

PENGARUH VARIASI ORIENTASI SERAT *SANSEVIERIA* TERHADAP KEKUATAN MEKANIK TARIK DAN BENDING DALAM PEMBUATAN KOMPOSIT

Oleh: M. Tauhid Himam
211020200091

Dosen Pembimbing : Dr. Edi Widodo, S.T., M.T.

Progam Studi Teknik Mesin
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

2025

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. penggunaan material komposit dalam dunia industri dapat mengurangi penggunaan material logam impor yang berkualitas buruk dan mahal. Material komposit adalah gabungan kombinasi antara dua atau lebih material penyusun dengan campuran tidak homogen dan memiliki sifat mekanik dari material penyusunnya yang terdiri dari matriks sebagai pengikat dan *filler* sebagai pengisi. Umumnya Penguat bahan komposit yang digunakan adalah penguat Serat sintetik seperti Kevlar karbon dan serat kaca, tetapi memiliki kekurangan yaitu harganya yang mahal, biodegradasi yang rendah, dan resiko kesehatan. Bahan komposit yang diperkuat dengan serat alam semakin penting untuk dikembangkan karena kegunaannya didalam aspek kehidupan serta tuntutan kegunaan material yang murah, ringan, sifat mekanik yang kuat, mudah diperoleh, tahan terhadap korosi sehingga dapat dijadikan alternatif penguat komposit logam dan fiberglas.
- Salah satu serat alam yang dapat digunakan sebagai penguat komposit adalah tanaman lidah mertua atau dikenal sebagai *sansevieria* yang memiliki ciri-ciri serat yaitu panjang, mengkilap, kuat, elastis, serta tidak rapuh jika terkena air. Serat *sansevieria* memiliki sifat mekanik yang baik dan komposisi kimia yang sesuai untuk pembuatan komposit karena tidak mudah terdegradasi secara kimia maupun mekanis. Serat daun tanaman lidah mertua mengandung komponen selulosa dan lignin yang cukup tinggi yakni sekitar 50% - 60% (*sansevieria trifascita*) . *Sansevieria* memiliki sifat biodegradabel sehingga aman bagi tubuh dan lingkungan serta harganya yang relatif terjangkau .

Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui kekuatan tarik dan bending komposit berpenguat serat *sansevieria* terhadap variasi orientasi serat.

Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh variasi orientasi lurus, acak dan tegak lurus komposit berpenguat serat *sansevieria* terhadap kekuatan mekanik tarik dan bending ?

Metode

Pada pembuatan komposit serat daun lidah mertua menggunakan metode *Hand Lay Up* teknik pembuatan komposit yang paling sederhana dan sering digunakan karena memiliki kelebihan seperti biaya yang rendah, fleksibilitas tinggi dan tidak membutuhkan peralatan khusus. Dalam metode *Hand Lay Up* ini sebelum proses pencetakan, komposit serat daun nanas diberi perlakuan Alkali (NaOH) konsentrasi 5% dengan variasi orientasi lurus zig zag dan tegak lurus.

Perlakuan Alkali (NaOH)

Perlakuan alkali berguna untuk menghilangkan selulosa pada serat daun nanas, jika selulosa pada serat tidak dihilangkan memiliki sifat mekanik yang kurang baik efeknya cukup signifikan perbandingan serat yang diberi perlakuan alkali dan serat yang tidak diberikan perlakuan alkali.

$$m_{NaOH} = \text{variasi alkali} \times v \text{ aquadest}$$

$$m_{NaOH} = 5\% \times 300 \text{ ml} = 15 \text{ gram}$$

Dimana:

m_{NaOH} = Massa NaOH (gram)

variasi alkali = Konsentrasi NaOH (*Natrium Hidroksida*) (%)

v aquadest = Banyaknya volume aquades (ml)

Fraksi Volume

Salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi karakteristik komposit adalah perbandingan matriks dan penguat serat. Perbandingan ini ditunjukkan dalam bentuk fraksi volume serat. Sedangkan untuk fraksi volume serat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$V_f = \frac{\frac{mf}{pf}}{\frac{mf}{pf} + \frac{mm}{pm}} \times 100\%$$

Dimana :

mm = massa matriks (gr)

mf = massa serat (gr)

pf = massa jenis serat (gr/mm^3)

pm = massa jenis matriks (gr/mm^3)

$$V_f = \frac{0,9/0,05}{0,95/0,05 + 12,5/1,15} = 0,63 \times 100\% = 63\%$$

$$V_f = \frac{0,7/0,05}{0,95/0,05 + 7,8/1,15} = 0,67 \times 100\% = 67\%$$

Uji Tarik

pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui tegangan dan renggangan yang dapat diterima oleh material komposit serat sanseviera sesuai dengan ASTM D638. Pengujian tarik penting untuk mengetahui kinerja kekuatan tarik komposit dan mengetahui nilai tegangan, renggangan dan modulus elastisitas. Pengujian ini menggunakan *universal testing machine*

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

Dimana :

P = beban (N)

A = luas penampang (mm)

σ = tegangan tarik (MPa)

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{l_0}$$

Dimana :

ε = renggangan (mm)

ΔL = pertambahan panjang (mm)

l_0 = panjang daerah ukur (mm)

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Dimana :

E = modulus elastisitas tarik (MPa)

ε = renggangan (mm/mm)

σ = kekuatan tarik (MPa)

Uji bending

pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui tegangan dan renggangan yang dapat diterima oleh material komposit serat sansevieria sesuai dengan ASTM D6

$$\sigma = \frac{3PL}{2bh^2}$$

Dimana:

σ : tegangan bending (N/mm²)

p : Beban maksimum (N)

b : Lebar dari benda uji (mm)

h : Tebal dari benda uji (mm)

L : Jarak antara penyangga (mm)

$$Eb = \frac{L^2}{4bd^2}$$

Dimana:

Eb : Modulus elastisitas bending (Mpa)

p : Beban (N)

L : Panjang benda (mm)

b : Lebar benda uji (mm)

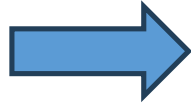
d : Ketebalan benda uji (mm)

Pengolahan Serat Daun lidah mertua (sansevieria) Menggunakan Metode Hand Lay Up

Daun lidah mertua



Serat lidah mertua



Pemintalan serat



Perendaman serat



Pembuatan Komposit Serat Daun lidah mertua Menggunakan Metode Hand Lay Up

Penimbangan serat



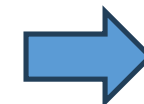
Pembuatan orientasi serat



Pencampuran katalis dan resin



Peletakan serat dan penuangan resin ke cetakan



Hasil Pencetakan Komposit Sebelum Di Uji

ASTM D638 Uji tarik

ASTM D790 Uji Bending



Mesin Uji Tarik dan Uji Bending

Mesin yang digunakan untuk melakukan pengujian tarik dan pengujian bending pada material komposit yang diperkuat dengan serat daun anans menggunakan alat TARNOGROCKI milik Politeknik Negri Malang yang memiliki kapasitas sebesar 100 KN.

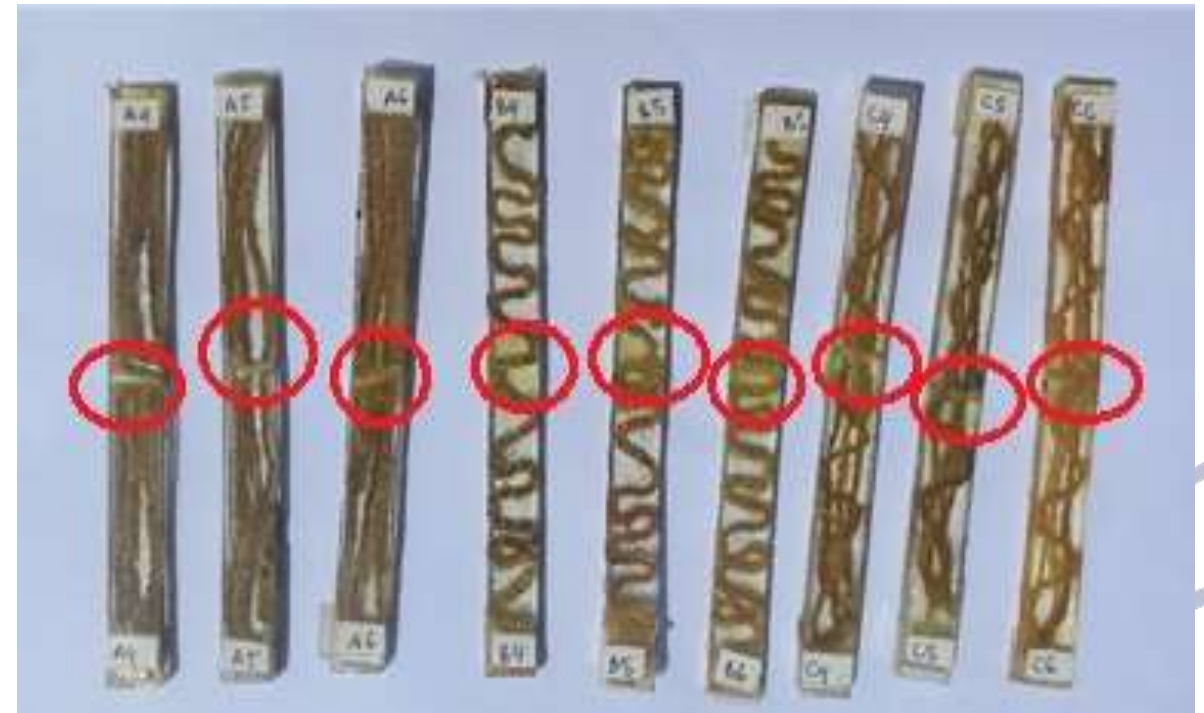


Hasil Patahan Komposit Setelah Di Uji



ASTM D638 Uji tarik

ASTM D790 Uji Bending



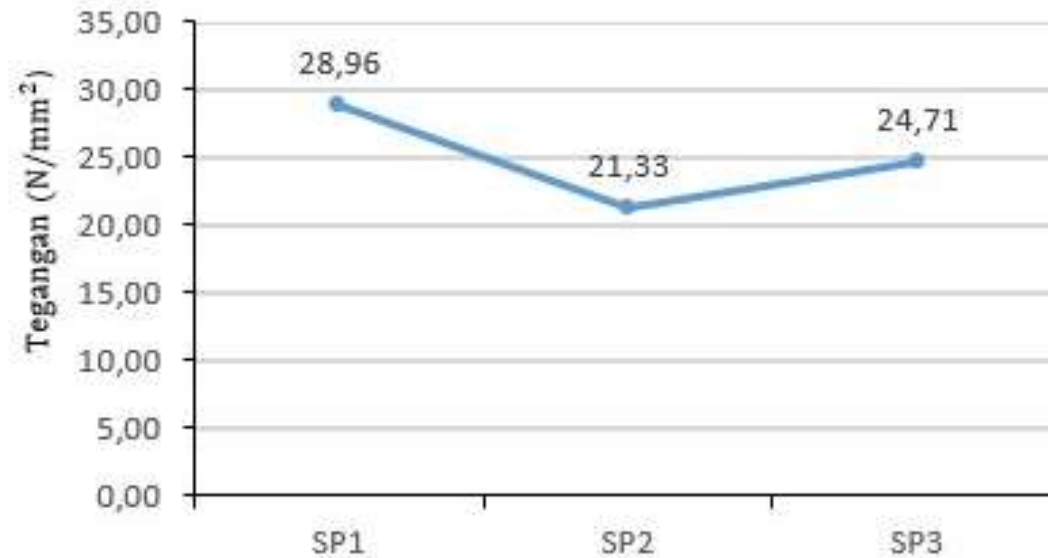
Hasil Uji Tarik

Hasil dari pengujian tarik menggunakan ASTM D638 didapat tegangan, regangan dan modulus elastisitas. Hasil dari pengujian tarik yang diperkuat sansevieria dengan variasi orientasi serat lurus, zig zag dan tegak lurus dengan konsentrasi 5% telah dilakukan pada setiap spesimen komposit.

Tabel 1 Rata Rata Hasil Pengujian Tarik

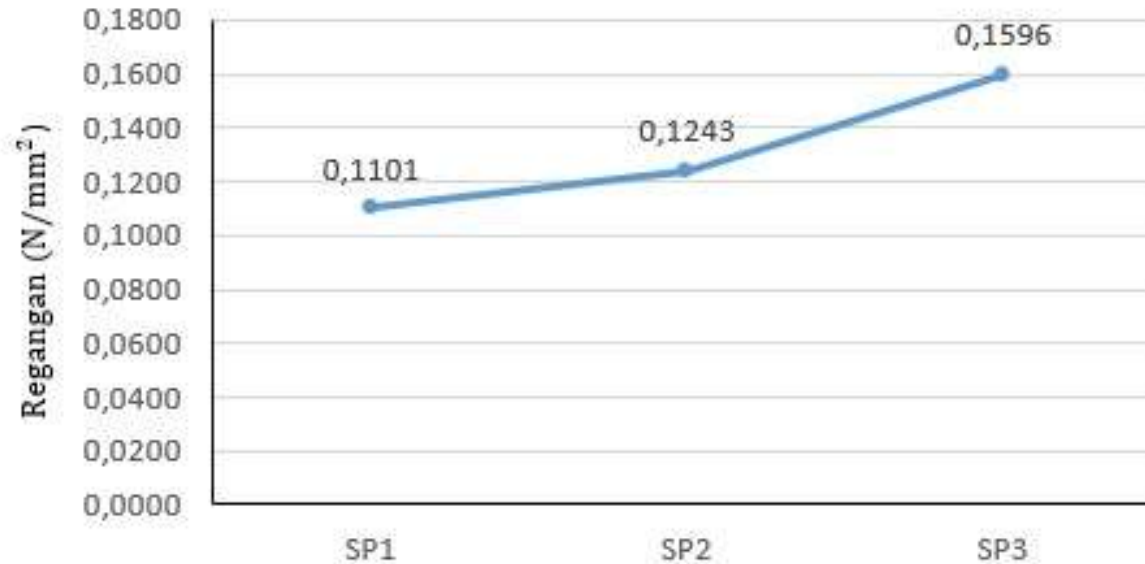
Spesimen	Variasi	Tegangan (N/mm^2)	regangan (%)	Modulus elastisitas (N/mm^2)
SP1	Lurus	28,96	0,01101	270,01
SP2	Zig zag	21,33	0,1243	176,03
SP3	Tegak lurus	24,71	0,1596	160,24

Grafik Tegangan



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 miliki 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

Grafik Regangan



Grafik rata rata renggangan terlihat bahawa nilai kekuatan regangan tertinggi spesimen komposit terletak pada variasi orientasi tegak lurus dengan nilai $0,1596 \text{ N/mm}^2$ lalu variasi orientasi zig zag dengan nilai kekuatan regangan $0,1243 \text{ N/mm}^2$ dan yang memiliki nilai terendah ada pada variasi orientasi serat lurus dengan nilai regangan $0,1101 \text{ N/mm}^2$. 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

Grafik Modulus Elastisitas



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.

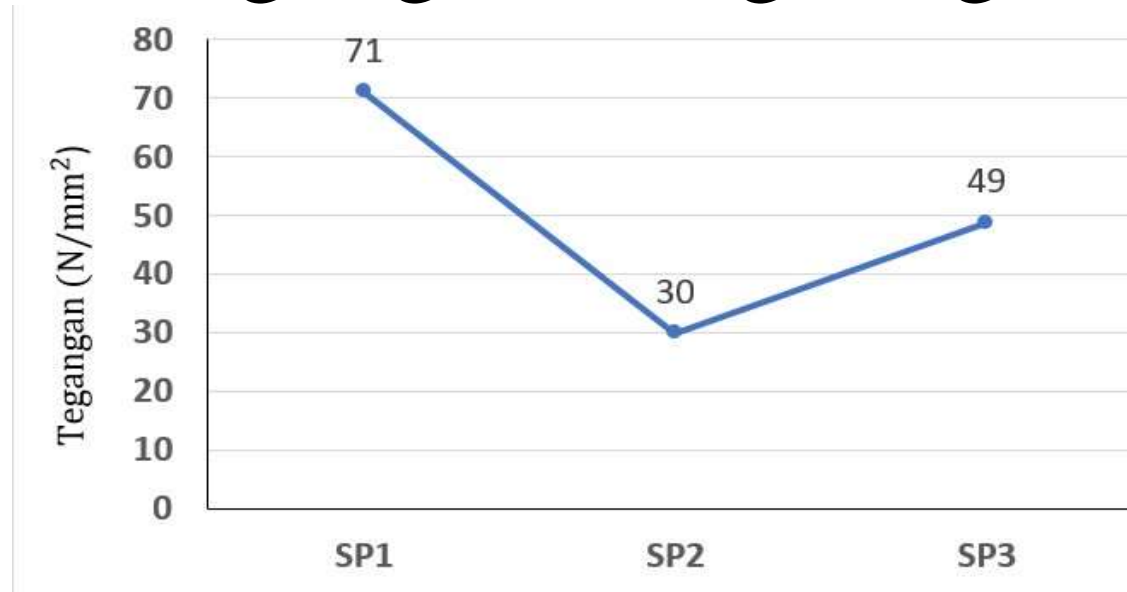
Hasil Uji Bending

Hasil dari pengujian bending menggunakan ASTM D790 didapatkan tegangan lengkung dan modulus elastisitas bending. Hasil dari pengujian bending yang diperkuat serat daun nanas dengan variasi orientasi serat lurus, zig zag dan tegak lurus dengan konsentrasi 5% telah dilakukan pada setiap spesimen komposit.

Tabel 2 Rata Rata Hasil Pengujian Bending

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

Grafik Tegangan Lengkung Bending



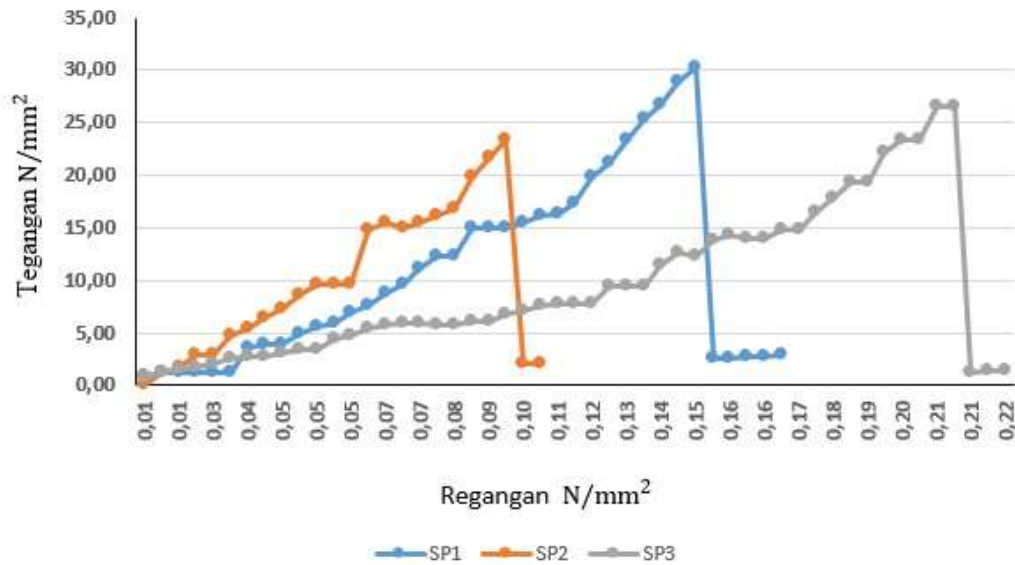
grafik tegangan hasil pengujian komposit serat lidah mertua dengan variasi orientasi serat lurus, zig zag dan tegak lurus diperoleh kekuatan tegangan tertinggi serat variasi orientasi didapati pada serat variasi orientasi lurus SP1 dengan nilai tegangan sebesar 71 N/mm² disusul oleh variasi orientasi 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.

Grafik Modulus Elastisitas Bending



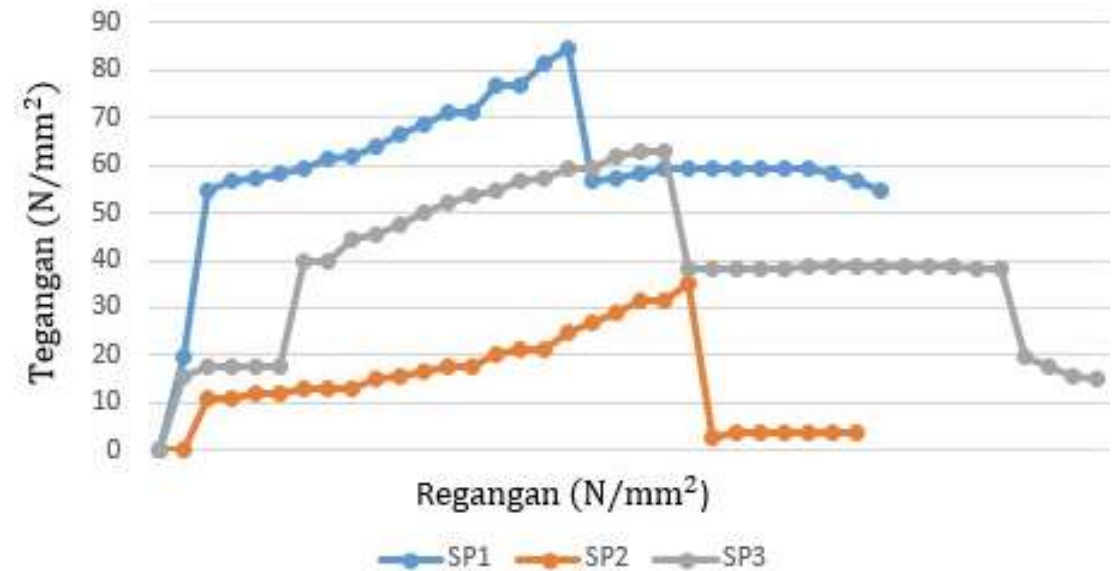
grafik hasil rata rata modulus elastisitas pengujian komposit serat lidah mertua dengan variasi orientasi serat lurus, zig zag dan tegak lurus diperoleh sebagai berikut untuk kekuan tegangan tertinggi serat variasi orientasi didapati pada serat variasi orientasi lurus SP1 dengsn nilai tegangan sebesar 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.

Grafik Tegangan-Regangan Uji Tarik



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 orientasi 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.

Grafik Tegangan-Regangan Uji Bending



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.

Kesimpulan

- Berdasarkan hasil penelitian ini komposit dengan variasi orientasi serat lurus, zig zag dan tegak lurus 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 $23,17 \text{ N/mm}^2$ dan nilai terendah terdapat pada komposit variasi zig zag SP3 dengan nilai rata rata tegangan $17,06 \text{ N/mm}^2$. Nilai reganga tertinggi terdapat pada komposit variasi orintasi tegak lurus dngan 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 nillai $216,01 \text{ Mpa}$ dan nilai terendah teerdapat pada komposit variasi orientasi tegak lurus dengan nilai $128,19 \text{ Mpa}$.
- 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/mm^2 dan nilai terendah terdapat pada komposit variasi zig zag dengan nilai 30 N/mm^2 . Nilai modulus elastisitas tertinggi terdapat pada komposit variasi orientasi lurus dengan nilai 12128 Mpa dan nilai terendah teerdapat pada komposit variasi orientasi zig zag dengan niali 5115 Mpa .

TERIMA KASIH

