

The Effect Of Sansevieria Fiber Orientation Variation On Tensile And Bending Mechanical Strength In Composite [Pengaruh Variasi Orientasi Serat *Sansevieria* Terhadap Kekuatan Mekanik Tarik Dan *Bending* Dalam Pembuatan Komposit]

Muhammad Tauhid Himam¹⁾, Edi Widodo^{*,2)}, Mulyadi³⁾, A`rasy Fahrudin⁴⁾

^{1, 2, 3, 4)}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: ediwidodo@umsida.ac.id

Abstract. The snake plant or *sansevieria* is known as one of the plants that are easily found in Indonesia, its benefits are not only as air filtration, but can also be used as a basic material for composite reinforcement because it has strong fibers. Variations in the orientation of straight, zigzag and perpendicular *sansevieria* fiber composites can affect the strength of the composite. This study aims to determine the effect of variations in the orientation of straight, zigzag and perpendicular fibers on the mechanical tensile and bending strength of composites with alkali treatment of 5% fiber immersion for 2 hours. The composite was made using a volume fraction of 65% using ASTM D638 for tensile testing and ASTM D790 for bending testing. In the tensile test, the largest stress was found in the straight orientation variation with a value of 23.17 N/mm², the largest strain was found in the perpendicular orientation variation with a value of 0.1596 N/mm² and the largest modulus of elasticity was found in the straight orientation variation with a value of 216.01 Mpa. Meanwhile, in the bending test, the largest stress was found in the straight fiber orientation variation with a value of 71 N/mm² and the largest elastic modulus was found in the straight fiber orientation variation with a value of 12128 Mpa.

Keywords - Leave *Sansevieria*; Fiber Orientation; Natural Fiber

Abstrak. Tanaman lidah mertua atau *sansevieria* dikenal sebagai merupakan salah satu tumbuhan yang mudah dijumpai di Indonesia, manfaatnya tidak hanya sebagai filtrasi udara saja, tetapi juga dapat digunakan sebagai bahan dasar penguat komposit karena memiliki serat yang kuat. Variasi orientasi komposit serat *sansevieria* lurus, zig zag dan tegak lurus dapat berpengaruh pada kekuatan komposit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi orientasi serat lurus, zig zag dan tegak lurus terhadap kekuatan mekanik tarik dan bending komposit dengan perlakuan alkali sebesar 5% perendaman serat selama 2 jam. Pembuatan komposit menggunakan fraksi volume 65% menggunakan ASTM D638 untuk uji tarik dan ASTM D790 untuk uji bending. Pada uji tarik tegangan terbesar terdapat pada variasi orientasi lurus dengan nilai sebesar 23,17 N/mm², regangan terbesar terdapat pada variasi orientasi tegak lurus dengan nilai sebesar 0,1596 dan modulus elastisitas terbesar terdapat pada variasi orientasi lurus dengan nilai sebesar 216,01 Mpa. Sedangkan pada uji bending tegangan terbesar terdapat pada variasi orientasi serat lurus dengan nilai sebesar 71 N/mm² dan modulus elastisitas terbesar terdapat pada variasi orientasi serat lurus dengan nilai sebesar 12128 Mpa.

Kata Kunci - Daun *Sansevieria*; Orientasi Serat; Serat Alam

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di dunia yang semakin maju menjadikan ketergantungan pada bahan buatan semakin meningkat sehingga dibutuhkan suatu material yang dapat dikembangkan lebih lanjut. Salah satu material yang hingga saat ini masih dikembangkan untuk keperluan industri dan rumah tangga adalah material komposit. Teknologi komposit di Indonesia mempunyai prospek yang sangat menjanjikan karena Indonesia memiliki sumber daya alam berupa hasil pertanian dan limbah pertanian sangat melimpah dan dapat diperoleh setiap tahun [1]. Penggunaan material komposit dalam dunia industri dapat mengurangi penggunaan material logam impor yang berkualitas buruk dan mahal [2]. Umumnya Penguat bahan komposit yang digunakan adalah penguat berbahan sintetik seperti serat kevlar, serat karbon, dan serat kaca, namun serat sintetik sebagai material komposit memiliki beberapa kelemahan, antara lain keterbatasan bahan baku, biaya produksi bahan baku tinggi, biodegradabilitas rendah, dan risiko kesehatan. Bahan komposit yang diperkuat dengan serat alam semakin penting untuk dikembangkan karena kegunaannya didalam aspek kehidupan dan tuntutan kegunaan material yang murah, ringan, sifat mekanik yang kuat, mudah diperoleh, tahan terhadap korosi sehingga dapat dijadikan alternatif penguat komposit logam dan fiberglass.[3] Material komposit adalah gabungan antara dua material penyusun yang terdiri dari matriks sebagai pengikat dan *filler*

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

sebagai pengisi [4]. Umumnya ada tiga jenis komposit berdasarkan penguatnya yaitu komposit berpenguat partikel, komposit berpenguat laminasi, dan komposit berpenguat serat [5].

Serat alam adalah serat berbentuk benang yang diperoleh dari tumbuhan hewan atau barang-barang galian [6]. Penggunaan Serat alam untuk pengembangan komposit karena dapat memiliki ketangguhan tinggi, mengurangi keausan perkakas, memiliki sifat insulasi yang baik, mengurangi risiko bahaya kesehatan manusia, meningkatkan pemulihan energi, dan mudah didaur ulang [7].

Salah satu serat alam yang dapat digunakan sebagai penguat komposit adalah tanaman lidah mertua atau dikenal sebagai *sansevieria*. Serat *sansevieria* atau dikenal lidah mertua memiliki ciri-ciri yaitu serat daunnya panjang, mengkilap, kuat, elastis, serta tidak rapuh jika terkena air [8]. Serat *sansevieria* memiliki sifat mekanik yang baik dan komposisi kimia yang sesuai untuk pembuatan komposit karena terdapat kandungan selulosa, hemiselulosa, lignin dan zat lilin [9]. Serat *sansevieria* terdiri dari dua komponen utama yaitu selulosa dan lignin yang bertugas memberikan sifat kekuatan pada serat itu sendiri dan tidak mudah terdegradasi secara kimia maupun mekanis [10]. Serat daun tanaman lidah mertua mengandung komponen selulosa dan lignin yang cukup tinggi yakni sekitar 50% - 60% (*sansevieria trifasciata*) [11]. *Sansevieria* memiliki sifat biodegradabel sehingga aman bagi tubuh dan lingkungan. Serat *sansevieria* terdiri dari dua komponen utama yaitu selulosa dan lignin yang bertugas memberikan sifat kekuatan pada serat itu sendiri dan tidak mudah terdegradasi secara kimia maupun mekanis [12].

Pada penelitian ini komposit yang akan diuji adalah komposit berpenguat serat lidah mertua perlakuan alkali 5% dengan waktu perendaman dua jam menggunakan fraksi volume 65% dengan variasi orientasi serat lurus, zig zag dan tegak lurus. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kekuatan mekanik tarik dan *beding* dari komposit berpenguat serat lidah mertua dengan matriks resin *polyester* bening tipe 801 dengan variasi orientasi lurus, acak dan tegak lurus.

II. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen (*Experimental Research*) dalam pembuatan komposit yang berbahan serat *sansevieria* atau tanaman lidah mertua sebagai penguat dan resin bening tipe 801 sebagai matriks dengan perlakuan Alkali (NaOH) berkonsentrasi 5% selama dua jam dengan variasi orientasi lurus, zig zag dan tegak lurus menggunakan fraksi volume sebesar 65%. Pembuatan komposit menggunakan metode hand layup dengan tujuan untuk mengetahui nilai kekuatan mekanik komposit pada uji tarik dan uji bending.

A. Persiapan Bahan

1. Serat lidah mertua (*sansevieria*)

Serat tanaman lidah mertua ini digunakan sebagai alternatif bahan penguat komposit bermatriks polimer karena memiliki sifat mekanik yang cukup baik [13]. Serat *sansevieria* memiliki nilai kekuatan tarik dan sebesar 658 MPa yang dimana angka ini melebihi kekuatan dari serat lain yaitu serat jerami padi sebesar 450 MPa dan serat tebu sebesar 89,9 MPa. [14] Penelitian serat *sansevieria* menunjukkan kompatibilitas dan adhesivitas yang baik sebagai penguat biokomposit, serat ini unggul karena alami, ramah lingkungan, ekonomis, dan mudah diperoleh [12].



Gambar 1. (a) Tanaman Lidah mertua (*sansevieria*) (b) serat lidah mertua

2. Matriks *polyester*

Matriks pada komposit berfungsi untuk mempertahankan posisi serat agar tetap pada posisinya dan mendistribusikan beban yang diterima komposit secara merata. Matriks yang digunakan pada penelitian ini adalah resin bening *polyester* tipe 801. Resin ini memiliki kekuatan mekanik yang cukup baik dan mudah didapatkan dan harga yang relatif terjangkau [15]. Resin *polyester* memiliki keunggulan yaitu dapat diaplikasikan karena dapat mengikat serat alam tanpa menimbulkan reaksi, serta meningkatkan kekuatan mekanik antara resin dengan penguatnya [16].



Gambar 2. Resin bening tipe 801

3. Alkali

Perlakuan alkali dilakukan perendaman serat tanaman lidah mertua untuk menghilangkan hemiselulosa dan lignin dari alam dengan konsentrasi dan waktu yang telah ditentukan. Perlakuan NaOH pada komposit dilakukan untuk meningkatkan sifat mekanis dan adhesi antara serat dan matriks. [17]. penggunaan alkali dengan kandungan 5 % dapat meningkatkan nilai kekuatan tarik komposit sebesar 23,83 Mpa dibanding 0% sebesar 20,55 dan 15% sebesar 17,58 Mpa. [18]. Pada penelitian ini menggunakan NaOH sebanyak 15 gram dengan campuran aquades sebesar 300ml. penakaran Alkali dapat dihitung menggunakan rumuskan (1)

$$\text{NaOH (\%)} = \frac{r}{100} \times v \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

r = Perlakuan NaOH

v = Volume Larutan air destilasi (ml)

4. Katalis

Katalis dalam pembuatan komposit berfungsi untuk mempercepat pengetasan resin sehingga dapat meningkatkan kekuatan komposit yang signifikan. Jumlah variasi katalis mempengaruhi reaksi kimia yang pada akhirnya dapat mempengaruhi sifat komposit [19]. Penggunaan katalis dapat mempercepat proses curing lebih cepat, sehingga efisien untuk pembuatan komposit. Namun, katalis berlebih dapat menghasilkan panas berlebih yang merusak dan menurunkan kualitas komposit [20].

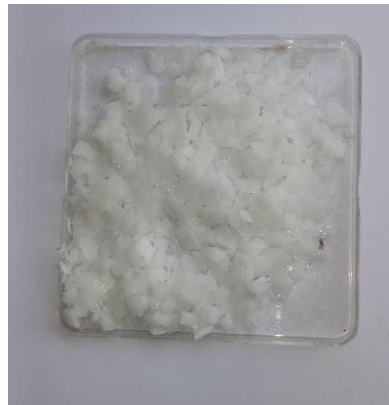


Gambar 3. Katalis

5. NaOH

NaOH adalah senyawa kimia bersifat basa kuat yang diklasifikasikan mudah larut dalam air sehingga dapat sepenuhnya terionisasi. larutan NaOH memiliki rasa pahit dan memiliki sifat licin seperti sabun jika terkena tangan Sifat licin terhadap kulit itu disebut sifat kaustik basa. Perlakuan NaOH pada komposit dilakukan untuk meningkatkan sifat mekanis dan adhesi antara serat dan matriks. menghilangkan zat selulosa yang ada pada serat lidah mertua. [21]. perendaman Larutan NaOH 2 jam dapat meningkatkan nilai kekuatan

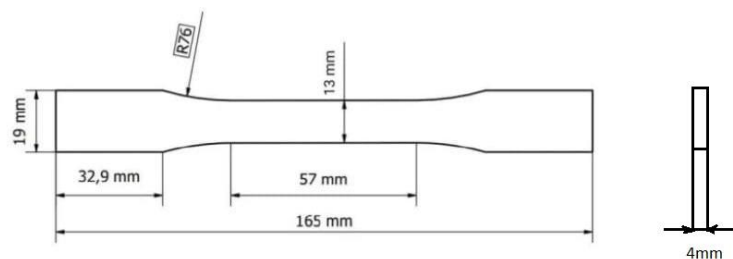
bending komposit menjadi sebesar 83,675 Mpa dibanding dengan perendaman 4 jam sebesar 56.475 Mpa dan 6 jam sebesar 38.699 Mpa [22]



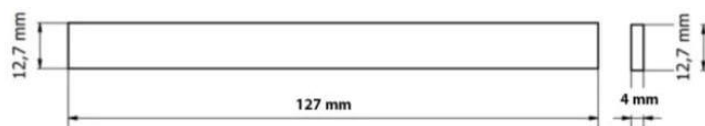
Gambar 4. NaOH

6. Metode *hand lay up*

Pada pembuatan komposit serat lidah mertua menggunakan metode *hand lay up* yaitu dengan cara menuangkan resin ke dalam cetakan yang berisi serat yang sudah disiapkan, kemudian dilakukan pemberian tekana untuk meratakan bagian atas cetakan. Proses ini dilakukan secara berulang kali sampai dengan ketebalan yang dibutuhkan terpenuhi. [4]. Pembuatan komposit ini menggunakan ASTM D638 untuk uji tarik dan ASTM D790 untuk uji bending.



Gambar 5. ASTM D638 [23]



Gambar 6. ASTM D790 [24]

Pada pembuatan komposit, fraksi volume berperan sangat penting dalam menentukan karakteristik material yang akan dibuat. Penggunaan fraksi volume 65% dapat meningkatkan kekuatan komposit dibanding fraksi volume 70%, 30% dan 50% [25]. Untuk menentukan perhitungan fraksi volume serat dapat menggunakan rumus persamaan (2) [26]

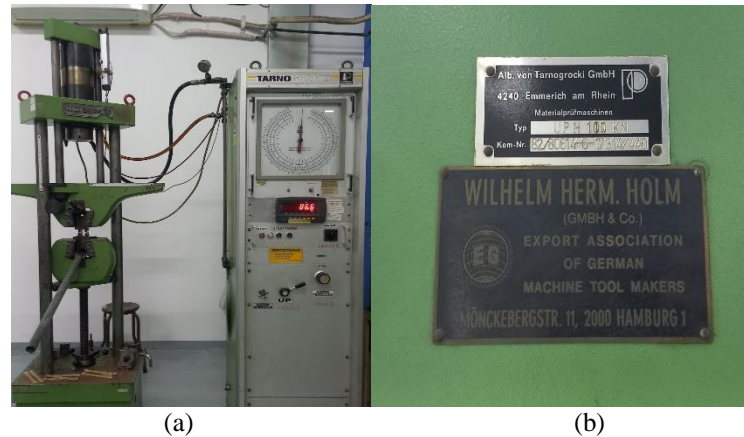
$$V_f = \frac{\frac{m_f}{p_f}}{\frac{m_f}{p_f} + \frac{m_m}{p_m}} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- V_f** = fraksi volume (%)
- m_m** = massa matriks (gr)
- m_f** = massa serat (gr)
- p_f** = massa jenis serat (gr/mm³)
- p_m** = massa jenis matriks (gr/mm³)

B. Alat Uji Tarik dan Bending

Pengujian ini dilakukan di laboratorium teknik mesin Politeknik Negeri Malang menggunakan alat uji yang bernama TARNOGROCK berkapasitas 100 KN untuk menguji kekuatan mekanik tarik dan *bending* komposit berpenguat serat lidah mertua. Pada gambar dibawah ini (a) merupakan mesin uji tarik dan uji bending TARNOGROCK yang digunakan pada saat pengujian dan (b) merupakan gambar spesifikasi dari mesin TARNOGROCK tersebut.



Gambar 7. (a) mesin uji tarik dan uji bending TARNOGROCK (b) spesifikasi mesin

C. Uji tarik (*tensile test*)

Pengujian tarik dilakukandengan cara menarik spesimen hingga terputus menggunakan mesin. pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tegangan dan regangan yang dapat diterima oleh material komposit lidah mertua sesuai ASTM yang telah ditentukan. Pengujian tarik merupakan salah satu sifat penting untuk mengetahui kinerja kekuatan tarik komposit [27]. Nilai kekuatan dan elastisitas bahan uji dapat dilihat dari kurva tegangan peregangannya yang diperoleh dari pengujian tarik [28]. Untuk mengetahui nilai tegangan regangan dan modulus elastisitas menggunakan persamaan (3) (4) dan (5) [4].

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

P = beban (N)

A = luas penampang (mm)

σ = tegangan tarik (MPa)

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{l_0} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

ϵ = regangan (mm)

ΔL = pertambahan panjang (mm)

l_0 = panjang daerah ukur (mm)

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

E = modulus elastisitas tarik (MPa)

ϵ = regangan (mm/mm)

σ = kekuatan tarik (MPa)

D. Pengujian Bending

uji bending atau yang biasa disebut uji lengkung adalah bentuk tes yang secara visual untuk mengetahui besarnya kekuatan lentur dan menentukan kualitas material. Tes lentur ini juga digunakan sebagai pengukur kekuatan suatu bahan [29]. uji bending dilakukan dengan memberi beban di tengah sampel material yang diletakkan diatas dua tumpuan kanan dan kiri dengan sehingga mengalami perubahan bentuk atau deformasi.[30]. Pada pengujian ini menggunakan metode tree point bending, yaitu dengan menekan spesiemen menggunakan satu titik poin tekan berada di tengah spesiemn yang diletakkan diatas dua tumpuan[31]. rumus kekuatan bending dan modulus elastisitas mnggunakan persamaan (6) dan (7)

$$\sigma = \frac{3PL}{2bh^2} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana:

- σ : Kekuatan bending (N/mm²)
- p : Beban maksimum (N)
- b : Lebar dari benda uji (mm)
- h : Tebal dari benda uji (mm)
- L : Jarak antara penyangga (mm)

$$Eb = \frac{l^3 p}{4bd^3} \dots \dots \dots (7)$$

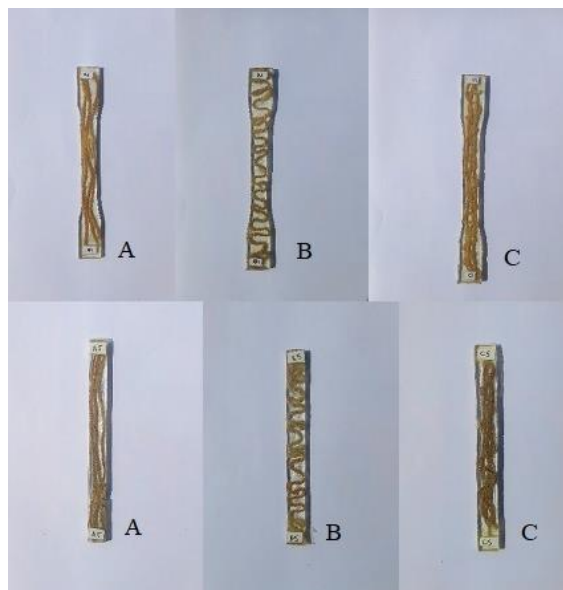
Dimana:

- Eb : Modulus elastisitas bending (Mpa)
- p : Beban (N)
- L : Panjang benda (mm)
- b : Lebar benda uji (mm)
- d : Ketebalan benda uji (mm)

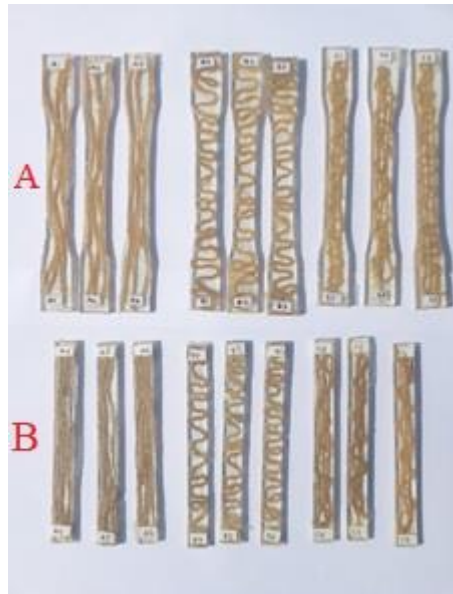
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proses pembuatan spesimen

Proses pengambilan serat *sansevieria* dari daun tanaman lidah mertua menggunakan cara manual yaitu menumbuk kedua sisi daun dengan palu karet sehingga daun lidah mertua tersebut hanya menyisakan bentukan seratnya saja. Setelah itu serat dibilas menggunakan air bersih yang mengalir agar tidak menyisakan sisa daging pada daun tanaman lidah mertua sehingga serat benar benar bersih. Serat yang sudah dibilas dengan air bersih kemudian dijemur hingga benar benar kering dibawah sinar matahari kurang lebih selama dua hari. Pada pembuatan komposit serat lidah mertua yang sudah kering dipluntir terlebih dahulu agar nantinya mempermudah pada saat proses pembentukan variasi orientasi, serat yang sudah dipluntir kemudian diberikan perlakuan Alkali sebesar 5% NaOH selama dua jam lalu kemudian dibilas menggunakan air yang mengalir dan dikeringkan di suhu ruang. Setelah serat kering baru memulai proses penimbangan sesuai fraksi volume dan pembentukan variasi masing masing orientasi serat dan pencetakan dengan cara *hand lay up*. Resin yang sudah tertakar dengan katalis di tuangkan terlebih dahulu kedalam cetakan lalu masukkan serat dengan variasi tertentu kedalam cetakan, kemudian timbun lagi serat menggunakan resin agar serat tertutup sepenuhnya dengan resin. Pastikan pada saat penuangan resin tidak ada gelembung yang terperangkap didalam cetakan. Tutup bagian atas cetakan menggunakan kertas mika bening agar permukaan atas spesimen dapat lurus sejajar, beri pemberat di bagian atas sehingga ketebalan spesimen dapat sesuai dengan cetakan. Tunggu spesimen mengering selama satu hari agar maksimal. Setelah mengering komposit siap dilakukan pengujian. Berikut pada gambar 8 merupakan gambar komposit yang akan di uji mekanik tarik dan tekan berdasarkan serat orientasi lurus (a) zig zag (b) tegak lurus (c). Gambar 9 menunjukkan gambar keseluruhan spesimen komposit yang akan diuji



Gambar 8. Variasi orientasi serat lurus (A), zig zag (B) dan tegak lurus (C)



Gambar 9. Spesimen (A) ASTM D638 uji tarik dan (B) ASTM D790 uji bending

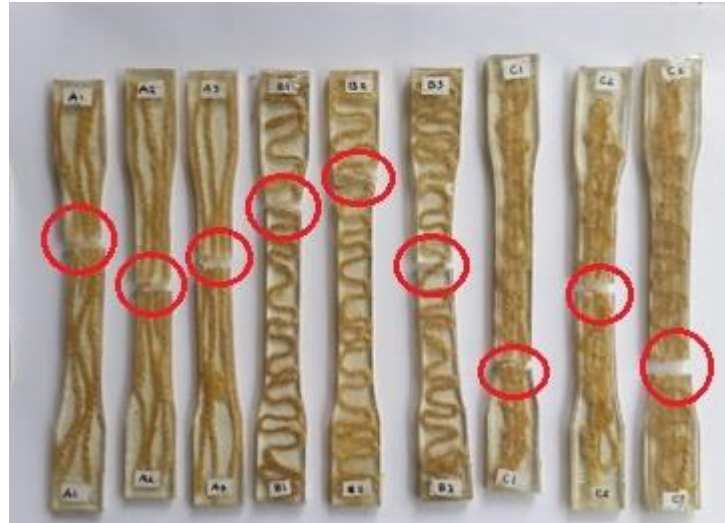
B. Hasil Pengujian Tarik

Uji tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan tegangan, regangan dan modulus elastisitas komposit serat sansevieria variasi orientasi serat lurus, zig zag, dan tegak lurus dengan perendaman alkali 5% selama 2 jam.



Gambar 10. Proses pengujian tarik komposit

Pada gambar 10. menunjukkan proses pengujian tarik komposit serat lidah mertua (sansevieria) menggunakan mesin TARNOGROCK dilakukan dengancara kedua sisi spesimen dicapit dan diberi beban tarik hingga patah kearah vertikal. Hasil patahan pengujian tarik pada semua sepsimen bisa dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Hasil uji tarik specimen (A) serat lurus (B) serat zig zag (C) serat tegak lurus

Dari pengujian uji tarik spesimen komposit serat lidah mertua dengan variasi lurus, zig zag dan tegak lurus didapati nilai tegangan, regangan dan modulus elastisitas pada tabel 1

Tabel 1. Data hasil uji tarik

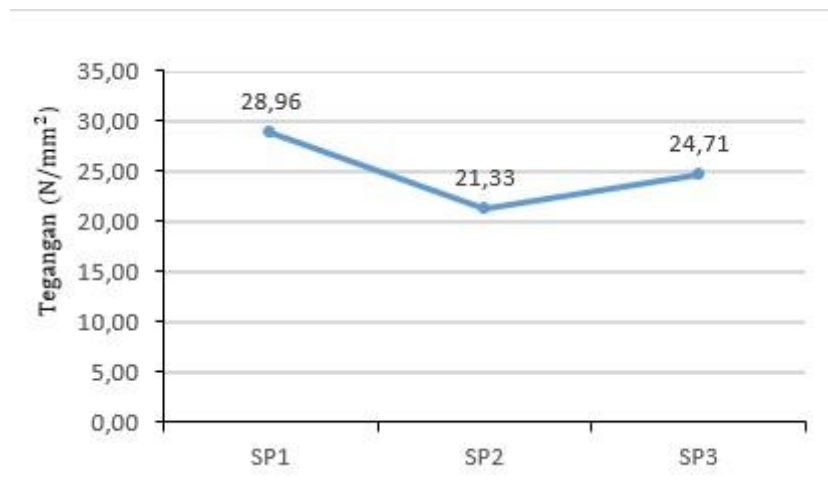
Specimen	Variasi (Orientasi)	Beban (N)	Perpanjangan (mm)	Tegangan (N/mm^2)	Regangan	Modulus elastisitas (N/mm^2)
A1	Lurus	1398,91	4,73	26,90	0,0830	324,19
A2	Lurus	1544,09	6,79	29,96	0,1191	249,27
A3	Lurus	1575,49	7,3	30,30	0,1281	236,57
B1	Zig zag	1212,52	9,13	23,32	0,1602	145,58
B2	Zig zag	896,63	6,09	17,24	0,1068	161,39
B3	Zig zag	1218,40	6,04	23,43	0,1060	221,12
C1	Tegak lurus	1190,93	7,63	22,90	0,1339	171,09
C2	Tegak lurus	1287,07	7,68	24,75	0,1347	183,70
C3	Tegak lurus	1377,32	11,99	26,94	0,2104	125,92

Dari tabel 1 menunjukkan bahwa variasi orientasi serat lurus, zigzag dan tegak lurus sangat berpengaruh pada kekuatan komposit, tidak hanya itu, ketebalan serat juga sangat berpengaruh pada kekuatan komposit. Hal ini karena pengaruh orientasi serat. Jika penyelarasan serat sejajar dengan arah gaya saat pengujian komposit, komposit dapat memiliki kekuatan yang lebih besar. Namun, jika arah dalam arah komposit yang diuji tegak lurus terhadap gaya arah saat pengujian, kekuatan komposit akan lebih rendah. Demikian pula, serat komposit tebal dapat menahan gaya yang lebih besar, tetapi kurang fleksibel dan menjadikan komposit semakin berat. Dalam tabel di atas untuk orientasi serat lurus menggunakan kode A, dan orientasi serat zig-zag menggunakan kode B dan orientasi serat tegak lurus menggunakan kode C. Untuk mengetahui rata rata pengujian tarik berdasarkan variasi dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Rata rata hasil uji tarik

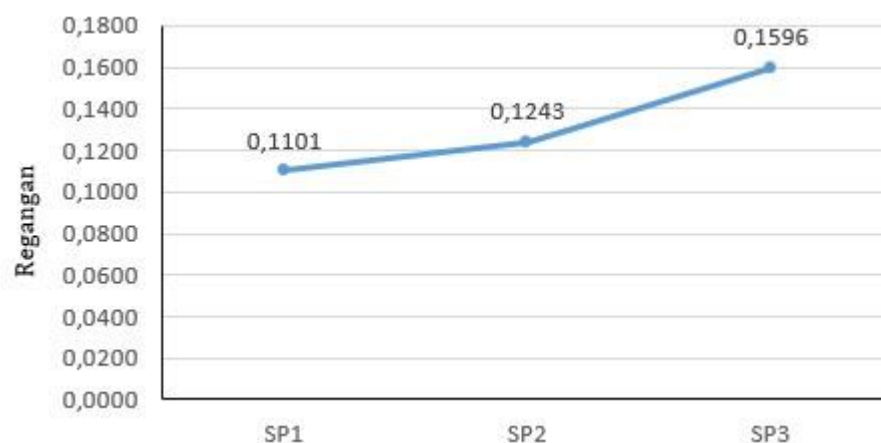
Spesimen	Variasi	Tegangan (N/mm^2)	regangan	Modulus elastisitas (N/mm^2)
SP1	Lurus	28,96	0,01101	270,01
SP2	Zig zag	21,33	0,1243	176,03
SP3	Tegak lurus	24,71	0,1596	160,24

Pada tabel 2 menunjukkan rata rata hasil tegangan regangan dan modulus elastisitas dari pengujian tarik komposit serat lidah mertua variasi orientasi lurus SP1, zig zag SP2 dan tegak lurus SP3. Untuk memudahkan dalam mengetahui kekuatan komposit maka dibuatlah grafik pada gambar 12, 13 dan 14.



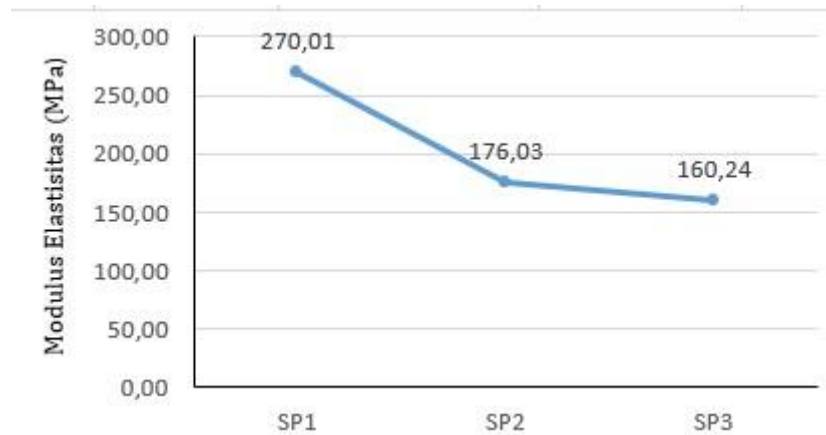
Gambar 12 Grafik rata rata tegangan uji tarik

Pada gambar 12 terlihat grafik nilai rata rata kekuatan tegangan. Nilai kekuatan tegangan tertinggi ada pada orientasi serat lurus SP1 sebesar 28,96 N/mm². pada orientasi serat zig zag yakni SP2 memiliki nilai tarik yang lebih rendah dengan nilai 21,33 N/mm² dibanding orientasi serat tegak lurus SP3 24,71 N/mm². Rendahnya nilai kekuatan ini menunjukkan bahwa orientasi serat dengan variasi zig zag sebagian besar memiliki arah serat yang berlawanan dengan arah gaya pengujian sehingga menyebabkan kekuatan serat tidak dapat bekerja secara maksimal. Hal ini mengakibatkan matrik lebih dominan menanggung beban gaya. Pada spesimen variasi orientasi lurus memiliki nilai tegangan yang tertinggi hal ini dikarenakan orientasi lurus sejajar dengan arah gaya beban sehingga serat dapat mengeluarkan kekuatannya secara maksimal dan pada komposit serat tegak lurus SP3 hanya sebagian serat saja yang menopang beban maksimal



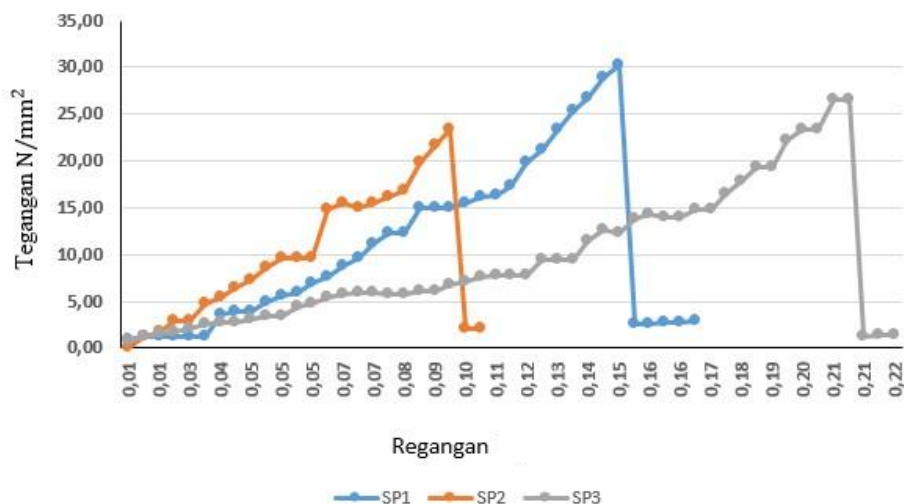
Gambar 13 Grafik rata rata regangan uji tarik

Dari gambar 13 menunjukkan grafik rata rata regangan terlihat bahwa nilai kekuatan regangan tertinggi spesimen komposit terletak pada variasi orientasi tegak lurus dengan nilai 0,1596 lalu variasi orientasi zig zag dengan nilai kekuatan regangan 0,1243 dan yang memiliki nilai terendah ada pada variasi orientasi serat lurus dengan nilai regangan 0,1101. Penurunan kekuatan regangan pada variasi orientasi serat lurus SP1 ini dapat dikarenakan ikatan antara matrik dan serat yang kurang sempurna mengakibatkan spesimen tidak dapat meregang secara maksimal atau patah terlebih dahulu. Kekuatan regangan tertinggi ada pada variasi orientasi serat tegak lurus SP3 mengindikasikan beban dapat terdistribusikan secara merata ke seluruh arah pada komposit. Hal ini menunjukkan semakin seimbang peletakan orientasi arah serat pada komposit maka nilai regangan semakin tinggi.



Gambar 14. Grafik rata rata modulus elastisitas uji tarik

Pada gambar 14 menunjukkan grafik hasil rata rata modulus elastisitas menunjukkan perbedaan kekuatan variasi orientasi serat lurus SP1 memiliki nilai modulus elastisitas tertinggi dengan nilai sebesar 270,01 Mpa dibanding variasi orientasi serat zig zag SP 2 dengan nilai sebesar 176,03 Mpa dan nilai terendah ada pada variasi orientasi tegak lurus SP3 dengan nilai 160,24 Mpa. Pada spesimen yang memiliki sifat *rigid* atau kaku nilai modulus elastisitas yang tinggi begi pula sebaliknya jika spesimen memiliki sifat ulet atau mudah terdeformasi maka nilai modulus elastisitasnya rendah. Adanya gelembung *void* pada komposit juga dapat mengakibatkan modulus lastrisitas menjadi rendah.



Gambar 15 . Grafik teganagn-regangan uji tarik

Dari gambar 15 ditunjukkan grafik Komposit dengan kekuatan tarik tertinggi dimiliki oleh variasi serat lurus kemudian disusul variasi serat tegak lurus sedangkan komposit dengan kekuatan tarik terendah dimiliki oleh variasi serat zig zag. Komposit dengan variasi oreintasi lurus memiliki kekuatan tarik paling tinggi dikarenakan orientasi arah serat sejajar dengan gaya tarik yang diberi sehingga serat dapat maksimal menopang beban yang diberi. Ketebalan serat juga dapat mempengaruhi karakteristik komposit.

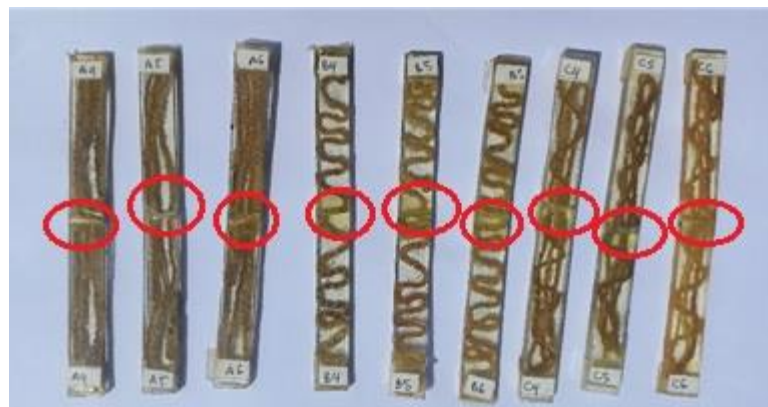
C. Hasil pengujian bending

Pengujian bending dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik dan kekuatan lengkung komposit. Pada penelitian ini meneliti tentang uji kekuatan bending komposit serat lidah mertua dengan variaais orentasi lurus, zig zag dan tegak lurus menggunakan alat uji mesin TARNOGROCK.



Gambar 16. Proses uji bending

Gambar 16 menunjukkan proses pengujian bending dilakukan dengan cara meletakkan spesimen diatas dua tumpuan yang masing masing jarak tumpuannya 31mm sebelah sisi kiri dan kanan dan memberi gaya beban satu titik pada bagian tengah spesimen komposit hingga deformasi. Hasil pengujiian bending dapat dilihat pada gamabar 17.



Gambar 17. Hasil pengujian bending (A) serat lurus (B) serat zig zag (c) serat tegak lurus

Dari hasil pengujian bending komposit serat lidah mertua dengan variasi orientasi serat lurus, zig zag dan tegak lurus didapati data pada table 3.

Tabel 3. Data hasil uji bending

Spesimn	Variasi (Orientasi)	Beban (N)	Perpanjangan (mm)	σ (N/mm ²)	Eb (MPa)
A4	Lurus	178,54	4,73	84	14396
A5	Lurus	162,,85	5,1	77	13130
A6	Lurus	109,87	6,32	52	8859
B4	Zig zag	74,56	5,06	35	6011
B5	Zig zag	52,97	4,91	25	4271
B6	Zig zag	62,78	5,944	30	5062
C4	Tegak lurus	82,40	7,63	39	6644
C5	Tegak lurus	94,18	5,38	44	7593
C6	Tegak lurus	133,42	5,38	63	10757

Dari table 3 menunjukkan bahwa variasi orientasi serat sangat berpengaruh oaa kekuatan suatu komposit. Hal ini dikarenakan pengaruhi arah serat, jika orientasi seratnya sejajar dengan arah gaya saat pengujian komposit maka komposit dapat memiliki kekuatan mekanik yang lebih tinggi. Namun, jika arah orientasi serat komposit berbanding tegak lurus dengan gaya saat pengujian maka kekuatan komposit lebih rendah. Begitu pula serat komposit yang tebal dapat menahan gaya yang lebih besar, tetapi jika serat terlalu besar dapat mengakibatkan komposit menjadi tidak fleksibel dan berat. Pada tabel diatas untuk orientasi serat lurus menggunakan kode A, orientasi serat zig zag menggunakan kode B dan orientasi serat tegak lurus menggunakan kode C. Untuk mengetahui rata rata pengujian tarik berdasarkan variasi dapat dilihat sebagai berikut

Tabel 4. Rata rata hasil uji bending

Specimen	Variasi (orientasi)	σ (N/mm ²)	Eb (MPa)
SP1	Lurus	71	12128
SP2	Zig zag	30	5115
SP3	Tegak lurus	49	8332

Dari table 4 menunjukkan hasil rata rata tegangan bending dan modulus elastisitas bending variasi orientasi lurus SP1, zig zag SP2 dan tegak lurus SP3. Angka tertinggi terdapat pada variasi orientasi lurus SP1 dan nilai paling rendah terdapat pada variasi orientasi serat zig zag SP2. Untuk memudahkan dalam mengetahui kekuatan komposit maka dibuatlah grafik pada gambar 18 dan 19.



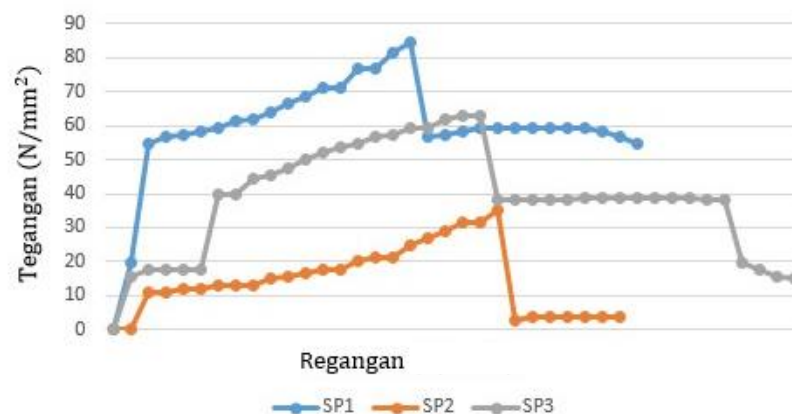
Gambar 18. Grafik rata rata regangan bending

Pada gambar 18 diketahui grafik hasil tegangan pengujian komposit serat lidah mertua dengan variasi orientasi serat lurus, zig zag dan tegak lurus diperoleh kekuatan tegangan tertinggi serat variasi orientasi didapati pada serat variasi orientasi lurus SP1 dengan nilai tegangan sebesar 71 N/mm² disusul oleh variasi orientasi serat tegak lurus SP3 dengan nilai 49 N/mm² dan nilai terendah ada pada variasi orientasi zig zag SP2 dengan nilai kekuatan tegangan sebesar 30 N/mm². hal ini dapat terjadi karena bentuk orientasi serat yang zig zag yang sejajar dengan arah beban sehingga mengakibatkan ketika diberikan beban dorong ke bawah spesimen tidak maksimal menahan beban yang diberikan. Adanya lapisan lignin yang tersisa juga dapat mengurangi kekuatan komposit.



Gambar 19. Grafik rata rata modulus elastisitas bending

Pada gambar 19 diketahui grafik hasil rata rata modulus elastisitas pengujian komposit serat lidah mertua dengan variasi orientasi serat lurus, zig zag dan tegak lurus diperoleh sebagai berikut untuk kekuatan tegangan tertinggi serat variasi orientasi didapati pada serat variasi orientasi lurus SP1 dengan nilai tegangan sebesar 12128 Mpa disusul oleh variasi orientasi serat tegak lurus SP3 dengan nilai 8332 Mpa dan nilai terendah ada pada variasi orientasi zig zag SP2 dengan nilai kekuatan tegangan sebesar 5115 Mpa. Penurunan nilai modulus elastisitas pada orientasi zig zag mengindikasikan bahwa spesimen bersifat getas sehingga dapat patah sebelum terjadi deformasi. Hal ini dapat terjadi dikarenakan kurangnya daya ikat serat dengan matriks sehingga serat tidak menopang beban secara maksimal. Ketebalan serat juga sangat berpengaruh pada kekuatan mekanik komposit.



Gambar 20. grafik tegangan specimen uji bending

Pada gambar 20 dapat diketahui grafik kekuatan Komposit dengan kekuatan bending tertinggi dimiliki oleh variasi serat lurus kemudian disusul variasi serat tegak lurus sedangkan komposit dengan kekuatan tarik terendah dimiliki oleh variasi serat zig zag. komposit dengan variasi orientasi lurus memiliki kekuatan bending paling tinggi dikarenakan terdapat perbedaan orientasi arah serat komposit terhadap gaya bending sehingga serat dapat maksimal menopang beban yang diberi. Ikatan anatar matriks dan serat juga dapat mempengaruhi kekuatan pada komposit.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini komposit dengan variasi orientasi serat lurus, zig zag dan tegak lurus yang diberi alkali sebesar 5% selama 2 jam dapat disimpulkan bahwa orientasi serat sangat berpengaruh pada kekuatan mekanik komposit. Hasil pengujian tarik komposit serat sansevieria dengan variasi orientasi lurus, acak dan tegak lurus didapati nilai tegangan tertinggi terdapat pada komposit variasi lurus SP1 dengan nilai rata rata tegangan 23,17 N/mm² dan nilai terendah terdapat pada komposit variasi zig zag SP3 dengan nilai rata rata tegangan 17,06 N/mm². Nilai regangan komposit terdapat pada komposit variasi orientasi tegak lurus dengan nilai regangan 0,1596 dan nilai regangan terendah terdapat pada komposit variasi orientasi lurus 0,1011. Nilai modulus elastisitas tertinggi terdapat pada komposit variasi orientasi lurus dengan nilai 216,01 Mpa dan nilai terendah terdapat pada komposit variasi orientasi tegak lurus dengan nilai 128,19 Mpa.

Hasil pengujian bending komposit serat sansevieria dengan variasi orientasi lurus, acak dan tegak lurus didapati nilai tegangan tertinggi terdapat pada komposit variasi lurus dengan nilai 71 N/mm² dan nilai terendah terdapat pada komposit variasi zig zag dengan nilai 30 N/mm². Nilai modulus elastisitas tertinggi terdapat pada komposit variasi orientasi lurus dengan nilai 12128 Mpa dan nilai terendah terdapat pada komposit variasi orientasi zig zag dengan nilai 5115 Mpa.

pada kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka penggunaan variasi orientasi serat lurus lebih direkomendasikan karena memiliki kekuatan tegangan dan modulus elastisitas yang tinggi dibanding variasi zig zag dan tegak lurus baik dari pengujian tarik maupun bending, tergantung dengan kebutuhan yang akan digunakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada orangtua dan teman teman seperjuangan kampus yang telah banyak mendukung dan membantu dalam proses penelitian ini baik secara moril maupun materil tidak dan tidak lupa juga kepada dosen pembimbing yang telah membimbing penelitian ini hingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. Terima kasih kepada Teknik Mesin UMSIDA yang telah memberikan tempat dan fasilitas penelitian sehingga penelitian berjalan dengan lancar.

REFERENSI

- [1] M. Syaekani, F. Paundra, F. Qalbina, I. Dwi Airohman, P. Yunesti, dan Sabar, "Desain dan Analisis Mesin Press Komposit Kapasitas 20 Ton," *J. Sci. Technol. Soc. Cult.*, vol. 1, no. 1, hal. 29–34, 2021.
- [2] E. Widodo dan T. T. Kurniawan, "Experimental Study on Sansivera Composite Fibers Against the Administration of Alkaline NaOH (Sodium Hydroxide)," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 4, no. June, hal. 7–13, 2023, doi: 10.21070/pels.v4i0.1411.
- [3] R. Manurung, S. Simanjuntak, J. Sembiring, R. A. M. Napitupulu, dan S. Sihombing, "Analisa Kekuatan Bahan Komposit Yang Diperkuat Serat Bambu Menggunakan Resin Polyester Dengan Memvariasikan Susunan Serat Secara Acak Dan Lurus Memanjang," *Sprocket J. Mech. Eng.*, vol. 2, no. 1, hal. 28–35, 2020, doi: 10.36655/sprocket.v2i1.296.
- [4] N. A. Kurniawan, F. Setiawan, dan E. Sofyan, "Pengujian Tarik Komposit Spesimen Campuran Serat Pisang Alur Diagonal Dan Pasir Besi Dengan Matrik Resin Polyester Dengan Metode Hand Lay-Up," *Tek. STTKD J. Tek. Elektron. Engine*, vol. 8, no. 2, hal. 281–288, 2022, doi: 10.56521/teknika.v8i2.657.
- [5] H. I. Firmansyah, W. Wirawan, dan M. N. Hariyanto, "Analysis of Fiber Metal Composite Shear Strength Using Independent Variables of Fiber Angle Orientation and Metal Surface Roughness," *J. Energi dan Teknol. Manufaktur*, vol. 5, no. 02, hal. 29–34, 2022, doi: 10.33795/jetm.v5i02.136.
- [6] I. A. Kusumaningtyas dan U. Wahyuningsih, "Analisa Hasil Penelitian Tentang Teknik Ecoprint Menggunakan Mordan Tawas, Kapur, dan Tunjung Pada Serat Alam," *J. Scr.*, vol. 10, no. 3, hal. 9–14, 2021.
- [7] D. Ginting, R. F. Syahputra, dan W. Jannah, "Biokomposit Papan Partikel diperkuat Serat Alam Sabut Kelapa dan Tempurung Kelapa dan matriks epoksi," *JMPM (Jurnal Mater. dan Proses Manufaktur)*, vol. 7, no. 1, hal. 53–62, 2023, doi: 10.18196/jmpm.v7i1.18375.
- [8] T. Widowati dan Fatchuroh, "Kelayakan Serat Lidah Mertua (Sansevieria Trifasciata) Sebagai Bahan Pembuatan Bulu Mata Palsu untuk Rias," *J. Scr. unnes*, vol. 10, no. 1, hal. 26–29, 2021.
- [9] Mulyadi, E. Widodo, P. H. Tjahjanti, dan F. S. Kirom, "The sansevieria trifasciata fiber compatibility analysis for biocomposite reinforcement," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 10, no. 1, hal. 99–103, 2021, doi: 10.24127/trb.v10i1.1542.
- [10] P. H. Tjahjanti, E. Widodo, dan Mulyadi, "Characterization of Sansevieria Fiber with NaOH Alkalization to Increase Tensile Strength," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1104, no. 1, 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1104/1/012030.
- [11] V. T. Putri, A. Pramita, dan T. E. P. Sri Rahayu, "Sintesis Selulosa Asetat dari Tanaman Lidah Mertua (Sansevieria trifasciata) sebagai Membran Pereduksi CO (Karbon Monoksida) pada Asap Rokok," *J. Rekayasa Hijau*, vol. 5, no. 3, hal. 281–290, 2022, doi: 10.26760/jrh.v5i3.281-290.
- [12] E. W. Febriyanto dan E. Widodo, "Analysis Of Sansevieria Fiber Composite With Naoh Alkalization Analisa Komposit Serat Lidah Mertua (Sansevieria) Dengan Perlakuan Alkali Naoh," vol. 0672, no. c, hal. 959–966, 2022, [Daring]. Tersedia pada: <https://pssh.umsida.ac.id>.
- [13] T. T. Kurniawan dan E. Widodo, "Experimental Study on Sansivera Composite Fibers Against the Administration of Alkaline NaOH (Sodium Hydroxide)," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 4, no. June, hal. 7–13, 2023, doi: 10.21070/pels.v4i0.1411.
- [14] H. Suryanto, "Karakterisasi fisik , kimia , ketahanan panas dan kekuatan tarik dari Serat Mendong (Fimbristylis globulosa)," *Jur. Tek. Mesin Universitas Negeri Malang*, no. January, hal. 1–12, 2017.
- [15] A. Fa'iz, F. Setiawan, dan E. Sofyan, "Pengujian Karakteristik Uji Impact Material Komposit Matriks Resin Polyester Campur Serat Pisang Dan Pasir Besi Dengan Variasi Berat," *Tek. STTKD J. Tek. Elektron. Engine*, vol. 8, no. 2, hal. 274–280, 2022, doi: 10.56521/teknika.v8i2.656.
- [16] C. Gautama R, M. F. Alfatih, dan S. Alimi, "Eksperimen Uji Bending Pada Komposit Resin Polyester Dan," *J. Tek. Elektron. Engine Engine*, vol. 8, no. 2, hal. 237–242, 2022.
- [17] V. Viani dan U. Prayudie, "Pengaruh Penambahan Serat Biduri (Calotropis Gigantea) Terhadap Sifat Mekanik Komposit Polipropilena Daur Ulang/Serat Biduri," *J. Polym. Chem. Eng. Technol.*, vol. 1, no. 1, hal. 17–22, 2024, doi: 10.52330/jpcet.v1i1.237.
- [18] U. F. Hamid dan Wijianto, "Efek Perlakuan Alkali Natrium Hiroksida Terhadap Karakter Fisis dan Mekanis Komposit Serat Nanas Dengan Penguat Resin Poliester," *Nucl. Phys.*, vol. 13, no. 1, hal. 104–116, 2023.
- [19] M. Rusly, R. Sulistyowati, dan P. Lumban Toruan, "Analisis Uji Tarik Komposit Serat Batang Kelakai Dengan Variasi Katalis Untuk Pembuatan Material Bumper Mobil," *J. Online Phys.*, vol. 9, no. 1, hal. 43–44, 2023, doi: 10.22437/jop.v9i1.27670.
- [20] E. Widodo dan W. Nugroho, "Studi kekuatan kekerasan dan kekuatan impact pada komposit diperkuat serat sansevieria dengan variasi penambahan amilum 6 % -10 %," vol. 20, no. 1, hal. 164–174, 2025.
- [21] M. Arsyad dan K. Yan, "Efek Perlakuan Natrium Hidroksida Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serabut Kelapa," *komposit*, hal. 16–21, 2020.

- [22] B. S. Wicaksono, "Pengaruh Variasi Lama Prendaman Serat Tebu Dengan NaOH Terhadap Kekuatan Bending Dan Struktur Mikro Pada Komposit Matriks Polyester BQTN 157-EX," *PENGARUH VARIASI LAMA PERENDAMAN SERAT TEBU DENGAN NAOH TERHADAP KEKUATAN Bend. DAN Strukt. MIKRO PADA KOMPOSIT MATRIKS Polyest. BQTN 157-EX.*, vol. 09, no. 03, hal. 123–128, 2021.
- [23] ASTM D638, "Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics," *ASTM Stand.*, vol. 08, hal. 1–16, 2014, doi: 10.1520/D0638-14.1.
- [24] A. D790, "iTeh Standards iTeh Standards Document Preview," vol. 08, no. Reapproved 1989, hal. 3–4, 2000, doi: 10.1520/C1709-18.
- [25] S. A. Rahmawaty, "Analisa Kekuatan Tarik dan Tekuk pada Komposit Fiberglas-Polyester Berpenguat Serat Gelas dengan Variasi Fraksi Volume Serat," *JTM-ITI (Jurnal Tek. Mesin ITI)*, vol. 5, no. 3, hal. 146, 2021, doi: 10.31543/jtm.v5i3.685.
- [26] P. N. Kirana, "Sifat mekanik komposit bermatriks polimer dengan penguat serat panjang daun Sansevieria Trifasciata," *J. Itenas*, hal. 1–11, 2021.
- [27] R. Ruzuqi dan V. D. Waas, "Analisis Kekuatan Tarik Dan Impak Material Komposit Polimer Dalam Aplikasi Fiberboat," *ALE Proceeding*, vol. 4, hal. 121–126, 2021, doi: 10.30598/ale.4.2021.121-126.
- [28] D. I. Sakti *et al.*, "Studi Perbandingan Investigasi Modulus Elastisitas Antara Metode Uji Tarik dengan Metode Indentasi Pada Material Styrene BUTADIENE RUBBER 25 (SBR-25)," *J. Tek. Mesin S-1*, vol. 11, no. 2, hal. 147–156, 2023.
- [29] F. M. Fais, "Rancang Bangun Alat Uji Bending Sistem Hidrolik," hal. 47–53, 2022.
- [30] C. A. Siagian, D. Wicaksono, dan F. Setiawan, "Analisis Uji Tarik Dan Uji Bending Dengan Karakteristik Honeycomb Poly lactic Acid (Pla) Terhadap Variasi Suhu Ruangan," *Tek. STTKD J. Tek. Elektron. Engine*, vol. 9, no. 2, hal. 256–261, 2023, doi: 10.56521/teknika.v9i2.940.
- [31] H. Setiawan, T. C. Wahyudi, dan M. Thohirin, "Analisa variasi arus listrik pada proses pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) baja karbon sedang terhadap kekuatan bending hasil pengelasan," *ARMATUR Artik. Tek. Mesin Manufaktur*, vol. 3, no. 2, hal. 88–97, 2022, doi: 10.24127/armatur.v3i2.2864.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.