

## Analysis Variation Sansevieria Composite Temperature With Addition Concentration $C_6H_{10}O_5$ Or Manihot To Test Tensile And Bending Mechanical Characteristic

### [Analisa variasi Suhu Komposit *Sansevieria* Dengan Penambahan Konsentrasi $C_6H_{10}O_5$ Atau Amilum Manihot Terhadap Uji Karakteristik Mekanik Tarik dan Bending]

Moh. Nur rohman Wa'din<sup>1)</sup>, Edi Widodo<sup>\*,2)</sup>,

<sup>1)</sup>Program Studi Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

<sup>2)</sup> Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

\*email Penulis Korespondensi: [ediwidodo@umsida.ac.id](mailto:ediwidodo@umsida.ac.id)

**Abstract.** *Natural fiber is the most abundant fiber in the world. This article aims to determine the effect of temperature on the sansevieria composite mixture with the addition of Manihot starch. The tests carried out are mechanical characteristic test, namely tensile test and bending test. The composite comes from the fibers of the mother-in-law's tongue or sansevieria by immersing the fiber in 5% NaOH, with an epoxy resin matrix with a weight fraction of 30% and also manihot starch as much as 20% by weight of the resin as reinforcement. In the manufacture of this composite experienced heat treatment of the composite by heating the mixture of resin, fiber and starch manihot inside certain temperature. The temperature starts from 30°, 40°, 50°, 60°c, 70° Celsius using a heating stove. Method The printing uses the hand lay-up method. This research uses tensile test and bending test. for test tensile test using ASTM D-3039 and bending test using ASTM D-790. From the tensile test and bending test concluded that when the sansevieria composite was given high heat treatment then the value of deflection, strain, stress, bending strength and elastic modulus will increase low. Vice versa.*

**Keywords -** *Sansevieria, Natural fiber, Composite, Epoxy resin, Hand lay up method, ASTM D-3039, ASTM D-790.*

**Abstrak.** *Serat alam merupakan serat yang paling banyak didunia .artikel ini bertujuan mengetahui pengaruh suhu terhadap campuran komposit lidah mertua dengan penambahan amilum Manihot. Pengujian yang dilakukan adalah uji karakteristik mekanik yaitu uji tarik dan uji bending. Komposit berasal dari serat lidah mertua atau sansevieria dengan perendaman serat dengan NaOH sebanyak 5%, dengan matrik resin epoksi dengan fraksi berat 30% dan juga amilum manihot sebanyak 20% dari berat resin sebagai penguatnya. Dalam pembuatan komposit ini mengalami perlakuan panas terhadap komposit yaitu dengan memanaskan campuran resin,serat juga amilum manihot dalam suhu tertentu. Suhu tersebut mulai dari 30°, 40°, 50°, 60°c,70° celcius menggunakan kompor pemanas. Metode percetakannya menggunakan metode hand lay up. Penelitian ini menggunakan uji tarik dan uji bending. Untuk uji tarik menggunakan ASTM D-3039 dan uji bending menggunakan ASTM D-790.. Dari pengujian tarik dan pengujian bending disimpulkan bahwa ketika komposit sansevieria tersebut diberi perlakuan panas yang tinggi maka nilai dari defleksi, regangan, tegangan, kekuatan bending dan modulus elastisitasnya akan semakin rendah. Begitu pula sebaliknya.*

**Kata Kunci -** *Sansevieria, Serat alam., Komposit, Resin epoxy, Metode hand lay up, ASTM D-3039, ASTM D-790.*

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia yang pesat menuntut kita menemukan berbagai macam hal yang baru, mulai dari teknologi, keperluan dan kebutuhan manusia. Oleh karena itu kita harus bisa memanfaatkan alam sebagai sumber bahan dalam memenuhi kebutuhan hidup manusia. Salah satunya yaitu dengan membuat material baru. material komposit merupakan bahan yang baru dalam ilmu material[1]. Komposit terbuat dari gabungan dua bahan bahkan lebih dari bahan-bahan yang berbeda kerakteristiknya. Komposit juga merupakan bahan terbaharukan sehingga sangat berpotensi untuk dikembangkan sebagai produk alternatif pengganti serat sintetis[2].

Dalam perkembangannya material komposit digunakan diberbagai macam kebutuhan mulai dari skala industri hingga pada skala rumah tangga. komposit juga memiliki kelebihan yaitu harganya yang murah, lebih kuat, tahan korosi dan sebagainya[3]. Dibalik kelebihannya material komposit juga memiliki kekurangan dimana material komposit tidak dapat bertahan terhadap bebab shock (kejut) dan crash (tabrak) dibandingkan material sintetis, kurang elastis, lebih sulit dibentuk secara plastis dan sebagainya[4]. *Sansevieria* atau yang lebih dikenal dengan nama lidah mertua yang biasanya digunakan untuk menghias ruangan maupun pekarangan, sansevieria memiliki daya serap terhadap udara kotor dan dalam uji lab lidah mertua dapat juga menyembuhkan penyakit diabetes dan

ambien. Daun lidah mertua memiliki berbagai macam ukuran. Panjang daunnya antara 30-70 cm dengan lebar 5-10 cm[5]. Untuk amilum manihot ataupun pati singkong yakni pati yang diperoleh dari umbi singkong yang pada sekarang ini sudah banyak di eksploitasi secara komersial dan menjadi sumber utama kebutuhan pati. Apabila diekstraksi dengan benar maka pati yang didapatkan pada ekstraksi umbi singkong membentuk warna putih. Amilum bisa dikatakan pati yakni karbohidrat kompleks yang tidak larut di air dengan memiliki wujud berbentuk bubuk putih tidak memiliki bau serta tawar[6]. Pati yakni bahan utamanya diperoleh dari tumbuhan dalam jangka panjang di yang memiliki simpanan glukosa lebih. Adapun sumber-sumber dari pati yakni asalnya terdapat pada umbi-umbian ataupun biji-bijian. Kentang kemudian singkong merupakan umbi-umbian yang bisa menghasilkan pati sementara jagung kemudian kacang-kacangan serta lainnya merupakan biji-bijian yang bisa menghasilkan pati. Amilum bisa juga dikatakan sebagai karbohidrat lebih yang tanaman simpan sebagai cadangan makanan, warnanya putih, rasanya tidak ada, bahkan mempunyai bentuk serbuk amorf lunak. Amilum ataupun pati ini termasuk polisakarida yang bisa diperoleh pada tumbuhan misalnya kacang-kacangan, jagung, kentang, umbi, serta gandum[7]. Aplikasi dari pati ini memang sangat luas kepada berbagai industri. [8]. Amilum manihot ini diharapkan sebagai penguat dalam komposit yang akan dibuat. Matrik yang digunakan dalam komposit ini adalah resin epoksi. Resin epoksi itu sendiri adalah resin kimia yang diperoleh dengan polimerisasi epoksi. Resin polimerisasi kemudian dikenal sebagai resin termoset, yang dapat membentuk ikatan molekul yang erat dalam struktur interpolimer[9]. Resin epoksi juga digunakan dalam pembuatan gigi palsu karena sifatnya yang tahan panas dan tarik yang tinggi[10]. Perlakuan panas pada komposit sangat berperan penting dalam proses polimerisasi. Pengerasan dalam pembuatan komposit bisa dikatakan sebagai penanda bahwa sudah kecukupannya polimerisasi. Perlakuan suhu jika dilakukan dengan benar maka akan dapat memberikan dampak positif seperti meningkatkan sifat mekanis komposit[11].

Penelitian serat *sansevieria* dengan perlakuan panas ini menggunakan uji tarik dan uji bending. Untuk uji tarik menggunakan ASTM D-3039 dan uji bending menggunakan ASTM D-790. Untuk pengujian tarik didapat regangan tinggi yaitu spesimen bersuhu 40°C sebesar 0,096%. Nilai tahanan tertinggi pada spesimen bersuhu 0°C sebesar 22,63 N/mm<sup>2</sup> dan modulus tertinggi yaitu di spesimen bersuhu 0°C sebesar 302,54 N/mm<sup>2</sup>. Untuk pengujian bending didapat defleksi tertinggi terjadi pada spesimen dengan suhu 30°C yaitu sebesar 4,17 mm. nilai kekuatan bending terbaik di spesimen yang bersuhu 30°C sebesar 31,85 N/mm<sup>2</sup>. Untuk modulus elastisitas tertinggi pada spesimen bersuhu 40°C sebesar 440,14 N/mm<sup>2</sup>. Terdapat juga penelitian komposit dengan matrik polyester menggunakan serat gawang dimana sebelum melakukan pengujian tarik komposit mendapatkan perlakuan panas dengan cara di oven dengan suhu 100°C, 150°C dan 200°C selama satu jam[12]. Dari penelitian tersebut mendapatkan nilai tegangan tarik tertinggi pada suhu ruangan atau tanpa pemanasan sebesar 54,65 N/mm<sup>2</sup> dan modulus tarik sebesar 760 N/mm<sup>2</sup> disuhu yang sama. Dan komposit berserat cantula yang juga mendapatkan perlakuan panas dengan suhu 100°C, 120°C, 140°C dan 160°C dimana mendapatkan perlakuan panas selama 10 jam. Untuk kekuatan tarik tertinggi pada suhu 140°C sebesar 17,2 N/mm<sup>2</sup>[13].

## II. METODE

Pada penelitian yang telah dilakukan membahas tentang analisa variasi suhu terhadap komposit *sansevieria* dengan campuran amilum manihot sebanyak 20% berat resin. Matrik yang digunakan adalah matrik resin epoksi untuk fraksi volume sebesar 30%. Suhu dalam perlakuan komposit mulai dari 30°, 40°, 50°, 60°C, 70° celsius. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dimana proses metode mulai dari pembuatan serat hingga pengujian material kompositnya. Dalam pembuatan artikel ini proses penelitian ini dilakukan di lab teknik mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Untuk metode eksperimen meliputi: metode pengolahan serat *sansevieria*, metode percampuran resin dan serat, metode pembuatan komposit dan pengujian komposit.

Untuk alat yang digunakan terdiri dari kompor pemanas, gelas ukur kaca, termometer suhu infrared, sendok, gunting, pisau, timbangan dll. Untuk bahan yang digunakannya menggunakan serat *sansevieria* yang seratnya diambil secara manual dengan menggunakan sendok atau pisau kemudian di rendam dengan NaOH 5%. Dan untuk resinnya menggunakan resin epoksi dan amilum manihot murni. Bentuk dari spesimen ini menggunakan ukuran ASTM D-3039 uji tarik dan ASTM D-790 uji bending.

Dalam artikel ini menggunakan berbagai persamaan yang dapat dihitung dalam penelitiannya meliputi:

Serat lidah mertua yang telah jadi kemudian dilakukan proses perendaman NaOH. Kadar NaOH yang dipakai dalam penelitian ini konsentrasi kandungannya adalah 5% dengan menggunakan campuran cairan aquades 400ml, yang dituliskan dalam persamaan berikut:

Rumus larutan NaOH

$$Gr = \text{perlakuan alkali} \times \text{volume larutan} \quad (1)$$

Maka diketahui untuk larutan aquades yang digunakan sebanyak 400ml dengan NaOH sebesar 10gram. Untuk persamaan fraksi volumenya menggunakan persamaan (2) berikut:

$$V_f = \frac{W_f/P_f}{W_f/P_f + W_m/P_f} \quad (2)$$

Maka didapatkan jumlah resin epoksi sebanyak 51,6 gram, katalis resin 0,4 gram, untuk seratnya sebanyak 1 gram dan untuk berat amilum manihot sebanyak 10,4 yang didapat dari 20% berat resin ditambah katalis. Dalam proses pencetakan. Cetakan terbuat dari bahan silicon dengan ukuran panjang 200mm, lebar 35mm dan tebal 6mm.



**Gambar 1.** Cetakan komposit

Setelah melakukan pencampuran bahan maka akan di beri pemanasan terhadap bahan dengan suhu 30°C, 40°C, 50°C, 60°C, 70° celcius tersebut . Proses pemanasannya dapat dilihat pada **Gambar.2** berikut;



**Gambar 2.** Perlakuan panas campuran komposit



**Gambar 3.** Pengecekan suhu panas campuran komposit

Setelah didapat suhu yang ditentukan maka campuran dituangkan kedalam cetakan silikon dan lanjut ke proses pengujian spesimen ketika specimen telah kering. Sebelum pengujian dilakukan maka spesimen komposit harus di bentuk sesuai ASTM D-3039 untuk uji tarik dan ASTM D-790 uji bending tersebut[14]. Dalam pengujian tarik nantinya akan mendapatkan parameter dimana data tersebut dapat dibuat untuk menghitung tegangan, regangan, modulus elastisitas tariknya. Persamaannya sebagai berikut:

Rumus Luas penampang

$$A_0 = t \times l \quad (3)$$

keterangan:

$A_0$  = Luas penampang benda uji (mm<sup>2</sup>)  
 $t$  = Tebal (mm)  
 $l$  = Lebar (mm)

Rumus tegangan tarik

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \quad (4)$$

keterangan:

$\sigma$  = Tegangan (kg/mm<sup>2</sup>)  
 $P$  = Beban yang diberi (kg)  
 $A_0$  = Luas penampang benda uji (mm)

Rumus regangan

$$\varepsilon = \frac{L}{L_0} \quad (5)$$

keterangan:

$\varepsilon$  = Regangan (mm)  
 $L$  = Panjang benda setelah pengujian (mm)  
 $L_0$  = Panjang awal benda uji (mm)

Modulus elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (6)$$

keterangan:

E = Modulus elastisitas (kg/mm<sup>2</sup>)

$\sigma$  = Tegangan (kg/mm<sup>2</sup>)

$\varepsilon$  = Regangan (mm)

Dari rumus diatas dapat dijadikan sebagai parameter menggambar kurva uji tarik. Untuk uji bendingnya parameter datanya didapat dengan menggunakan persamaan berikut:

kekuatan bending

$$\sigma = \frac{3P \times L}{2b \times d^2} \quad (7)$$

Dimana:

$\sigma$  : tegangan bending(MPa)

P : beban (N)

L : panjang antar titik tumpu bawah (mm)

d : lebar specimen uji (mm)

b : tebal specimen uji (mm)

Modulus elastisitasnya bending

$$E_B = \frac{1 \times L^3 \times P}{4 \times b d^2 \times \delta} \quad (7)$$

Dimana:

$E_b$  : Modulus elastisitas bending (N/mm<sup>2</sup>)

$\delta$  : Defleksi yang terkena gaya (mm)

Dalam pengujian bending biasanya kerusakan terjadi karena adanya pembebanan yang didapatkan oleh spesimen. Pada bagian atas specimen mendapatkan gaya tekan yang diberikan alat uji dan bagian bawah mendapatkan gaya tarik akibat defleksi yang terjadi setelah material diberikan beban. Hal tersebut menyebabkan *Debonding* atau terlepasnya ikatan matrik dan penguat dengan lamanya pembebanan yang sehingga menimbulkan keretakan pada matriknya.[15]

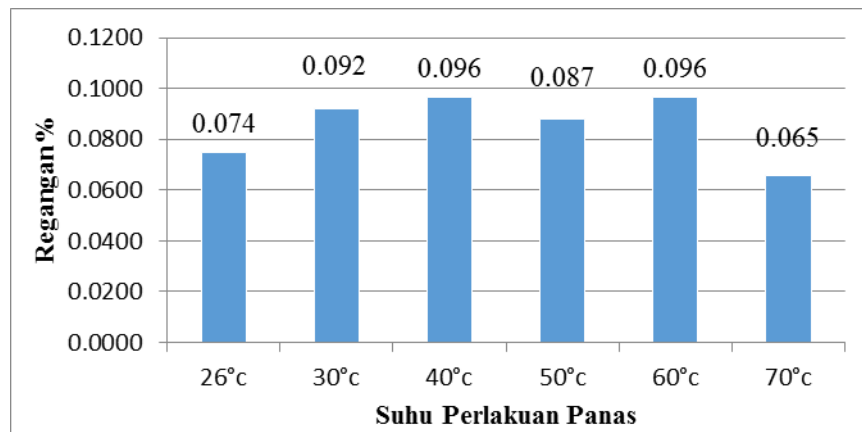
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari proses penelitian analisa variasi suhu terhadap komposit sansevieria dengan campuran amilum manihot sebanyak 20% matrik resin epoksi untuk fraksi volume sebesar 30% dalam suhu perlakuan komposit mulai dari suhu ruang 26°, 30°, 40°, 50°, 60°,70° celcius. Maka didapatkan data yang sudah dibuatkan **Tabel 1** untuk hasil pengujian tarik dan **Tabel 4.2** untuk hasil pengujian bendingnya sebagai berikut:

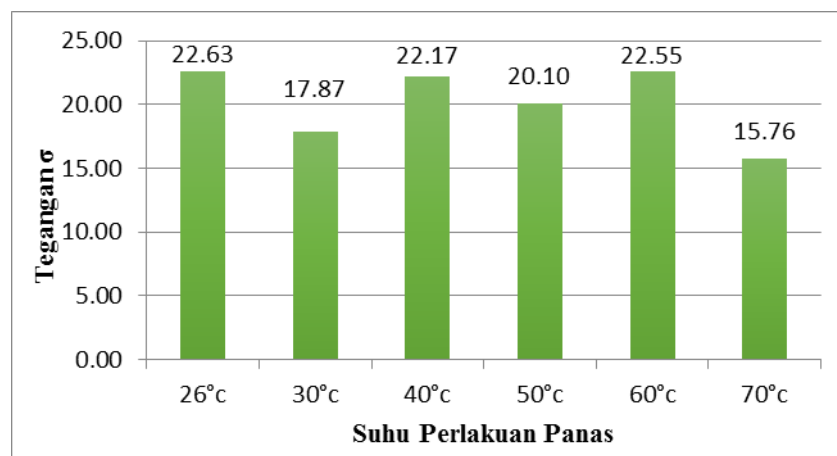
**Tabel 1.** Hasil Uji Tarik

| Spesimen | Beban (N) | panjang $\Delta L$ (mm) | Regangan ( $\epsilon$ ) | Tegangan $\sigma$ (N/mm <sup>2</sup> ) | Modulus E (N/mm <sup>2</sup> ) |
|----------|-----------|-------------------------|-------------------------|--|--------------------------------|
| 26°      | 1176.79   | 3.74                    | 0.075                   | 22.63                                  | 302.55                         |
| 30°      | 929.67    | 4.61                    | 0.092                   | 17.88                                  | 193.91                         |
| 40°      | 1153.26   | 4.84                    | 0.097                   | 22.18                                  | 229.11                         |
| 50°      | 1045.38   | 4.39                    | 0.088                   | 20.10                                  | 228.97                         |
| 60°      | 1172.87   | 4.83                    | 0.097                   | 22.56                                  | 233.49                         |
| 70°      | 819.83    | 3.29                    | 0.066                   | 15.77                                  | 239.60                         |

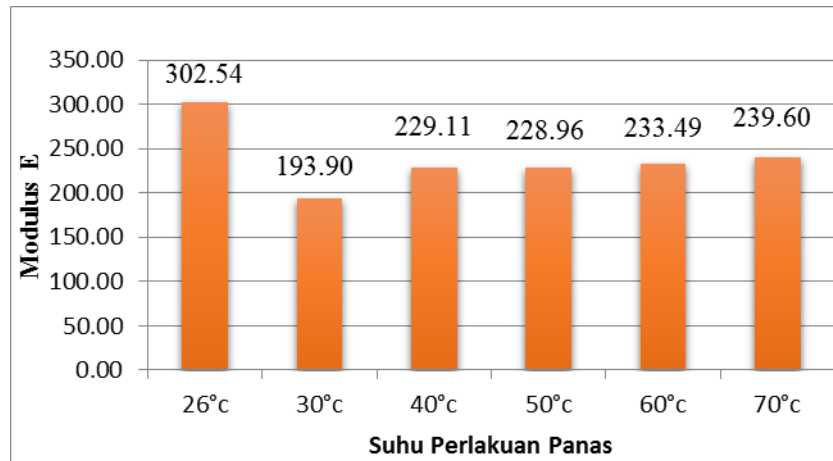
Untuk **Tabel 1** merupakan kumpulan data dari spesimen uji tarik mulai dari tanpa perlakuan panas ( suhu dalam ruangan 26°c) kemudian suhu 30°, 40°, 50°, 60°,70° celcius. Data tersebut merupakan hasil pengujian tarik yang terdiri dari beban yang diterima, penambahan panjang, regangan, tegangan dan modulus elastisitas. Dari data tersebut dapat dibuat diagram sebagai berikut:

**Gambar 4.** Grafik Regangan Semua Spesimen

Dari **Gambar 4** atas terdapat dua spesimen yang mendapatkan nilai regangan yang sama yaitu spesimen bersuhu 40°c sebesar 0,096% dan 60°c sebesar 0,096% juga. Untuk regangan terendah berada disuhu 70°c yaitu sebesar 0,065%

**Gambar 5.** Grafik Tegangan Semua Spesimen

Dari **Gambar 5** didapatkan nilai teggangan tertinggi yaitu specimen bersuhu 26°C dalam suhu ruangan sebesar 22,63 N/mm<sup>2</sup> dan diikuti suhu 60°C dengan beda sedikit besarnya yaitu 22,55 N/mm<sup>2</sup> dan hasil terendah terdapat pada suhu 70°C yaitu sebesar 15,76 N/mm<sup>2</sup>.



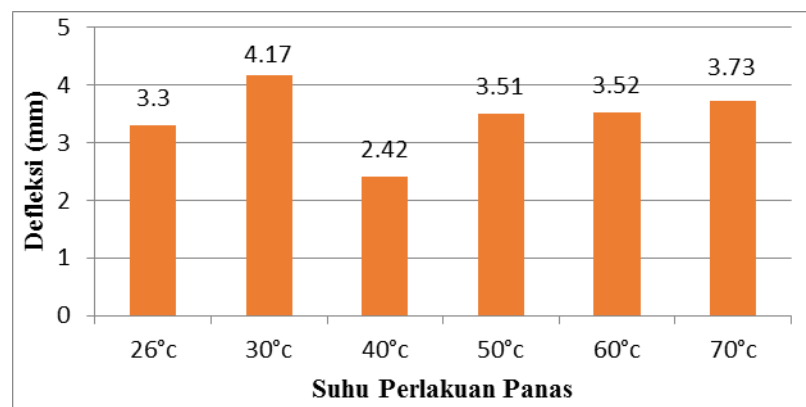
**Gambar 6.** Grafik Modulus elastisitas Semua Spesimen

Dari **Gambar 6** didapatkan nilai modulus tertinggi yaitu spesimen bersuhu 26°C dalam suhu ruangan sebesar 302,54 N/mm<sup>2</sup> dan hasil terendah terdapat pada suhu 30°C yaitu sebesar 193,90 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan untuk uji bendungnya sebagai berikut:

**Tabel 2.** Hasil uji bending

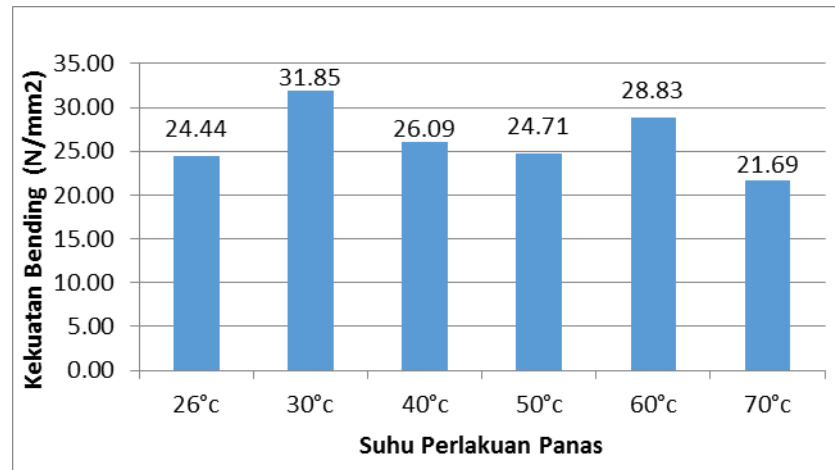
| spesimen | Beban (N) | Defleksi (mm) | Kekuatan Bending $\sigma$ (N/mm <sup>2</sup> ) | Modulus Bending (N/mm <sup>2</sup> ) |
|----------|-----------|---------------|--|--------------------------------------|
| 26°      | 174.56    | 3.3           | 24.44  | 302.39                               |
| 30°      | 227.51    | 4.17          | 31.85  | 311.90                               |
| 40°      | 186.33    | 2.42          | 26.09  | 440.15                               |
| 50°      | 176.52    | 3.51          | 24.71  | 287.49                               |
| 60°      | 205.94    | 3.52          | 28.83  | 334.46                               |
| 70°      | 154.94    | 3.73          | 21.69  | 237.47                               |

Dari **Tabel 2.** diatas dapatkan hasil data-data pengujian mulai dari spesimen pertama hingga ke-enam yang berisi nilai defleksi, beban yang diterima, kekuatan bending dan modulus elastisitas bending. Dari data itu dapat dibuat diagram perbandingan untuk menganalisa hasilnya. Maka diagramnya sebagai berikut:

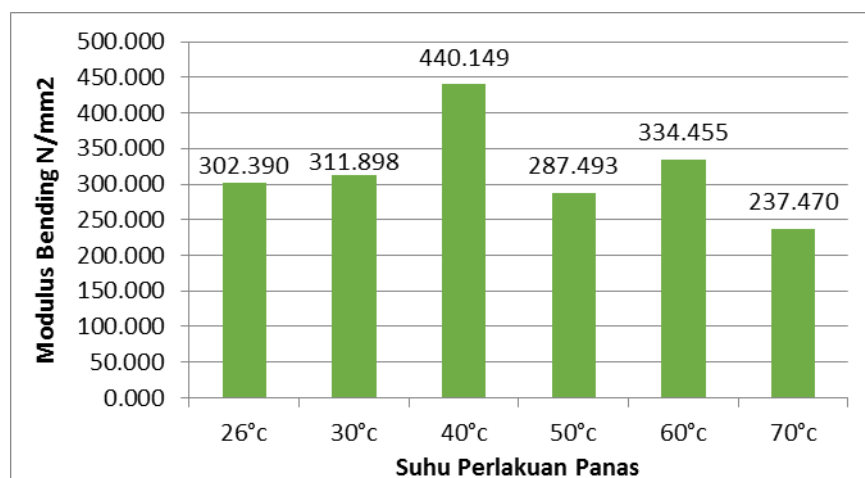


**Gambar 7.** Diagram Defleksi

Pada diagram diatas dapat kita lihat bahwa defleksi tertinggi terjadi pada spesimen dengan suhu 30<sup>0</sup>c yaitu sebesar 4,17 mm dan sedangkan untuk defleksi terendah terjadi pada spesimen dengan suhu 40<sup>0</sup>c sebesar 2,42 mm.

**Gambar 7.** Diagram Kekuatan Bending Uji Bending Semua Spesimen

Untuk kekuatan bendingnya dapat kita lihat pada diagram diatas, spesimen yang memiliki nilai kekuatan bending tertinggi ialah spesimen yang bersuhu 30<sup>0</sup>c sebesar 31,85 N/mm<sup>2</sup> dan untuk nilai kekuatan bending terendah terdapat pada spesimen yang bersuhu 70<sup>0</sup>c dengan nilai 21,69 N/mm<sup>2</sup>.

**Gambar 8.** Diagram Modulus elastisitas Uji Bending Semua Spesimen

Dari **Gambar 8** Grafik modulus elastisitas diatas, spesimen yang dapatkan nilai modulus tertinggi yaitu spesimen bersuhu 40<sup>0</sup>c atau tanpa pemanasan sebesar 440,14 N/mm<sup>2</sup> dan hasil terendah terdapat pada suhu 70<sup>0</sup>c yaitu sebesar 237,47 N/mm<sup>2</sup>.

#### IV. SIMPULAN

Dari penelitian analisa variasi suhu terhadap komposit *sansevieria* dengan campuran amilum manihot sebanyak 20% bermatrik resin epoksi untuk fraksi volume sebesar 30% dalam suhu perlakuan komposit mulai dari suhu 26<sup>0</sup>c dalam suhu ruang, 30<sup>0</sup>, 40<sup>0</sup>, 50<sup>0</sup>, 60<sup>0</sup>,70<sup>0</sup> celcius didapatkan kesimpulan untuk pengujian tarik didapat nilai regangan tertinggi yaitu spesimen bersuhu 40<sup>0</sup>c sebesar 0,096%, untuk nilai regangan terendah berada disuhu



70°C yaitu sebesar 0,065%. Nilai tahanan tertinggi yaitu specimen bersuhu 26°C dalam suhu ruangan sebesar 22,63 N/mm<sup>2</sup> dan hasil terendah terdapat pada suhu 70°C yaitu sebesar 15,76 N/mm<sup>2</sup>. Untuk nilai modulus tertinggi yaitu specimen bersuhu 26°C atau suhu ruang sebesar 302,54 N/mm<sup>2</sup> dan hasil terendah terdapat pada suhu 30°C yaitu sebesar 193,90 N/mm<sup>2</sup>.

Untuk pengujian tarik didapat nilai regangan tertinggi yang sama yaitu specimen bersuhu 40°C sebesar 0,096% dan 60°C sebesar 0,096% juga, sementara itu nilai regangan terendah berada disuhu 70°C yaitu sebesar 0,065%. Nilai tahanan tertinggi yaitu specimen bersuhu 26°C atau tanpa pemanasan sebesar 22,63 N/mm<sup>2</sup> dan hasil terendah terdapat pada suhu 70°C yaitu sebesar 15,76 N/mm<sup>2</sup>. Untuk nilai modulus tertinggi yaitu specimen bersuhu 26°C atau tanpa pemanasan sebesar 302,54 N/mm<sup>2</sup> dan hasil terendah terdapat pada suhu 30°C yaitu sebesar 193,90 N/mm<sup>2</sup>.

Untuk pengujian *bending* didapat defleksi tertinggi terjadi pada specimen dengan suhu 30°C yaitu sebesar 4,17 mm dan sedangkan untuk defleksi terendah terjadi pada specimen dengan suhu 40°C sebesar 2,42mm. Untuk nilai kekuatan bending tertinggi ialah specimen yang bersuhu 30°C sebesar 31,85 N/mm<sup>2</sup> dan untuk nilai kekuatan bending terendah terdapat pada specimen yang bersuhu 70°C dengan nilai 21,69 N/mm<sup>2</sup>. Dan nilai modulus elastisitas tertinggi yaitu specimen bersuhu 40°C sebesar 440,14 N/mm<sup>2</sup> dan hasil terendah terdapat pada suhu 70°C yaitu sebesar 237,47 N/mm<sup>2</sup>.

Dari pengujian tarik dan pengujian bending ini sudah terjawab kalau perlakuan panas itu sangat berpengaruh pada komposit dimana ketika komposit sansevieria tersebut diberi perlakuan panas yang semakin tinggi kualitas dari komposit tersebut akan menurun. Dan akan bagus jika tanpa pemanasan, ketika suhu 26°C ke atas sifat komposit seperti regangan modulus cenderung turun hingga suhu 70°C. berbanding terbalik dengan regangan dan tegangan yang naik. sedangkan pengujian *bending* didapatkan dimana ketika komposit sansevieria tersebut diberi perlakuan panas suhu 26°C sampai 40°C maka nilai kekuatan bending cenderung naik lalu turun pada suhu 70°C. Dan naik tetapi tidak lebih tinggi dari dari suhu 26°C, 40°C dan 60°C. dan begitu pula sebaliknya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada kedua orang tua saya yang telah memberikan semangat dan juga terimakasih kepada Teknik Mesin UMSIDA yang telah yang memberikan tempat penelitian dilaboratoriumnya sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar

## REFERENSI

- [1] M. Mardiyati, "Komposit Polimer Sebagai Material Tahan Balistik Polymer Composite as Ballistic-resistant Material," *J. Inov. Pertahanan dan Keamanan*, vol. 1, no. 1, pp. 20–28, 2018.
- [2] A. P. Irawan, I. W. Sukania, and Paula T. Anggarina, "Pelatihan Pembuatan Soket Kaki Palsu Menggunakan Bahan Komposit Serat Bambu," *J. Bakti Masy. Indones.*, vol. 3, no. 2, pp. 614–623, 2020, doi: <http://doi.org/10.24912/jbmi.v3i2.16644>.
- [3] K. Ratni, H. Darmasetiawan, K. Aloma, and Sudirman, "Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Polimer Berpenguat Serat Alam," *J. sains Mater. Indones.*, vol. 3, no. 3, pp. 30–38, 2002, doi: <https://doi.org/10.17146/jsmi.2002.3.35069>.
- [4] S. Habibie *et al.*, "Serat Alam Sebagai Bahan Komposit Ramah Lingkungan , Suatu Kajian Pustaka," *J. Inov. Dan Teknol. Mater.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–13, 2021, doi: <http://doi.org/10.29122/jitm.v2i2.4339>.
- [5] N. Situmorang, S. B. Daulay, and S. Panggabean, "Uji Karakteristik Fisik Serat Alami Tanaman Lidah Mertua ( Sansevieria Trifasciata P .) Pada Pembuatan Benang Pakan," *J. Rekayasa dan Pertan.*, vol. 5, no. 3, pp. 619–625, 2017, [Online]. Available: <https://jurnal.usu.ac.id/index.php/jrpp/article/view/NenciSitumorang/pdf>.
- [6] H. Kumalawati, M. Izzati, S. Widodo, and A. Suedy, "Bentuk, Tipe dan Ukuran Amilum Umbi Gadung, Gembili, Uwi Ungu, Porang dan Rimpang Ganyong," *J. Anat. dan Fisiol.*, vol. 3, no. 1, pp. 56–61, 2018, doi: <https://doi.org/10.14710/baf.3.1.2018.56-61>.
- [7] A. K. Imran, F. Mohamad, D. Kisman, and Z. A. Maku, "Amilum Jagung Pulo ( Zea mays ceratina ) Sebagai Alternatif Zat Pengikat Tablet yang Ekonomis," vol. 1, no. 1, pp. 24–29, 2021, doi: 10.52365/jecp.v1i1.197.
- [8] F. Haryanti, I. Purwantini, and T. N. S. Sulaiman, "Formulasi Tablet Hisap Ekstra Kunyit ( Curcuma domestica ) Dengan Kombinasi Bahan Pengisimanitol – Amilum Manihot," *Maj. Obat Tradis.*, vol. 17, no. 3, pp. 47–52, 2012.
- [9] I. W. Surata, I. P. Lokantara, and A. P. Arimbawa, "Studi sifat mekanis komposit epoxy berpenguat serat

- sisal orientasi acak yang dicetak dengan teknik hand-lay up,” *J. Energi dan Manufaktur*, vol. 9, no. 2, pp. 143–146, 2016, [Online]. Available: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jem/article/view/29253>.
- [10] K. I. Harahap, “Pengaruh suhu penyimpanan terhadap kedalaman pengerasan dan kekuatan resin komposit,” vol. 9, no. 3, pp. 30–34, doi: 10.1556/ism.v9i3.275.
- [11] D. Nari, A. Novitasari, D. K. Gigi, F. K. Gigi, and U. G. Mada, “Kekerasan Mikro Resin Komposit Packable Dan Bulkfill Dengan Kedalaman Kavitas Berbeda,” *J. Artik.*, vol. 3, no. 2, pp. 76–82, 2017, doi: <http://dx.doi.org/10.22146/majkedgiind.22798>.
- [12] K. Boimau, J. Bale, R. Putra, and J. Pah, “Efek Temperatur terhadap Sifat Tarik Komposit Poliester Berpenguat Serat Daun Gwang,” *J. Mater. dan proses manufaktur*, vol. 6, no. 1, pp. 11–18, 2022, doi: <https://doi.org/10.18196/jmpm.v6i1.14806>.
- [13] A. Fathoni *et al.*, “Pengaruh Perlakuan Panas Serat Terhadap Sifat Tarik Serat Tunggal dan Komposit Cantula-rHDPE,” *J. simetris*, vol. 8, no. 1, pp. 67–74, 2017, doi: <https://doi.org/10.24176/simet.v8i1.818>.
- [14] K. L. N. Raj and K. G. Ashok, “Design And Fabrication Of Vibration Damping Pad Using Luffa Cylindrica Fiber Reinforced Polymer Composite,” *Int. J. Multidiscip. Res. Mod. Educ.*, vol. II, no. I, pp. 2454–6119, 2016, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/338263886%0ADESIGN>.
- [15] M. B. N. Rahman, T. Suwandi, and K. Diharjo, “Studi Optimasi Peningkatan Kekuatan Bending Komposit Berpenguat Serat Nanas- Nanasan ( Bromeliaceae ) Kontinu Searah,” *J. Ilm. Semesta Tek.*, vol. 11, no. 2, pp. 207–217, 2008.

**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.*