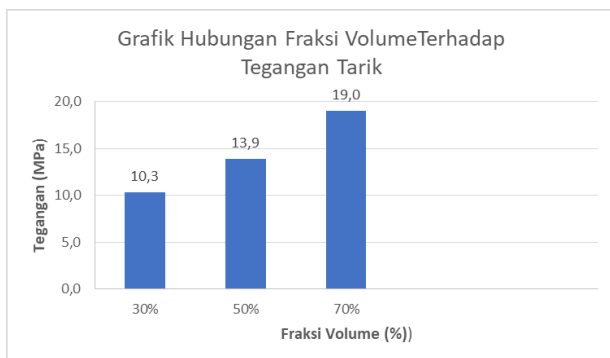
$$= \frac{7,24 \text{ mm}}{57 \text{ mm}} \times 100 \%$$

$$\varepsilon = 13,86 \%$$

Setelah data dirata-rata untuk masing-masing *specimen* hasil pengujian Tarik, maka didapatkan data fraksi volume terhadap kekuatan Tarik komposit serat pelepah pisang seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Hubungan Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik Resin *Epoxy*

No	Fraksi Volume	Kekuatan Tarik
1	30 %	10,2 MPa
2	50 %	13,9 MPa
3	70 %	19 MPa



Bagan 1. Diagram Hubungan Antara Fraksi Volume dan Kekuatan Tarik Komposit dengan Matriks *Epoxy*

Pada Bagan 1 dapat dilihat bahwa semakin besar nilai fraksi volume maka berbanding lurus dengan nilai kekuatan tariknya. Komposit serat pelepah pisang dengan fraksi volume 30 % memiliki kekuatan yang paling rendah yaitu dengan nilai 10,2 MPa. Kemudian komposit dengan fraksi volume 50 % memiliki kekuatan tarik sebesar 13,9 MPa. Untuk komposit dengan fraksi volume 70 % memiliki kekuatan tarik tertinggi dengan nilai 24,6 MPa. Dengan ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai fraksi volume maka kekuatan tarik semakin meningkat. Hal ini disebabkan bila dalam suatu komposit memiliki kandungan serat yang lebih sedikit daripada resin atau matriknya, maka beban akan terdistribusi hanya pada serat tersebut. Sehingga jika seratnya lebih sedikit daripada matriknya maka yang terjadi adalah matrik lebih dominan dalam komposit. Matrik sifatnya getas sedangkan serat sifatnya lebih ulet. Jadi jika yang

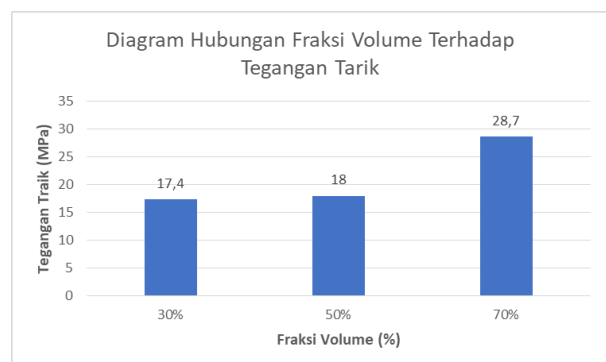
lebih dominan adalah matrik maka jika suatu komposit terkena pembebanan maka komposit akan mudah membentuk inisiasi retak, jika beban diberikan terus menerus maka retak akan merambat dan komposit akan patah.

Sebaliknya jika dalam suatu komposit memiliki kandungan lebih banyak seratnya, dalam penelitian ini adalah fraksi volume 70 %, maka serat lebih dominan terhadap matrik pada komposit. Serat sifatnya lebih ulet sehingga mampu mendistribusikan beban dengan baik daripada matrik yang sifatnya getas. Sehingga bila komposit diberi pembebanan maka tidak mudah timbul inisiasi retak. Ini yang menyebabkan komposit yang seratnya lebih dominan tidak mudah terdeformasi sehingga kekuatannya menjadi meningkat.

Kemudian untuk hasil pengujian Tarik komposit serat pelepah pisang dengan menggunakan matrik resin *polyester* dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 4. Hubungan Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik Resin *Polyester*

No	Fraksi Volume	Kekuatan Tarik
1	30 %	17,4 MPa
2	50 %	18 MPa
3	70 %	28,7 MPa

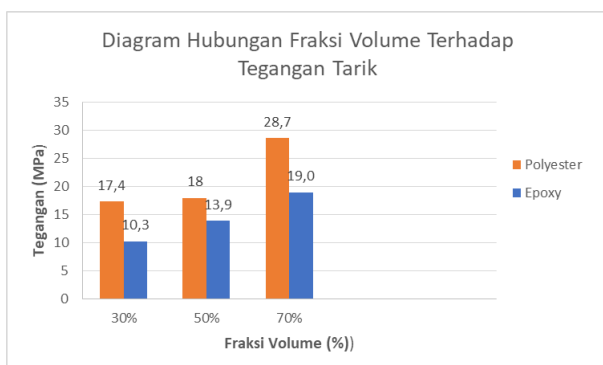


Bagan 2. Diagram Hubungan antara Fraksi Volume dan Kekuatan Tarik Komposit dengan Matriks *Polyester*

Nilai fraksi volume berbanding lurus dengan nilai kekuatan tarik, seperti yang ditunjukkan pada Bagan 2. Kekuatan tarik komposit serat pelepah pisang dengan fraksi volume 30 % memiliki nilai paling rendah 17,4 MPa; komposit dengan fraksi

volume 50 % memiliki nilai kekuatan tarik 18 MPa; dan komposit dengan fraksi volume 70 % memiliki nilai kekuatan tarik paling tinggi yaitu 19 MPa. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai fraksi volume, semakin besar kekuatan tarik. Hasil uji tarik penelitian ini *trendline*-nya sejalan dengan penelitian komposit serat batang pohon pisang yang telah dilakukan oleh Nasmi Herlina Sari et al yaitu semakin tinggi fraksi volume serat maka kekuatan tarik semakin meningkat [9]. Hasil yang sama pada penelitian yang telah dilakukan oleh Temesgen Batu dan Hirpa G. Lemu yaitu fraksi volume dan orientasi arah sudut serat mempengaruhi *mechanical properties* komposit secara signifikan [10]. Hal ini disebabkan bila dalam suatu komposit memiliki kandungan serat yang lebih sedikit daripada resin atau matriknya, maka beban akan terdistribusi hanya pada serat tersebut. Sehingga jika seratnya lebih sedikit daripada matriknya maka yang terjadi adalah matrik lebih dominan dalam komposit. Matrik sifatnya getas sedangkan serat sifatnya lebih ulet. Jadi jika yang lebih dominan adalah matrik maka jika suatu komposit terkena pembebanan maka komposit akan mudah membentuk inisiasi retak, jika beban diberikan terus menerus maka retak akan merambat dan komposit akan patah.

Perbandingan antara hasil pengujian komposit serat pelepah pisang menggunakan matriks *epoxy* dan matrik *polyester* dapat dilihat pada diagram berikut.



Bagan 3. Diagram Perbandingan Hubungan Fraksi Volume terhadap Tegangan Tarik Komposit dengan Matrik *Epoxy* Dan *Polyester*

Bagan 3 menjelaskan mengenai perbandingan nilai tegangan Tarik untuk masing-masing komposit serat pelepah pisang menggunakan resin *epoxy* dan *polyester*. Pada diagram dapat dilihat bahwa nilai tegangan tarik untuk komposit serat pelepah pisang dengan menggunakan resin *polyester* lebih besar bila dibandingkan dengan komposit serat pelepah pisang dengan menggunakan resin *epoxy* untuk setiap fraksi volume. Dapat dilihat bahwa kedua jenis resin kecenderungan mengalami peningkatan nilai tegangan seiring dengan naiknya fraksi volume serat. Nilai tegangan Tarik terendah pada resin *epoxy* sebesar 10,3 MPa dan tertinggi adalah 19 MPa. Sedangkan nilai tegangan Tarik untuk resin *polyester* terendah adalah 17,4 MPa dan tertinggi sebesar 28,7 MPa.

Hal ini terjadi dikarenakan untuk nilai tegangan Tarik masing-masing matrik berbeda. Nilai tegangan Tarik untuk resin *epoxy* sebesar 5.17 – 97 MPa [11]. Sedangkan nilai tegangan Tarik untuk resin *Polyester* adalah 10 – 123 MPa. Secara nilai tegangan tarik, matrik resin *polyester* lebih kuat bila dibandingkan dengan nilai tegangan Tarik resin *Epoxy* sehingga pada gambar 4.28 komposit serat pelepah pisang dengan matriks resin *polyester* nilai tegangan tariknya lebih tinggi dari komposit serat pelepah pisang dengan menggunakan matriks resin *epoxy*.

Struktur komposit pada fraksi volume 30 % baik menggunakan resin *Polyester* maupun *Epoxy* memiliki struktur yang sama yaitu banyaknya ruang kosong dan komposit didominasi oleh resin seperti pada gambar berikut.



Gambar 5. Komposit Serat Pelepah Pisang dengan Fraksi Volume 30%

Jika dibandingkan dengan fraksi volume 30 %, susunan komposit dengan fraksi volume 50 % lebih padat. Ruang kosong pada komposit mulai terisi serat, sehingga jika ditinjau dari tingkat kepadatan

serat komposit dengan fraksi volume 50 % lebih bagus daripada fraksi volume 30 % seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 6. Komposit Serat Pelepah Pisang dengan Fraksi Volume 50%

Kemudian fraksi volume tertinggi adalah komposit dengan 70 % didominasi oleh serat daripada matriksnya. Susunan dari komposit ini serat pelepah pisang jelas mendominasi dari seluruh struktur komposit. Tingkat kepadatan serat paling baik daripada fraksi volume 30 % dan 50 % seperti yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 7. Komposit serat pelepah pisang dengan fraksi volume 70%

Kemudian setelah pengujian tarik dilakukan *specimen* yang telah mengalami kegagalan dilakukan pengamatan. Kegagalan patah yang biasa terjadi pada komposit akibat pembebanan ada bermacam-macam. *Fiber pull-out*, delaminasi, interlaminar matrix cracking, longitudinal matrix splitting, *fiber/matrix debonding* dan *fiber fracture* merupakan beberapa jenis kegagalan yang terjadi pada komposit material [12]. Pada penelitian ini terdapat beberapa contoh kegagalan yang terjadi pada komposit serat pelepah pisang, berikut ini merupakan contoh kegagalan komposit yang terjadi.

A. Analisa Jenis Patahan Komposit

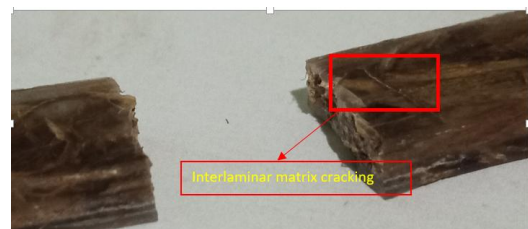
1. Fiber Pull-out



Gambar 8. Fiber Pull-Out yang Terjadi pada Specimen Komposit

Fiber pull-out terjadi pada *specimen* ke satu komposit serat pelepah pisang dengan matriks epoxy pada fraksi volume 30% dan *specimen* kedua pada fraksi volume serat 50 %. Hal ini yang menyebabkan kekuatan tariknya paling kecil diantara semua *specimen* , yaitu 6,46 MPa dan 4,19 MPa. *Fiber pull-out* mengindikasikan lemahnya ikatan antara matriks dan *Fiber*. Jika terjadi lemahnya ikatan antara matriks dan *Fiber* maka mechanical *interlock* antar serat dan matriks juga akan menurun sehingga akan menurunkan kekuatan dari suatu material komposit. *Fiber pull-out* dapat terjadi dikarenakan rasio proses pencampuran pada matriks tidak sesuai standar sehingga matrik yang terbentuk tidak sempurna.

2. Interlaminar matrix cracking



Gambar 9. Interlaminar Matrix Cracking yang Terjadi pada Specimen Komposit

Jenis kegagalan intralaminar yang disebut *interlaminar matrix cracking* terjadi saat matriks mengalami kerusakan tarik atau tekan dalam satu lamina. Ini adalah pola kegagalan yang umum pada komposit. *Matrix cracking* dapat terjadi selama proses produksi, atau saat material dibebani. Hal ini dapat terjadi saat tegangan pada matriks melebihi tingkat kegagalannya, atau saat beban siklik pada matriks melebihi batas regangannya. [13].

Model kegagalan *interlaminar matrix cracking* terjadi pada *specimen* komposit serat pelepah pisang dengan fraksi volume 30 % menggunakan resin polyester. Hal ini menyebabkan *specimen*

tersebut memiliki nilai tegangan tarik yang paling kecil diantara semua *specimen* komposit menggunakan resin *polyester* dengan nilai tegangan tarik sebesar 10,92 MPa.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Jenis resin dapat mempengaruhi nilai kekuatan tarik suatu material komposit. Pada penelitian ini nilai kekuatan tarik tertinggi ada pada komposit serat pelepah pisang menggunakan resin *polyester* dengan nilai kekuatan tarik sebesar 28,7 MPa.

Fraksi volume juga menentukan nilai kekuatan tarik dari material komposit. Pada penelitian ini nilai kekuatan tarik terbesar ada pada spesimen komposit dengan fraksi volume 70 % dengan nilai kekuatan tarik sebesar 28,7 MPa dan terendah ada pada spesimen komposit dengan fraksi volume 30 % dengan nilai kekuatan tariknya adalah 10,3 MPa.

Perlu dilakukan pengujian selain uji tarik agar bisa diketahui lagi karakteristik komposit menggunakan resin tertentu. Misal uji *bending* atau uji *impact*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Politeknik Negeri Malang yang telah mendanai penelitian ini melalui skema pendanaan penelitian DIPA reguler.

REFERENSI

- [1] S.R. Muhammad, Darmein, Nurlaili. (2025). "Pengaruh Fraksi Massa Komposit Serat Pelepah Pisang Baragngan Terhadap Sifat Mekanik". Jurnal Mesin Sains Terapan. Vol 9. No. 1
- [2] Sasdiwiantara Wayan et al, 2019. *Pengaruh Serapan Air Terhadap Kekuatan Komposit Epoxy Dengan Penguat Serat Jelatang*, Jurnal Ilmiah TEKNIK DESAIN MEKANIK
- [3] Kiss I, George VC. 2019. "Recycling of textile wastes into textile composites based on natural fibres: the reinforcement type and the architecture". IOP Conference Series Materials Science and Engineering
- [4] HI. Firmansyah., A. Purnowidodo., SA. Setyabudi. 2018. *Pengaruh Mechanical Bonding Pada Aluminum dengan Serat Karbon Terhadap Kekuatan Tarik Fiber Metal Laminates*, Jurnal Rekayasa Mesin 9 (2), 127-134
- [5] Supraptiningsih. 2012 "PENGARUH SERBUK SERAT BATANG PISANG SEBAGAI FILLER TERHADAP SIFAT MEKANIS KOMPOSIT PVC - $CaCO_3$ ", 2012 International Journal of Hydrogen Energy. 3477-3486
- [6] ASTM D-638-02a, *Standard Test Method for Tensile Properties for Plastics*
- [7] Wijoyo, Nurhidayat Achmad . 2015. "Pengaruh Fraksi Volume Serat Cantula Terhadap Ketangguhan Impak Komposit Cantula-Hdpe Daur Ulang Sebagai Bahan Core Lantai Ramah Lingkungan. Jurnal energi dan manufaktur Pros iding SNATIF Ke -(1): 1-8.
- [8] Zulkifli, Dharmawan Bagus Ida. 2019. "Analisa Pengaruh Perlakuan Alkali dan Hydrogen Peroksida Terhadap Kekuatan Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa Bermatriks *Epoxy*". Jurnal Polimesin Volume 17 No1, 2019.
- [9] Nasmi Herlina Sari et al. (2023). "Evaluation of the Impact Strength and Morphology Properties of Musa Acuminata Fiber Composite/ $CaCo_3$ Powder". Journal of Fibers and Polymer Composites 2 (1): 18-28 (2023)
- [10] Temesgen Batu et al. (2020). "Investigation of mechanical properties of false banana/glass Fiber reinforced hybrid composite materials". Result in Material. Elsevier. Volume 8
- [11] Matweb. 2024. "Overview of materials for Epoxy Adhesive, Flexible", Material Properties Data, 2024.
- [12] Park, Seo. 2011 "Modeling of Fiber-Matrix Interface in Composite Materials". Interface Science and Technology Vol 18, 2011
- [13] BT Safri et all. 2019. "Damage analysis of glass Fiber reinforced composites", Woodhead Publishing Series in Composites Science and Engineering, 2019.