

Study of Tensile Strength and Compressive Strength in Sansevieria Fiber Reinforced Composites with Variations in Addition of Amylum Starch Concentration

[Studi Kekuatan Tarik dan Kekuatan Tekan pada Komposit Diperkuat Serat *Sansevieria* dengan Variasi Penambahan Konsentrasi Pati *Amilum*]

Achmad Nurfadil Al-Amin ¹⁾, Edi Widodo ^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

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

Abstract. *Composite materials are indeed being researched a lot for now. However, there is still very little information about composite materials reinforced with Sansevieria natural fibers with the addition of amyllum starch concentrations. This article aims to determine the effect of increasing the concentration of amyllum starch on Sansevieria fiber-reinforced composites. The tests carried out are mechanical strength tests against tensile tests and compression tests. The tested composite is reinforced with Sansevieria natural fibers treated with 5% NaOH treatment with a modified polyester matrix that is given an addition to the concentration of amyllum starch of 6%, 7%, 8%, 9%, 10% of the matrix weight. The printing method uses the hand lay-up method. For tensile testing using the ASTM D-638 standard and for compression testing using the ASTM D-695 standard. From the tensile and compressive tests, it was concluded that the addition of amyllum starch to the matrix of a composite reinforced with sansevieria natural fibers was proven to increase the strength value in the tensile test but decreased the strength value in the compression test.*

Keywords - *Composite; Sansevieria; Amilum; ASTM D-638; ASTM D-695*

Abstrak. *Material komposit memang sedang banyak diteliti untuk saat ini. Akan tetapi masih sangat minim informasi tentang material komposit yang diperkuat serat alam sansevieria dengan penambahan konsentrasi pati amilum. Artikel ini bertujuan mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi pati amilum terhadap komposit diperkuat serat sansevieria. Uji yang dilakukan adalah uji kekuatan mekanik terhadap uji tarik dan uji tekan. Komposit yang diuji diperkuat serat alam sansevieria yang diberi perlakuan NaOH 5% dengan modifikasi matrik polyester yang diberi penambahan konsentrasi pati amilum sebesar 6%, 7%, 8%, 9%, 10% dari berat matrik. Metode pencetakan menggunakan metode hand lay-up. Untuk pengujian tarik menggunakan standart ASTM D-638 dan untuk pengujian tekan menggunakan standart ASTM D-695. Dari pengujian tarik dan tekan disimpulkan bahwa penambahan pati amilum terhadap matrik sebuah komposit yang diperkuat serat alam sansevieria terbukti dapat meningkatkan nilai kekuatan pada pengujian tarik namun menurunkan nilai kekuatan pada pengujian tekan.*

Kata Kunci - *Komposit; Sansevieria; Amilum; ASTM D-638; ASTM D-695*

I. PENDAHULUAN

Komposit Komposit terdiri dari dua bagian yaitu matrik sebagai pengikat atau pelindung komposit dan *filler* sebagai pengisi atau penguat komposit, digabungkan kedua komponen tersebut sehingga menghasilkan material dengan sifat mekanik yang baru. Bahan komposit memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan bahan konvensional seperti logam. Kelebihan tersebut meliputi sifat-sifat mekanik dan fisik yang lebih baik keupayaan (reliabilitas), kemudahan dalam proses manufaktur, dan biaya yang lebih efisien. Bahan komposit juga memiliki kekuatan dan kekakuan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan konvensional, namun dengan densitas yang lebih rendah [1].

Pada saat ini penelitian tentang serat alam sebagai penguat material komposit juga sedang banyak dibahas, salah satunya adalah serat alam dari tumbuhan *Sansevieria* atau yang lebih dikenal dengan Lidah mertua. Selain karena ketersediaannya yang melimpah serat *Sansevieria* dipilih karena memiliki karakteristik fisik dan kimia yang menguntungkan sebagai penguat dalam komposit. Karakteristik ini membuat serat *sansevieria* memiliki potensi yang baik untuk digunakan sebagai penguat dalam komposit[2]. Matrik atau resin pada material komposit berfungsi mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik. Matrik harus mampu meneruskan beban dari luar kepada serat, matrik yang digunakan adalah resin polyester[3]. Resin yang dipakai perlu memiliki viskositas yang rendah dan memiliki kelengketan yang baik terhadap penguat.

Selain itu pengaruh NaOH juga bagus dalam perlakuan serat sansivera. Adanya cairan NaOH bertujuan untuk menghilangkan hemiselulosa dan lignin yang terkandung dalam serat. Tanaman sansivera sering disebut tanaman yang mengandung banyak zat hemiselulosa dan lignin, NaOH merupakan butiran padat, untuk mencairkan NaOH memerlukan air murni yaitu aquades[4]. perlakuan NaOH dapat meningkatkan sifat mekanik serat sansivera dan material komposit.

Studi menyimpulkan penggunaan serat sansevieria sebagai penguat dalam komposit memiliki keuntungan seperti reversibilitas, ramah lingkungan, dan efektivitas biaya, selain itu perlakuan NaOH terhadap serat berfungsi untuk meningkatkan daya ikat antara serat dan matrik[5]. Namun, pembahasan tersebut belum mendalam tentang pengaruh penambahan konsentrasi amilum dalam matrik terhadap sifat-sifat mekanik pada material komposit. Pada saat ini masih sangat minim studi yang memberikan informasi yang memadai mengenai pengaruh penambahan konsentrasi amilum terhadap sifat mekanik material komposit yang diperkuat serat alam sansevieria.

Amilum yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis amilum manihot atau tepung pati tapioka yang terbuat dari umbi tanaman singkong (*manihot esculenta*)[6]. jenis ini dipilih karena memiliki sifat fisik maupun kimia yang dibutuhkan seperti bersifat penguat, tidak berbau, dan berbentuk serbuk sehingga cocok digunakan dalam berbagai aplikasi industri[7]. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi eksperimental mengenai komposit yang menggunakan pengikat (matrik) resin polyester dan pengisi (filler) serat alam tumbuhan lidah mertua (*Sansevieria*) dengan penambahan konsentari pati atau amilum manihot sebesar (6%, 7%, 8%, 9%, 10%), diharapkan penambahan amilum dapat memberikan ketahanan lebih terhadap kekuatan tarik dan tekan pada material komposit tersebut

II. METODE

Penelitian ini membahas tentang analisa kekuatan tarik dan kekuatan tekan pada komposit yang diperkuat serat alam sansevieria yang diberikan perlakuan alkali dengan variasi penambahan konsentrasi pati amilum sebesar 6%, 7%, 8%, 9%, 10% dari berat matrik, matrik yang digunakan adalah resin polyester dengan fraksi volume serat sebesar 30%. Penelitian ini menggunakan teknik eksperimental dari proses perlakuan alkali kepada serat sampai tahap akhir pengujian dan pengamatan terhadap material kompositnya. Untuk tempat dilakukannya proses penelitian yang meliputi proses perlakuan alkali pada serat, metode pencampuran resin dan pembuatan komposit berada di lab Fenomena Dasar Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan untuk tempat pengujian tarik dan tekan dilakukan di lab pengujian bahan Politeknik Negeri Malang.

Bahan yang digunakan adalah resin polyester, katalis, serat alam lidah mertua yang diberi perlakuan NaOH dan amilum manihot. Sedangkan alat yang digunakan adalah cetakan komposit yang terbuat dari silikon, timbangan digital, gelas sebagai wadah saat dilakukannya pencampuran resin dan alat-alat lain. Serat sansevieria yang sudah jadi akan diberi perlakuan alkali 5% yaitu dengan melarutkan 20 gram NaOH kedalam 400ml air aquades.

$$gr = \text{perlakuan alkali} \times v = \dots (\text{gram})$$

Untuk fraksi volume serat menggunakan persamaan berikut :

$$Vf = \frac{wf/pf}{\frac{wf}{pf} + \frac{wm}{pm}} = (\%) \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

Vf = Fraksi volume serat

wf = Berat serat

wm = Berat matrik

pf = Densitas serat = 0,05 gr/cm³

pm = Densitas matrik = 1,15 gr/cm³

Berat katalis Uji tarik 1% = 0,21 gram.

Uji tekan 1% = 0,5 gram.

Persamaan untuk pembuatan komposit sebagai berikut:

a. Mencari massa matrik

$$Mk-Va = \dots \text{gram} \dots \dots \dots (2)$$

b. Mencari variasi konsentrasi (%)

$$\frac{\text{amilum}}{mk} \times 100\% = \dots \% \dots \dots \dots (3)$$

c. Mencari massa/berat amilum

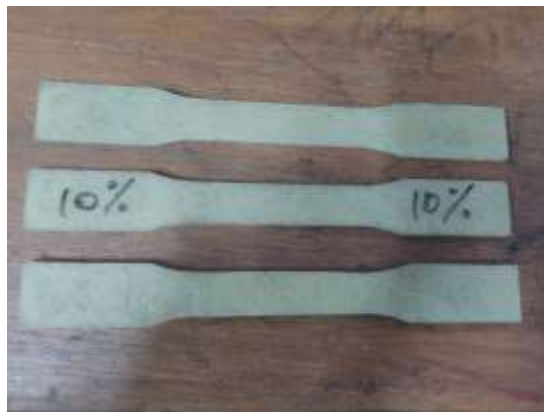
$$V_k\% = \frac{v_k}{100} \times M_k = \dots \% \dots \dots \dots (4)$$

Setelah semua proses perhitungan komposisi bahan telah selesai sekarang waktunya proses pembuatan atau pencetakan komposit yang dimulai dengan penimbangan semua bahan dan dilanjutkan dengan proses pencampuran resin, amilum dan katallis lalu dituangkan pada cetakan komposit yang sudah diberi serat sebelumnya. Dalam proses pencetakan komposit cetakan yang digunakan terbuat dari silikon RTV 48 .



Gambar 2. 1 Cetakan Spesimen Uji Tarik

Setelah proses pencetakan selesai selanjutnya dikeringkan selama 2 jam dan dilanjutkan dengan proses pembentukan spesimen sesuai standart pengujian yaitu ASTM D-638 untuk pengujian tarik dan ASTM D-695 untuk pengujian tekan[8]. Komposit yang sudah terbentuk memenuhi standart selanjutnya dilakukan proses pengujian tarik dan tekan.



Gambar 2. 2 Spesimen Uji Tarik



Gambar 2. 3 Spesimen Uji Tekan Sebelum dan Sesudah Uji

Dari proses uji tarik dan uji tekan material komposit yang diperkuat serat alam *sansevieria* dengan variasi penambahan konsentrasi *amilum* sebesar 6%, 7%, 8%, 9%, 10%. Maka didapatkanlah data data mentah dan selanjutnya data itu diolah sehingga didapatkanlah hasil data yang terdapat pada **TABEL No. 1** dan **No. 2**. Dan proses

pengolahan data hingga menemukan hasil yang ada pada **TABEL No. 1** untuk pengujian tarik dan **TABEL No. 2** untuk pengujian tekan menggunakan persamaan sebagai berikut:

a. Kekuatan atau Tegangan

Tegangan dapat diartikan sebagai gaya yang diterima unit pada sebuah luas material, Perhitungan uji bisa dihitung dengan persamaan berikut :

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (5)$$

$$F = P \cdot g \dots \dots \dots (6)$$

$$A = t \times l \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan :

- σ = Tegangan (Mpa)
- F = Gaya (N)
- A = Luas penampang (mm^2)
- P = Beban (Kg)
- g = Gaya gravitasi (m/s^2)
- t = tebal (mm)
- l = lebar (mm)

b. Regangan

Regangan adalah ukuran perubahan atau pertambahan panjang suatu material setelah diberi beban pengujian tarik atau tekan, sehingga dari hasil pengujian dapat digunakan untuk mencari nilai regangan dari suatu material komposit. Untuk mencari regangan dapat menggunakan persamaan berikut ini :

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100\% \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan :

- ε = Regangan (%)
- Δl = Perubahan panjang (mm)
- l_0 = Panjang semula (mm)

c. Modulus elastisitas

Modulus elastisitas adalah hasil pembagian antara tegangan dengan regangan. Untuk mencari nilai modulus elastisitas dapat menggunakan persamaan berikut :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots \dots \dots (9)$$

- E = Modulus elastisitas (Mpa)
- σ = Tegangan (Mpa)
- ε = Regangan (%)

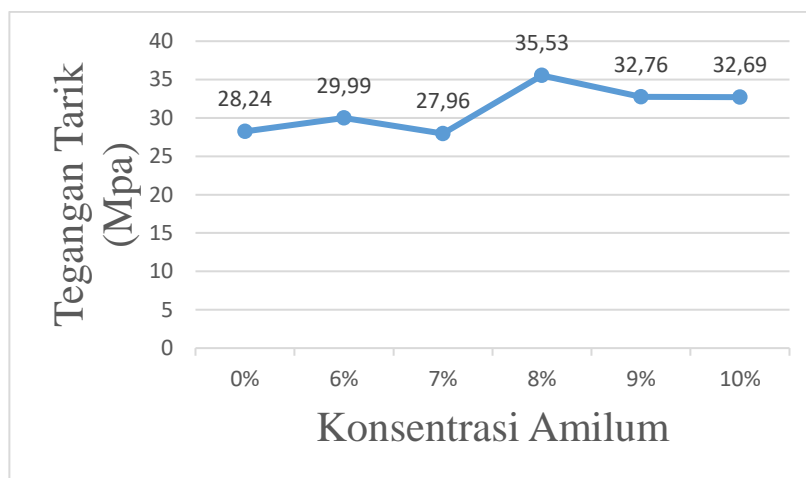
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari proses penelitian kekuatan tarik dan kekuatann tekan material komposit diperkuat serat *sansevieria* yang sudah diberi perlakuan alkali NaOH 5% dan serat yang dipotong sepanjang ± 1 cm, fraksi berat 30% bermatrik polyester dengan variasi penambahan pati amilum 6%, 7%, 8%, 9%, 10%. Didapatkanlah data yang sudah diolah menggunakan persamaan di atas, maka dihasilkan data yang sudah jadi seperti pada **TABEL No. 1** dan **TABEL No. 2**.

Table 1. Hasil Uji Tarik

Konsentrasi Amilum	Gaya (N)	Pertambahan Panjang Δl (mm)	Tegangan σ (Mpa)	Regangan ϵ (%)	Modulus E (Mpa)
0%	1.581,372	3,73	28,24	2,26	12,49
6%	1.679,472	5,70	29,99	3,45	8,68
7%	1.565,676	3,08	27,96	1,87	14,98
8%	1.989,468	5,05	35,53	3,06	11,61
9%	1.834,470	5,27	32,76	3,19	10,26
10%	1.830,546	4,39	32,69	2,66	12,29

Tabel di atas menunjukkan data uji tarik dari spesimen tanpa penambahan amilum atau 0% sampai spesimen dengan penambahan amilum sebesar 6%, 7%, 8%, 9%, 10%. Tabel tersebut memberikan hasil data mulai dari beban yang sudah dikonversi menjadi gaya yang diterima, pertambahan panjang, kekuatan atau tegangan tarik, regangan dan modulus elastisitas. Dari data tersebut akan dirubah menjadi grafik seperti yang ada di bawah ini:



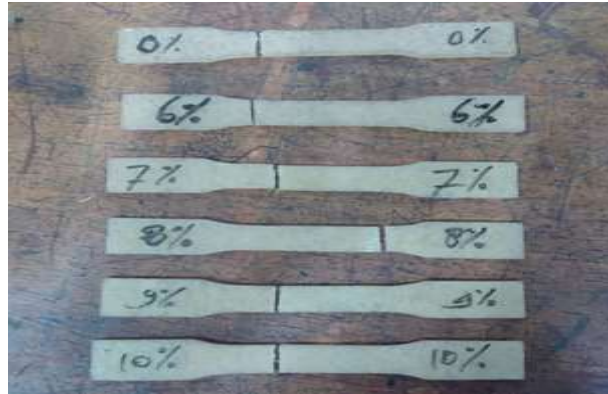
Gambar 3. 1 Grafik Uji Tarik

Naskah Pada grafik di atas dapat disimpulkan bahwa secara garis besar penambahan konsentrasi amilum dapat berpengaruh menambah kekuatan tarik, terbukti dengan naiknya nilai tegangan tarik dari spesimen yang diberikan penambahan konsentrasi amilum dibandingkan dengan spesimen tanpa penambahan amilum. Didapatkan nilai tegangan tarik tertinggi yaitu spesimen dengan penambahan konsentrasi amilum 8% sebesar 35,53 Mpa dan nilai tegangan tarik terendah yaitu spesimen dengan penambahan konsentrasi amilum 7% sebesar 27,96 Mpa.

Penambahan konsentrasi pati amilum berpengaruh menambah kekuatan tarik pada spesimen komposit, dapat dilihat bahwa rata-rata spesimen dengan penambahan amilum memiliki nilai tegangan yang lebih tinggi daripada spesimen tanpa penambahan amilum, sesuai dengan teori pada penelitian yang dilakukan Nur Rohman dan Edi Widodo 2023, yang menyebutkan bahwa penambahan pati $C_6H_{10}O_5$ dapat menambah kekakuan pada uji kelenturan dan elastisitas komposit seperti uji tarik [5]. Pernyataan tersebut sesuai dengan teori jika material dengan sifat getas yang tinggi dicampurkan dengan bahan yang mempunyai sifat elastis maka nilai getasnya dapat menurun dan menghasilkan peningkatan pada nilai tegangan tarik.

Meningkatnya nilai tegangan dikarenakan penambahan amilum yang menambah sifat lentur pada komposit dan membuat resin menjadi kental, hingga menghasilkan material yang lebih kuat terhadap beban tarik dan elastis. Hal tersebut yang membuat komposit dengan penambahan pati amilum memiliki nilai tegangan rata-rata yang lebih tinggi.

Selain faktor penambahan amilum, faktor lain yang mempengaruhi nilai tegangan tarik juga bisa disebabkan beban yang didistribusikan pada material kurang merata, dikarenakan penataan serat yang kurang merata sehingga beban yang dapat diterima material lebih sedikit [9].



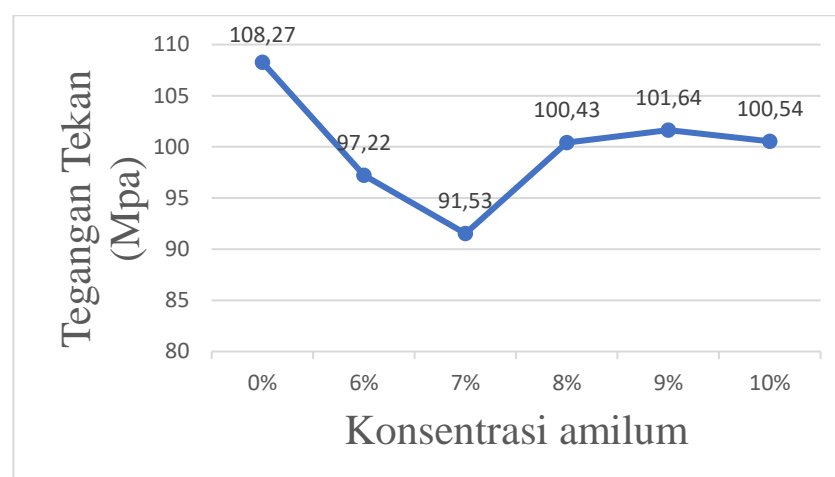
Gambar 3. 2 Spesimen Uji Tarik Setelah Pengujian

Hasil patah pada spesimen uji tarik berbeda-beda antara spesimen satu dengan yang lain. Keadaan ini disebabkan oleh beberapa faktor, seperti pada saat penaburan serat pada proses pencetakan komposit yang kurang merata sehingga jika komposit dibagi menjadi beberapa bagian, setiap bagian tidak memiliki jumlah serat yang sama. Dan juga pada proses pencampuran resin, serat dan katalis, proses pengadukan yang terlalu cepat dapat menghasilkan gelembung udara yang mengakibatkan komposit menjadi berlubang dibagian dalam. Hal ini dapat mempengaruhi hasil patahan komposit setelah dilakukan uji tarik.

Table 2. Hasil Uji Tekan

Konsentrasi Amilum	Gaya (N)	Perubahan Panjang Δl (mm)	Tegangan σ (Mpa)	Regangan ϵ (%)
0%	18.297,612	12,74	108,27	49,96
6%	16.429,788	11,42	97,22	44,78
7%	15.468,408	11,20	91,53	43,92
8%	16.973,262	11,64	100,43	45,65
9%	17.177,310	12,74	101,64	49,96
10%	16.990,920	13,40	100,54	52,55

Tabel di atas menunjukkan data uji tekan dari spesimen tanpa penambahan amilum atau 0% sampai spesimen dengan penambahan amilum sebesar 6%, 7%, 8%, 9%, 10%. Tabel tersebut memberikan hasil data mulai dari beban yang sudah dikonversi menjadi gaya yang diterima, pertambahan panjang, kekuatan atau tegangan tekan dan regangan. Dari data tersebut akan dirubah menjadi grafik seperti yang ada di bawah ini:



Gambar 3. 3 Grafik Uji Tekan

Tabel Pada grafik di atas dapat disimpulkan bahwa secara garis besar penambahan konsentrasi amilum berpengaruh menurunkan kekuatan tekan, dibuktikan dengan menurunnya kekuatan tekan yang dihasilkan oleh spesimen dengan penambahan konsentari amilum. Hasil terendah terdapat pada spesimen dengan penambahan amilum

7% yang mendapat nilai tegangan tekan sebesar 91,53 Mpa dibandingkan dengan spesimen tanpa penambahan amilum atau 0% yang mendapatkan nilai tegangan tekan tertinggi sebesar 108,27 Mpa.

Penambahan konsentrasi amilum berdampak menurunkan kekuatan tekan. Terbukti dari data tegangan yang dihasilkan, nilai tegangan pada komposit yang diberi penambahan amilum menurun dibandingkan dengan spesimen tanpa penambahan amilum atau spesimen 0% yang memiliki nilai tegangan tertinggi. Hasil ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan Fakhrizal Akbar 2023, di mana penambahan pati pada material komposit mengurangi kekuatan yang dihasilkan oleh pengujian kekakuan atau kegetasan pada sebuah material komposit [10]. Hal ini membuktikan bahwa material komposit dengan uji kekakuan atau kegetasan seperti pengujian tekan lebih baik tanpa penambahan pati amilum.

Pada proses pengujian tekan, kasus delaminasi atau kerusakan terjadi begitu signifikan. Hal ini dikarenakan fraksi volume dari matrik lebih dominan dibandingkan dengan fraksi volume unsur lainnya. Maka spesimen cenderung bersifat rentan terhadap kerusakan akibat pembebanan yang terjadi pada proses pengujian tekan. Dan juga faktor penambahan amilum mengganggu daya ikat resin terhadap penguat. Sehingga matrik menjadi kurang efektif jika diberi penambahan pati amilum.



Gambar 3. 4 Spesimen Uji Tekan Setelah Pengujian

Kerusakan yang terjadi pada pengujian tekan dikarenakan terjadinya pembebanan terhadap bagian atas dan bawah sebuah spesimen, pembebanan tersebut mengakibatkan deformasi yaitu perubahan bentuk atau ukuran dari spesimen dan juga debonding yaitu terlepasnya ikatan matrik dan serat karena pembebanan yang lama sehingga mengakibatkan kerusakan pada komposit.

Selain faktor yang sudah disebutkan di atas ketidaksempurnaan dalam proses pencetakan komposit juga dapat mempengaruhi kekuatan tarik dan tekan pada material komposit. Proses pembuatan dengan metode *hand lay-up* memiliki potensi untuk menghasilkan spesimen dengan porositas yang tinggi, terutama jika ada udara yang terperangkap ketika terjadinya proses penuangan resin. Hal tersebutlah yang dapat menyebabkan penurunan kekuatan dan kualitas material komposit.

VII. SIMPULAN

Dari hasil studi kekuatan tarik dan tekan pada komposit diperkuat serat alam *sansevieria* dengan variasi penambahan konsentrasi amilum sebesar 6%, 7%, 8%, 9%, 10% yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa penambahan pati amilum terhadap matrik sebuah komposit yang diperkuat serat alam *sansevieria* terbukti dapat meningkatkan nilai kekuatan atau tegangan pada pengujian tarik namun menurunkan nilai kekuatan atau tegangan pada pengujian tekan.

Nilai tegangan tarik tertinggi didapatkan pada spesimen dengan penambahan amilum 8% dengan nilai tegangan sebesar 35,53 Mpa, sedangkan nilai tegangan tarik terendah didapatkan dari spesimen dengan penambahan amilum 7% dengan nilai tegangan sebesar 27,96 Mpa.

Nilai tegangan tekan tertinggi didapatkan pada spesimen tanpa penambahan amilum atau 0% dengan nilai tegangan sebesar 108,27 Mpa, sedangkan Nilai tegangan tekan terendah didapatkan dari spesimen dengan penambahan amilum 7% dengan nilai tegangan sebesar 91,53 Mpa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Allah SWT yang telah memberi kesehatan dan kekuatan sehingga penelitian ini berjalan dengan lancar. Terimakasih kepada kedua orang tua yang selalu memberi doa, teman-teman yang memberi dukungan, dosen pembimbing yang memberi masukan dan Teknik Mesin Umsida yang menyediakan fasilitas dan tempat untuk melakukan penelitian.

REFERENSI

- [1] R. Iskandar Fajri and dan Sugiyanto, “) 1) Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung 2) Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung Jln,” *Prof.Sumantri Brojonegoro*, vol. 1, no. 2, p. 704947, 2013.
- [2] T. T. Kurniawan and E. Widodo, “Seminar Nasional & Call Paper Fakultas Sains dan Teknologi (SENASAINS 6 th,” 2023.
- [3] A. Eko Nugroho, “Pengaruh Komposisi Resin Poliester Terhadap,” vol. 5, no. 1, pp. 14–20, 2016.
- [4] E. Widodo *et al.*, “The sansevieria trifasciata fiber compatibility analysis for biocomposite reinforcement Analisis kompatibilitas serat sansevieria trifasciata untuk penguat biocomposite”.
- [5] M. Nur Rohman Wa’din and E. Widodo, “Analysis Variation Sansevieria Composite Temperature With Addition Concentration C 6 H 10 O 5 Or Manihot To Test Tensile And Bending Mechanical Characteristic [Analisa variasi Suhu Komposit Sansevieria Dengan Penambahan Konsentrasi C 6 H 10 O 5 Atau Amilum Manihot Terhadap Uji Karakteristik Mekanik Tarik dan Bending].”
- [6] H. Kumalawati *et al.*, “Buletin Anatomi dan Fisiologi Volume 3 Nomor 1 Februari 2018 Bentuk, Tipe dan Ukuran Amilum Umbi Gadung, Gembili, Uwi Ungu, Porang dan Rimpang Ganyong Shape, Type and Size of Amylum of Wild Yam, Lesser Yam, Purple Yam, Konjac and Queensland Arrowroot,” 2017.
- [7] E. Widodo, “Engineering a Composite of Mother-In-Law ’ s Tongue (Sansevieria Trifasciata) Fiber With the Addition of Tapioca Flour (Manihot Esculenta) Flour Concentration [Rekayasa Komposit Serat Lidah Mertua (Sansevieria Trifasciata) Dengan Penambahan Konsent,” pp. 1–14.
- [8] H. Harsi, N. H. Sari, and S. Sinarep, “Karakteristik Kekuatan Bending Dan Kekuatan Tekan Komposit Serat Hybrid Kapas/Gelas Sebagai Pengganti Produk Kayu,” *Din. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 59–65, 2015, doi: 10.29303/d.v5i2.30.
- [9] Kusharyanto, A. Premadi, S. Magdalen, and desy skinatu syifa, “Zona laut,” *Zo. Laut*, vol. 4, no. 2, pp. 137–144, 2023, [Online]. Available: eissn: 2721-5717; pISSN: 2747-2124 <https://journal.unhas.ac.id/index.php/zonalaut>
- [10] F. Akbar, S. Sulardjaka, and N. Iskandar, “... Plasticizer Gliserol Dan Pati Jagung Pada Matriks Gondorukem Terhadap Kekuatan Impak Komposit Berpenguat Serat Rami,” *J. Tek. Mesin*, vol. 11, no. 3, pp. 482–487, 2023, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm/article/view/41018%0Ahttps://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm/article/download/41018/30038>

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.