

Effect of Sansevieria Fiber Length Variation on the Tensile and Compressive Strength in Polymer Matrix Composite Fabrication [Pengaruh Variasi Panjang Serat Sansiviera Terhadap Kekuatan Tarik dan Tekan pada Pembuatan Komposit Matriks Polimer]

Rizki Arif Maulana¹⁾, 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. This research explores the effect of variations in Sansevieria fiber length on the tensile and compressive strength of polymer matrix composites. Sansevieria natural reinforcing material because of its high strength and elasticity. Tensile and compressive tests were carried out in accordance with ASTM D-638 and ASTM D-695 standards. Variations in fiber length used are 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm and 5 cm. The results show that the specimen with a fiber length of 4 cm has the highest tensile strength of 42.18 MPa, while the specimen with a fiber length of 2 cm has the lowest tensile strength of 33.24 MPa. The highest strain of 11.84% was obtained from 1 cm fibers, while the lowest strain of 9.22% was found in 2 cm and 3 cm fibers. Increasing fiber length generally increases the compressive strength of the composite, with the highest value at 5 cm fibers.

Keywords - Sansevieria, Polymer, Composite/

Abstrak. Penelitian ini mengeksplorasi pengaruh variasi panjang serat Sansevieria terhadap kekuatan tarik dan tekan komposit matriks polimer. Sansevieria, yang dikenal sebagai lidah mertua, dipilih sebagai bahan penguat alami karena kekuatannya yang tinggi dan elastisitasnya. Uji tarik dan tekan dilakukan sesuai dengan standar ASTM D-638 dan ASTM D-695. Variasi panjang serat yang digunakan adalah 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm, dan 5 cm. Hasil menunjukkan bahwa spesimen dengan panjang serat 4 cm memiliki kekuatan tarik tertinggi sebesar 42,18 MPa, sementara spesimen dengan panjang serat 2 cm memiliki kekuatan tarik terendah sebesar 33,24 MPa. Regangan tertinggi sebesar 11,84% diperoleh dari serat 1 cm, sedangkan regangan terendah sebesar 9,22% ditemukan pada serat 2 cm dan 3 cm. Penambahan panjang serat secara umum meningkatkan kekuatan tekan komposit, dengan nilai tertinggi pada serat 5 cm.

Kata Kunci - Sansevieria, Polimer, Komposit,

I. PENDAHULUAN

Material komposit telah menjadi salah satu pilihan utama dalam berbagai aplikasi industri karena sifat mekanik unggul yang dimilikinya. Dengan kemajuan teknologi, pemilihan material komposit kini melibatkan lebih banyak material alami yang ramah lingkungan[1]. Salah satu bahan komposit yang menjanjikan adalah serat Sansevieria, yang dikenal sebagai lidah mertua atau tanaman ular. Serat ini memiliki karakteristik yang kuat, elastis, dan tahan lama, sehingga ideal digunakan sebagai bahan penguat dalam komposit polimer.

Sansevieria adalah tanaman yang umum ditemui di Indonesia dan memiliki serat yang kuat serta elastis. Penggunaan serat alami dalam pembuatan komposit bukan hanya mendukung aspek keberlanjutan lingkungan tetapi juga menawarkan sifat mekanik yang kompetitif dibandingkan dengan serat sintetis[2]. Resin polyester dipilih sebagai matriks polimer dalam penelitian ini karena sifatnya yang mudah didapat, harga yang terjangkau, serta sifat mekanik dan kimia yang baik.

Salah satu uji yang digunakan pada komposit adalah uji tarik, yang mengukur kekuatan atau ketahanan material terhadap gaya tarik untuk mengetahui regangan, tegangan, dan modulus elastisitas material dengan cara menarik spesimen sampai putus[3]. Uji tarik ini mengacu pada standar ASTM D-638 dengan lima sampel uji, dan arah serat benda uji acak.

Persamaan Uji Tarik :

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad F = P \cdot g \quad \dots(1)$$

Dimana :

σ = Tegangan (Mpa)

F = Gaya (N)

A = Luas penampang (mm)

P = Beban (Kg)

g = Gaya gravitasi (m/s²)

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100\% \dots(2)$$

Dimana :

ε = Regangan (%)

Δl = Perubahan panjang (mm)

l_0 = Panjang semula (mm)

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots(3)$$

Dimana :

E = Modulus elastisitas (Mpa)

σ = Tegangan (Mpa)

ε = Regangan (%)

Selain uji tarik, penelitian ini juga menerapkan uji tekan, yang mengukur kapasitas material untuk menahan beban aksial hingga mencapai kekuatan tekan maksimum, yang menyebabkan spesimen patah, untuk mengetahui karakteristik dan sifat mekanik bahan. Pengujian tekan ini menggunakan mesin uji dengan standar ASTM D-695[4].

Persamaan Uji Tekan :

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad F = P \cdot g \dots(4)$$

Dimana :

σ = Tegangan (Mpa)

F = Gaya (N)

A = Luas penampang (mm)

P = Beban (Kg)

g = Gaya gravitasi (m/s²)

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100\% \dots(5)$$

Dimana :

ε = Regangan (%)

Δl = Perubahan panjang (mm)

l_0 = Panjang semula (mm)

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi panjang serat sansivera yang menggunakan matrik resin polyester terhadap uji kekuatan tekan dan uji kekuatan tarik komposit.
2. Untuk mengetahui seberapa kuat material komposit serat sansiviera dalam tahap pengujian nilai tekan dan pengujian nilai tarik.

II. METODE

A. Metode Penelitian

Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah studi eksperimental karena hasil yang diinginkan yaitu mendapatkan data-data secara akurat. Pertama-tama serat sansiviera yang sudah jadi akan diberi perlakuan alkali dengan cara direndam pada larutan NaOH sebesar 5% selama 2 jam. Resin yang digunakan sebagai pengikat komposit

adalah resin polyester serta ditambahkan katalis yang berfungsi mempercepat pengeringan pada resin[5]. Metode pencetakan yang dilakukan adalah hand lay-up. Penelitian ini menggunakan standart ASTM D-638 untuk uji tarik dan ASTM D-695 untuk uji tekan. Percobaan yang akan dilakukan adalah menguji kekuatan tarik dan tekan pada komposit berpenguat serat saseviera dengan variasi panjang serat 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm dan 5 cm.

B. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah

1. Serat Sansiviera
Serat Sansevieria berfungsi sebagai penguat komposit karena memiliki kandungan (44%) selulosa, (5%) lignin, dan (29%) hemiselulosa yang dimana dapat memberikan kekuatan tambahan pada komposit, membuatnya lebih tahan terhadap tekanan dan regangan [6].
2. Resin Polyester
Resin polyeser berfungsi sebagai matriks pengikat pada komposit. Resin Polyester merupakan resin cair yang memiliki viskositas relatif rendah, mudah mengeras pada suhu ruangan dan harganya lebih murah dibandingkan epoksi [7].
3. Katalis
Katalis mempunyai fungsi untuk mempercepat proses (curing) pengeringan material matriks suatu komposit
4. NaOH
NaOH berfungsi sebagai bahan proses alkalisasi. Alkalisasi pada serat alam merupakan metode digunakan untuk menghilangkan komponen yang kurang efektif pada serat agar menghasilkan serat berkualitas tinggi.
5. Air Aquades
Air Aquades berfungsi untuk melarutkan NaOH dalam proses perlakuan alkali.

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain :

1. Cetakan Silikon
Cetakan Silikon digunakan untuk mencetak spesimen uji yan akan dibuat bedasarkan standart yang ada.
2. Digital Scale
Digital Scale digunakan untuk untuk menimbang serat sansiviera dan resin.
3. Wadah (toples)
Digunakan untuk merendam serat sansiviera kedalam larutan NaOH.
4. Gunting
Digunakan untuk menggunting serat.
5. Penggaris
Digunakan untuk mengukur panjang serat yang akan dipotong.
6. Mesin Uji Tarik
Digunakan untuk mengetahui tegangan, regangan serta modulus elastisitas dari komposit yang akan di uji.
7. Mesin Uji Tekan
Digunakan untuk mengetahui tegangan dan regangan dari komposit yang akan di uji.

C. Proses Pembuatan Komposit

Berikut adalah tahapan-tahapan pembuatan komposit dari serat tanaman sansiviera dan resin polyester, dengan variasi panjang serat yaitu 1cm, 2cm, 3 cm, 4 cm dan 5 cm.

- a) Siapkan serat dari tumbuhan *sansiviera*.
- b) Rendam serat dengan cairan NaOH selama 2 jam.
- c) Setelah di rendam selama 2 jam, serat di cuci sampai bersih dengan air mengalir sampai sisa-sisa kotoran serta getahnya hilang.
- d) Kemudian serat di keringkan di bawah sinar matahari selama kurang lebih 5 jam saat cuaca sedang terik.
- e) Lalu setelah serat kering langkah selanjutnya adalah memotong serat sepanjang 1 cm, 2cm, 3 cm, 4 cm dan 5 cm.
- f) Setelah selesai, serat di timbang sebesar 0,4 gram untuk spesimen uji tarik dan tekan.
- g) Serat yang telah di timbang kemudian ditata secara acak menggunakan metode hand lay-up ke dalam cetakan uji tarik dan uji tekan yang telah di siapkan sebelumnya.
- h) Timbang resin sebanyak 21 gram untuk uji tarik dan 50 gram untuk uji tekan.
- i) Juga jangan lupa untuk menimbang katalis sebesar 1 % untuk mempercepat proses pengeringan komposit.
- j) Selanjutnya campurkan resin dan katalis ke dalam sebuah wadah, kemudian aduk secara perlahan untuk menghindari timbulnya void saat proses pengadukan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Uji Tarik

Berikut adalah hasil dari pengujian spesimen Uji Tarik dengan variasi panjang serat 1 cm, 2cm, 3cm, 4 cm dan 5 cm

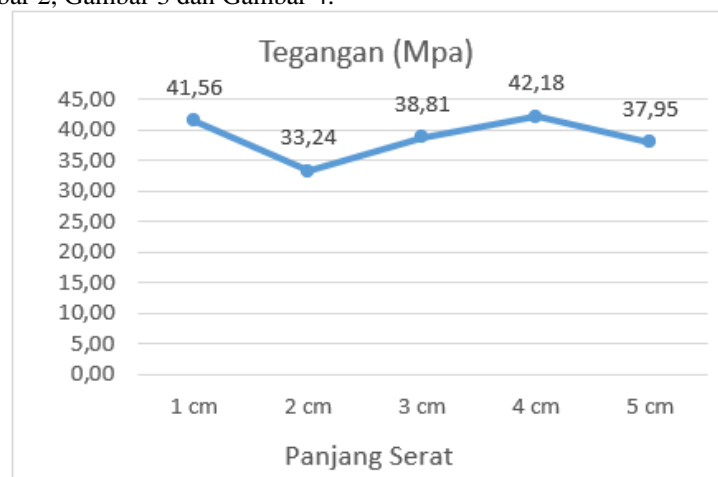


Gambar 1 Spesimen Setelah Uji Tarik

Tabel 1. Nilai Tegangan, Regangan dan Modulus Elastisitas Uji Tarik

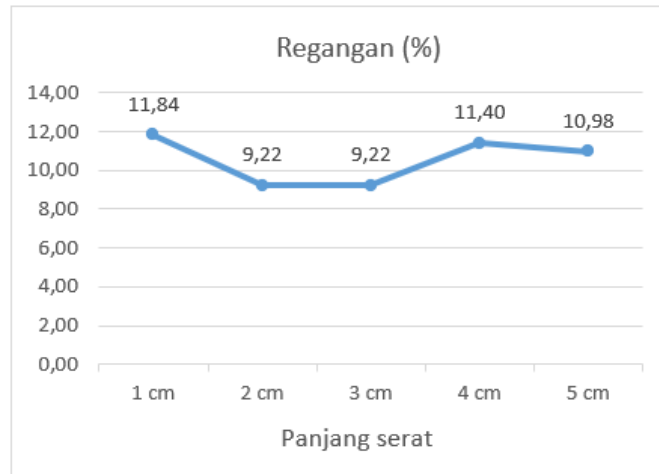
Panjang Serat	Gaya N	Pertambahan Panjang Δl (mm)	Tegangan Tekan σ (Mpa)	Regangan Tekan ϵ (%)
1 cm	13573,116	4,83	80,31	8,05
2 cm	13879,188	5,27	82,13	8,78
3 cm	14864,112	5,71	87,95	9,52
4 cm	13635,9	5,49	80,69	9,15
5 cm	15052,464	5,05	89,07	8,42

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan nilai yang didapat dari hasil uji tarik maka selanjutnya akan dibuat kedalam bentuk visualisasi. Hasil visualisasi nilai tegangan, regangan dan modulus elastisitas uji tarik secara berurutan dapat dilihat pada Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4.



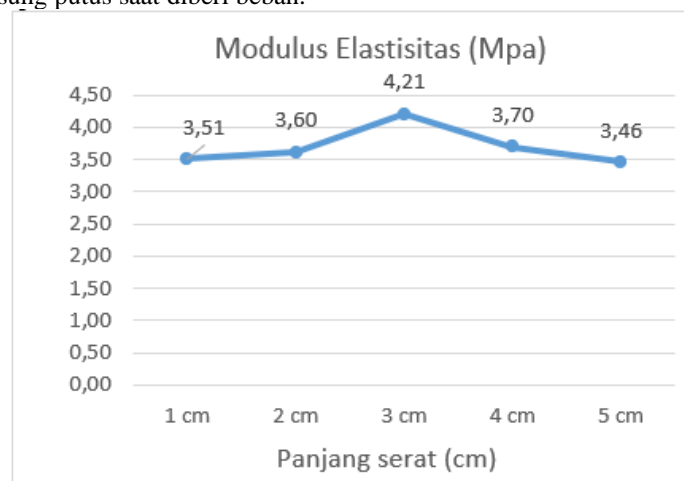
Gambar 2. Nilai Tegangan Uji Tarik

Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai tegangan tarik tertinggi, yaitu 42,18 MPa, didapat dari komposit dengan panjang serat 4 cm. Sementara itu, nilai tegangan tarik terendah, yaitu 33,24 Mpa. Panjang serat 4 cm memungkinkan distribusi serat dan matriks yang baik dan seragam selama produksi komposit, sehingga meningkatkan kekuatan tarik komposit yang diperkuat dari serat Sansevieria.[8].



Gambar 3. Grafik Nilai Regangan Uji Tarik

Gambar 3 menunjukkan nilai regangan tertinggi sebesar 11,84%, sedangkan nilai terendah sebesar 9,22%. Serat dengan panjang 1 cm mempunyai nilai regangan tarik paling tinggi, menunjukkan ikatan permukaan serat yang baik, sehingga tidak langsung putus saat diberi beban.



Gambar 4. Grafik Nilai Modulus Elastisitas Uji Tarik

Gambar 4 menunjukkan modulus tertinggi sebesar 4,21 Mpa dan modulus terendah mencapai 3,46 Mpa. Ini menunjukkan material komposit yang baik dapat diperoleh serat dengan panjang 3 cm.

Hasil uji tarik menunjukkan bahwa penambahan serat berpengaruh terhadap kekuatan komposit. Ketika panjang serat divariasikan 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm, dan 5 cm, sampel dengan panjang serat 4 cm mempunyai kuat tarik tertinggi sebesar 42,18 MPa, dan sampel dengan panjang serat 2 cm memiliki kekuatan tarik tertinggi. Kekuatannya adalah 33,24 MPa. Perpanjangan tertinggi sebesar 11,84% terjadi pada panjang serat 1 cm, dan perpanjangan terendah sebesar 9,22% pada panjang serat 2 cm dan 3 cm.



Gambar 5. Void Yang Terkandung didalam Spesimen

Faktor yang mempengaruhi kekuatan komposit adalah void yang terperangkap di dalam komposit. Void dapat mengurangi kekuatan tarik dengan menyebabkan konsentrasi tegangan di sekitar rongga tersebut. Void

berpengaruh pada ikatan antara matriks dan serat karena adanya gap atau ketidaksempurnaan serat, sehingga matriks tidak bisa mengisi ruang kosong tersebut. Saat komposit diberi beban, tegangan akan terkonsentrasi pada area void, dimana dapat mengurangi kekuatan komposit[9].

B. Hasil Uji Tekan

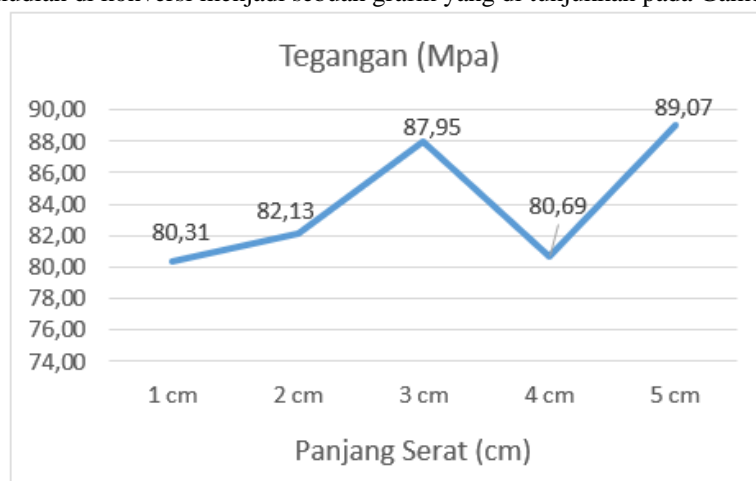


Gambar 6 Spesimen Uji Tekan Yang Telah di Uji

Tabel 2 Nilai Tegangan dan Regangan Uji Tekan

Panjang Serat	Gaya N	Pertambahan Panjang Δl (mm)	Tegangan Tekan σ (Mpa)	Regangan Tekan ϵ (%)
1 cm	13573,116	4,83	80,31	8,05
2 cm	13879,188	5,27	82,13	8,78
3 cm	14864,112	5,71	87,95	9,52
4 cm	13635,9	5,49	80,69	9,15
5 cm	15052,464	5,05	89,07	8,42

Pada tabel diatas adalah nilai hasil perhitungan dari uji tekan yaitu tegangan dan regangan. Yang dimana dari data nilai tersebut kemudian di konversi menjadi sebuah grafik yang di tunjukkan pada Gambar 7 dan Gambar 8



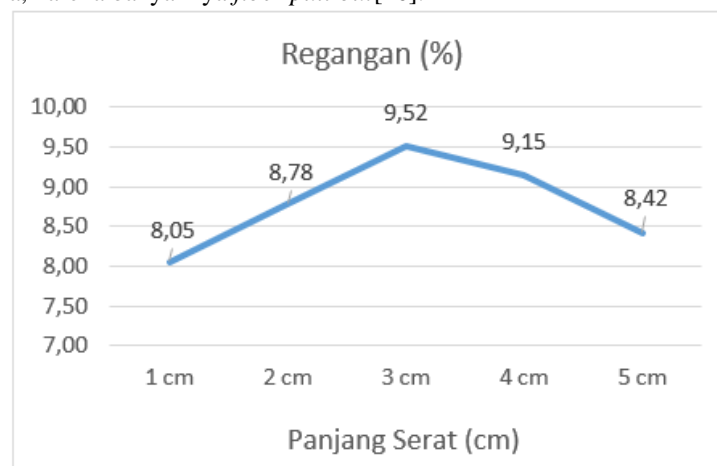
Gambar 7 Grafik Nilai Tegangan Uji Tekan

Dari grafik di atas, dapat disimpulkan bahwa penambahan panjang serat secara umum meningkatkan kekuatan tekan komposit. Nilai kekuatan tarik spesimen dengan panjang 1 cm hingga 5 cm terus meningkat, meskipun sempat menurun pada serat panjang 4 cm, tetapi tetap lebih tinggi dari serat 1 cm.



Gambar 8 Patah Getas Spesimen Uji Tekan

Penurunan nilai pada serat 4 cm disebabkan oleh patah getas, yang ditandai dengan permukaan patahan mengkilap dan mulus. Saat matriks patah, serat juga patah tanpa deformasi plastis, menunjukkan ikatan serat dengan matriks kurang sempurna, karena banyaknya *fiber pull out*[10].



Gambar 9 Grafik Nilai Regangan Uji Tekan

Berdasarkan grafik nilai regangan tertinggi sebesar 9,52% sedangkan nilai terendah sebesar 8,05%. Ini menunjukkan jika panjang serat secara umum meningkatkan nilai regangan tekan, dengan nilai terendah diperoleh dari serat 1 cm.

IV. SIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan mengenai pengaruh variasi panjang serat Sansivera terhadap kekuatan tarik dan tekan pada pembuatan komposit matriks polimer, dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. Semakin panjang serat yang terkandung didalam komposit maka semakin tinggi nilai kekuatan pada uji tarik dan tekan.
2. Pada spesimen uji tarik yang memiliki nilai kekuatan yang rendah di sebabkan adanya void yang terkandung didalam komposit karena void dapat mengurangi kekuatan tarik komposit dengan menyebabkan konsentrasi tegangan di sekitar rongga tersebut
3. Pada uji tekan penyebab menurunnya nilai kekuatan tekan disebabkan patah getas. Patahan jenis ini tidak menimbulkan deformasi plastis, karena ikatan serat dan matriks tidak sempurna, yang ditandai dengan banyaknya *fiber pull out*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Sebuah rasa syukur dan Terima Kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa, serta bapak dosen yang sabar membimbing dalam penulisan tugas akhir ini. Tidak lupa juga dengan Orang Tua yang selalu Mendo'a kan. semoga artikel tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menjadi langkah awal yang baik bagi perjalanan karier saya di masa depan. Kembali, terima kasih kepada semua yang telah berkontribusi dalam kesuksesan penulisan artikel ini.

REFERENSI

- [1] R. Iskandar Fajri and dan Sugiyanto, “Studi Sifat Mekanik Komposit Serat Sansevieria Cylindrica Dengan Variasi Fraksi Volume Bermatrik Polyster,” *Prof.Sumantri Brojonegoro*, vol. 1, no. 2, p. 704947, 2013.
- [2] B. Sugiantoro, A. Kurniawan, and N. Artati, “Pengaruh Orientasi Cloth dan Roving Serat Sensivera dengan Perlakuan Alkali dan Penguat CNTs Terhadap Kekuatan Bending dan Morfologi (Uji SEM),” vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2022.
- [3] B. Maryanti, A. A. Sonief, and S. Wahyudi, “Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik,” *Rekayasa Mesin*, vol. 2, no. 2, pp. 123–129, 2011.
- [4] S. Ali and A. Rusman, “Kuat Tekan Material Dari Bahan Komposit Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS),” *J. Mekanova*, vol. 3, no. 5, pp. 128–136, 2017, [Online]. Available: <http://180.250.41.45/jmekanova/article/view/861>
- [5] L. F. Aoladi *et al.*, “Analisis Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Tarik dan Ketangguhan Impak Komposit dari Serat Lidah Mertua (Sansevieria Trifasciata) dengan Matrik Polyester,” *Mer-C*, vol. 2, no. 2, pp. 22–31, 2019.
- [6] D. A. S. Muhamad Muhajir, Muhammad Alfian Mizar and U. N. M. Jurusan Pendidikan Teknik Mesin-FT, “Analisis Kekuatan Tarik Bahan Komposit Matriks Resin Berpenguat Serat Alam Dengan Berbagai Varian Tata Letak,” *J. Tek. Mesin*, vol. 24, no. 2, pp. 1–8, 2016.
- [7] 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, p. 146, 2021, doi: 10.31543/jtm.v5i3.685.
- [8] H. N. Beliu, Y. M. Pelli, and J. U. Jarson, “Analisa kekuatan tarik dan bending pada komposit widuri - polyester,” *J. Tek. Mesin UNDANA - Lontar*, vol. 03, no. 02, pp. 11–20, 2016.
- [9] N. Nopriantina and Astuti, “Pengaruh Ketebalan Serat Kepok (Musa paradisiaca) Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Poliester-Serat Alam,” *J. Fis. Unand*, vol. 2, no. 3, pp. 195–203, 2013.
- [10] R. Septyanto, D. Dwilaksana, and Y. Hermawan, “Pengaruh Variasi Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending Komposit Matriks Polipropilena Dengan Penguat Serat Sabut Kelapa 10% Pada Proses Injection Moulding,” *Ilm. Has. Penelit. Mhs.*, pp. 1–5, 2014.

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.