

Pengaruh Panjang Serat Batang Labu Kuning (*Cucurbita moschata*) Pada Material Komposit Terhadap Sifat Tarik Bermatriks Polyester

Adam Fatkhur Rohman Hidayat¹, Sutrisno², Wahidin Nuriana³
^{1,2,3} Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Merdeka Madiun

e-mail: fatkhur22rohman@gmail.com, sutrisno@unmer-madiun.ac.id, nuriana@unmer-madiun.ac.id

Abstrak: Perkembangan material komposit berbasis serat alami terus mengalami peningkatan seiring kebutuhan akan material yang ringan, ramah lingkungan, dan berkelanjutan. Salah satu limbah pertanian yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan penguat komposit adalah serat batang labu kuning (*Cucurbita moschata*). Namun, kajian mengenai pengaruh panjang serat batang labu kuning terhadap sifat tarik komposit masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi panjang serat batang labu kuning terhadap kekuatan tegangan, regangan, dan modulus elastisitas komposit bermatriks polyester. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan pembuatan komposit menggunakan metode hand lay-up. Variasi panjang serat yang digunakan yaitu 6 mm, 8 mm, 10 mm, dan 12 mm dengan fraksi volume 10% serat dan 90% resin polyester. Pengujian tarik dilakukan menggunakan standar ASTM D638 dengan lima spesimen untuk setiap variasi panjang serat. Parameter yang dianalisis meliputi kekuatan tegangan, regangan, dan modulus elastisitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi panjang serat memberikan pengaruh terhadap sifat tarik komposit. Nilai kekuatan tegangan tertinggi diperoleh pada panjang serat 12 mm sebesar 19,83 MPa, sedangkan nilai terendah pada panjang serat 8 mm sebesar 10,28 MPa. Nilai regangan tertinggi juga diperoleh pada panjang serat 12 mm sebesar 1,6%, sementara nilai terendah sebesar 1,0% pada panjang serat 8 mm. Nilai modulus elastisitas tertinggi diperoleh pada panjang serat 6 mm sebesar 1175,634 MPa dan terendah pada panjang serat 10 mm sebesar 860,167 MPa. Secara umum, panjang serat 12 mm menunjukkan performa terbaik dalam meningkatkan sifat tarik komposit karena mampu meningkatkan efektivitas transfer beban antara serat dan matriks.

Kata Kunci: komposit, serat batang labu kuning, panjang serat, kekuatan tarik, tegangan, regangan, modulus elastisitas

Abstract: The development of natural fiber-reinforced composite materials has increased significantly due to the demand for lightweight, environmentally friendly, and sustainable materials. One agricultural waste with potential as a composite reinforcement is pumpkin stem fiber (*Cucurbita moschata*). However, studies investigating the effect of pumpkin stem fiber length on the tensile properties of composites are still limited. This study aims to analyze the effect of fiber length variation on the tensile strength, strain, and modulus of elasticity of polyester matrix composites reinforced with pumpkin stem fibers. An experimental method was employed, and composite specimens were fabricated using the hand lay-up technique. Fiber length variations of 6 mm, 8 mm, 10 mm, and 12 mm were used with a volume fraction composition of 10% fiber and 90% polyester resin. Tensile testing was conducted according to ASTM D638 standards using five specimens for each fiber length variation. The evaluated parameters included tensile strength, strain, and modulus of elasticity. The results indicated that fiber length variation significantly influenced the tensile properties of the composites. The highest tensile strength was obtained at a fiber length of 12 mm with a value of 19.83 MPa, while the lowest value was recorded at 8 mm with 10.28 MPa. The highest strain value was also achieved at 12 mm with 1.6%, whereas the lowest strain value was 1.0% at 8 mm. The highest modulus of elasticity was obtained at 6 mm with a value of 1175.634 MPa, while the lowest value was observed at 10 mm with 860.167

MPa. Overall, the 12 mm fiber length exhibited the best tensile performance due to its ability to improve load transfer efficiency between the fiber and polyester matrix.

Keywords: composite material, pumpkin stem fiber, fiber length, tensile strength, strain, modulus of elasticity.

Perkembangan teknologi yang semakin maju mendorong munculnya berbagai jenis material baru dengan sifat serta karakteristik yang dirancang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dalam sektor industri, penggunaan material logam masih memiliki tingkat permintaan yang sangat tinggi. Namun demikian, kebutuhan terhadap material dengan performa dan karakteristik yang lebih unggul terus meningkat. Kondisi tersebut mendorong terjadinya pergeseran dalam pemanfaatan material, dari yang sebelumnya didominasi oleh logam menuju penggunaan material komposit. Seiring dengan perkembangan waktu, material komposit semakin banyak diaplikasikan karena sifat-sifatnya dapat direkayasa dan disesuaikan dengan kebutuhan tertentu (Tsalits Alfain dkk., 2023). Menurut Julian, 2022 Material komposit merupakan bahan yang dihasilkan melalui penggabungan dua atau lebih jenis material yang berbeda sehingga membentuk suatu material baru dengan sifat mekanik serta karakteristik yang tidak sama dengan masing-masing material penyusunnya. Susunan dari beberapa lamina tersebut dikenal sebagai laminat. (Syarief dkk., 2022) Secara umum, komposit dapat didefinisikan sebagai material yang terbentuk dari penggabungan dua atau lebih bahan pada skala makroskopis, yaitu masih dapat diamati secara langsung oleh mata, sehingga menghasilkan material baru dengan fungsi yang lebih optimal. Struktur utama material komposit terdiri atas dua komponen pokok, yaitu matriks yang berfungsi sebagai pengikat dan filler yang berperan sebagai penguat. Septyanto Putro dkk., 2021, Serat alami memiliki sejumlah keunggulan apabila dibandingkan dengan serat sintetis. Salah satu kelebihan adalah bobot yang relatif lebih ringan. Selain itu, serat alami dapat diproses secara lebih sederhana karena berasal dari sumber alami serta memiliki karakteristik yang ramah terhadap lingkungan. Pengembangan komposit menggunakan serat alam yang dikombinasikan dengan serat sintetis adalah salah satu teknik untuk menambah kekuatan dan kekakuan dari komposit (Sutrisno, 2021). Tanaman labu kuning (*Cucurbita moschata*) merupakan tanaman hortikultura yang cukup banyak dibudidayakan di berbagai daerah di Indonesia. Namun, bagian batang tanaman ini umumnya belum dimanfaatkan secara optimal dan sering dianggap sebagai limbah pertanian. Padahal batang tanaman tersebut memiliki kandungan serat alami yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan penguat dalam material komposit.

Hardi Nurul Ikhsan Dkk, 2025 melakukan penelitian tentang “Pengaruh Variasi Panjang Serat pada Komposit Serat Rami dengan Matriks UHMWPE Terhadap Kekuatan Tarik Sebagai Potensi Biomaterial” Penelitian ini untuk menganalisis pengaruh variasi panjang serat rami yang diperkuat dengan matriks UHMWPE terhadap sifat mekanik dan fisik komposit sebagai potensi biomaterial untuk aplikasi bone implan. Farrel Dkk, 2022 meneliti tentang “Pengaruh Sifat Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa Bermatriks Polyester terhadap Pengujian Tarik” Dalam penelitiannya beliau memvariasikan panjang serat 15 mm, 20 mm, 25 mm dan fraksi volume 6%, 8%, 10% pada komposit serat sabut kelapa bermatriks polyester. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 19,4 MPa diperoleh pada fraksi volume 6% dengan panjang serat 15 mm, sedangkan nilai terendah sebesar 12,4 MPa terjadi pada fraksi volume 10% dengan panjang serat 25 mm. cenderung meningkat. Rumbayan Dkk., 2022 “Pengaruh Fraksi Volume dan Panjang Serat pada Sifat Mekanik Plafon Sandwich Panel Serat Kelapa”. Pada penelitian ini, serat sabut kelapa digunakan dengan variasi fraksi volume sebesar 30%, 40%, dan 50% dari total volume komposit yang terdiri atas serat dan resin. Selain itu, panjang serat divariasikan pada rentang 10–20 mm dan 30–40 mm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan fraksi volume serat serta panjang serat memberikan pengaruh positif terhadap nilai kuat tarik dan kuat tekan pada sandwich panel plafon. Subekti & Firmansyah, 2024 “Pengaruh Panjang Serat terhadap Kekuatan Tarik Fiber Metal Laminate Composite” menganalisis pengaruh variasi panjang serat rami 1 cm, 3 cm, dan 5 cm terhadap kekuatan tarik komposit Fiber Metal Laminate (FML). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik tertinggi sebesar ± 105 MPa diperoleh pada panjang serat 5 cm, sedangkan nilai terendah sebesar ± 60 MPa terjadi pada panjang serat 1 cm. Putro & Pratiwi, 2021 meneliti tentang “Pengaruh Panjang Serat Jerami Terhadap Karakteristik Kuat Tarik Komposit” menganalisis pengaruh variasi panjang serat jerami 4 mm, 6 mm, dan 8 mm terhadap kekuatan tarik komposit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 12,08 MPa diperoleh pada panjang serat 4 mm, sedangkan nilai terendah sebesar 2,9 MPa terjadi pada panjang serat 8 mm. Nurdiansyah Dkk, 2022 meneliti “Pengaruh Panjang Serat dan Fraksi Volume terhadap Sifat Mekanik Komposit Berpenguat Serat Pandan Duri” yang menganalisis pengaruh variasi panjang serat pandan duri 60 mm, 80 mm, dan 100 mm serta fraksi volume serat 5%, 10%, dan 15% terhadap sifat mekanik komposit bermatriks resin polyester. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 31,3 MPa diperoleh pada panjang serat 100 mm dengan fraksi volume 15%, sedangkan nilai terendah sebesar 15,3 MPa terjadi pada panjang serat 60 mm dengan fraksi volume 5%. Zarviansyah Dkk, 2023 melakukan penelitian tentang “Pengaruh Variasi Fraksi Volume Komposit Serat Sabut Kelapa Matrik Polyester Terhadap Kekuatan Tarik” menganalisis pengaruh variasi fraksi volume serat kelapa 20%, 30%, dan 40% terhadap kekuatan tarik dan kekuatan lentur komposit bermatriks resin polyester. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 22,14 MPa diperoleh

pada fraksi volume serat 40%, sedangkan nilai terendah sebesar 15,32 MPa terjadi pada fraksi volume 20%. Untuk kekuatan lentur, nilai tertinggi sebesar 35,67 MPa diperoleh pada fraksi volume 40%, sedangkan nilai terendah sebesar 25,48 MPa terjadi pada fraksi volume 20%. Andretta & Irfai, 2021 meneliti tentang “Pengaruh Panjang Serat Rami Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Sebagai Material Penyusun Kaki Palsu” menganalisis pengaruh variasi panjang serat rami 5 mm, 10 mm, dan 15 mm terhadap kekuatan tarik komposit bermatriks epoksi, dengan perlakuan perendaman larutan KOH 5% dan tanpa perendaman. Pembuatan spesimen dilakukan menggunakan metode vacuum bag dan pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan optimum komposit serat rami sebagai material penyusun kaki palsu. Al Farizi Dkk, 2023 menulis jurnal yang berjudul “Pengaruh Fraksi Volume dan Panjang Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Kekuatan Tarik dan Bending” mengkaji pengaruh variasi panjang serat 4 cm, 6 cm, dan 8 cm dan fraksi volume serat tandan kosong kelapa sawit hingga 30% terhadap kekuatan tarik dan bending komposit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik dan bending tertinggi diperoleh pada panjang serat 8 cm dengan fraksi volume terbesar, sedangkan nilai terendah terjadi pada panjang serat 4 cm dengan fraksi volume rendah. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan panjang serat dan fraksi volume serat mampu meningkatkan kemampuan komposit dalam menahan beban, karena distribusi beban pada serat menjadi lebih optimal.

Pemanfaatan serat batang labu kuning sebagai bahan komposit diharapkan dapat meningkatkan nilai guna limbah pertanian sekaligus mendukung pengembangan material ramah lingkungan (Cornelia dkk., 2025). Menurut, Afiana Dkk., 2023 Komposit yang diperkuat dengan serat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk jenis serat, posisi serat, ukuran serat, bentuk serat, jenis matriks yang dipakai, katalis, serta interaksi antara serat dan matriks. Di sisi lain, jika panjang serat terlalu panjang, distribusi serat akan menjadi tidak merata dan bisa menyebabkan cacat (Sutrisno Dkk., 2021). Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan untuk menganalisis pengaruh variasi panjang serat terhadap kekuatan tarik serat batang labu kuning (*Cucurbita moschata*). Variasi panjang serat dipertimbangkan karena parameter tersebut berperan penting dalam kemampuan serat menahan serta mentransfer beban dari matriks, sehingga dapat memengaruhi sifat mekanik material komposit. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (M. R. Ramesh, 2020), batang tanaman labu kuning memiliki struktur berserat yang termasuk dalam kelompok serat alami berbasis lignoselulosa. Secara umum, serat lignoselulosa tersusun atas tiga komponen utama, yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Pada gambar 1. ditunjukkan contoh tanaman labu kuning yang merupakan bahan utama material komposit pada penelitian ini.



Gambar 1. Tanamana Labu Kuning

Matriks merupakan bahan utama dalam material komposit yang berfungsi sebagai pengikat dan pelindung serat penguat serta sebagai media untuk mentransfer beban antar serat, sehingga berperan penting dalam menentukan bentuk, kekuatan, dan ketahanan komposit secara keseluruhan; secara umum, matriks dapat berupa polimer, logam, maupun keramik, namun dalam aplikasi komposit serat alam paling sering digunakan matriks polimer karena sifatnya yang ringan, mudah dibentuk, serta mampu mendistribusikan tegangan dengan baik di dalam material. Panjang serat merupakan parameter penting dalam menentukan sifat mekanik komposit, khususnya pada komposit berpenguat serat pendek (short fiber composite), karena memengaruhi kemampuan serat dalam mentransfer beban dari matriks sehingga berdampak pada kekuatan tarik, kekakuan, dan ketangguhan material.



Gambar 2. UTM (Universal Testing Machine)

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, dapat disimpulkan bahwa kebutuhan akan material yang ringan, kuat, ekonomis, dan ramah lingkungan mendorong pengembangan material komposit, khususnya komposit berbasis serat alam. SERAT batang labu kuning (*Cucurbita moschata*) memiliki potensi sebagai penguat komposit karena sifatnya yang ringan, berongga, dan melimpah, namun pemanfaatannya masih belum optimal. Selain itu, panjang serat menjadi parameter penting yang memengaruhi sifat mekanik komposit, terutama terhadap kekuatan tarik dan mekanisme kegagalan material. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menganalisis pengaruh variasi panjang batang labu kuning (*Cucurbita moschata*) terhadap sifat tarik komposit, sehingga dapat diperoleh panjang serat optimum dan mendukung pengembangan material komposit yang lebih efektif dan berkelanjutan.

METODE

Proses pembuatan material dengan menggunakan metode Hand lay up dan pengujian material komposit akan dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Merdeka Madiun Waktu penelitian ini akan dimulai pada bulan April 2026 sampai selesai. Adapun Tabel 1. dan Tabel 2. merupakan bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 1. Bahan

No	Bahan	Keterangan
1.	Batang labu kuning (<i>Cucurbita moschata</i>)	Batang labu kuning (<i>Cucurbita moschata</i>) merupakan tanaman berserat yang masih jarang dilakukan penelitian sebagai penguat dalam material komposit. Tanaman ini biasanya banyak hidup di daerah yang beriklim tropis.
2.	Resin	sebagai <i>matriks</i> atau pengikat utama. Resin menyatukan serat agar membentuk komposit yang padat.
3.	<i>Hardener</i>	sebagai pengeras resin. Tanpa <i>Hardener</i> , resin tidak akan mengeras dengan baik.
4.	Wax atau bahan pelepas cetakan	untuk memudahkan spesimen dilepas dari cetakan setelah komposit mengeras.

Tabel 2. Alat

No	Alat	Keterangan
1.	Cetakan Komposit	sebagai tempat membentuk campuran serat dan resin agar menghasilkan spesimen dengan ukuran dan bentuk yang sesuai.
2.	Timbangan Digital	untuk menimbang bahan, seperti serat, resin, dan <i>Hardener</i> , supaya komposisinya tepat.
3.	Gelas Ukur	untuk mengukur volume cairan, terutama resin dan <i>Hardener</i> , agar perbandingannya sesuai.
4.	Wadah Pencampur Resin	sebagai tempat mencampurkan resin dengan <i>Hardener</i> sebelum dituangkan ke cetakan.
5.	Pengaduk	untuk mengaduk campuran resin dan <i>Hardener</i> hingga tercampur merata.
6.	Gunting	untuk memotong serat sesuai ukuran yang dibutuhkan dalam pembuatan komposit.

7.	Gerinda Potong	untuk memotong spesimen komposit yang sudah jadi agar sesuai ukuran pengujian.
8.	Kuas	untuk meratakan resin pada serat atau permukaan cetakan saat proses pembuatan komposit.
9.	Jangka Sorong	untuk mengukur panjang, lebar, dan tebal spesimen dengan lebih teliti.
10.	Amplas	untuk merapikan permukaan dan sisi spesimen agar lebih halus dan sesuai ukuran.
11.	Alat Pengering	untuk mengurangi kadar air pada serat atau membantu proses pengeringan bahan sebelum digunakan.
12.	Universal Testing Machine (UTM)	untuk melakukan pengujian tarik guna mengetahui kekuatan tarik, regangan, dan sifat mekanik komposit.

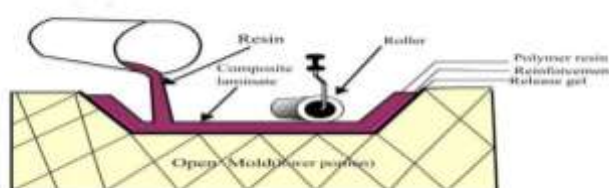
Variabel Spesimen

Variabel yang digunakan pada penelitian ini meliputi variabel bebas dan variabel terikat.

- Variabel Bebas (Independent Variable). Variabel bebas pada penelitian ini ialah variasi panjang serat batang labu kuning dengan ukuran 6 mm, 8 mm, 10 mm, dan 12 mm.
- Variabel Terikat (Dependent Variable). Variabel terikat pada penelitian ini ialah Sifat tarik material komposit yang meliputi kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitas, yang dipengaruhi oleh variasi panjang serat.
- Variabel Kontrol. Adapun variabel kontrol dalam penelitian ini meliputi: jenis matriks yang digunakan (resin polyester), komposisi fraksi volume (10% serat batang labu kuning dan 90% resin polyester), metode pembuatan spesimen, ukuran spesimen sesuai standar ASTM D638, serta kondisi pengujian yang dijaga konstan

Prosedur Pelaksanaan

Dalam pembuatan spesimen untuk pengujian ini, digunakan metode hand lay up. Hand Lay up adalah cara yang paling sederhana untuk membuat spesimen komposit yang diperkuat dengan serat, dan proses ini telah ada sejak lama serta mudah untuk diterapkan. Udara yang terjebak dan cetakan dibersihkan menggunakan alat penyapu atau roller. Selanjutnya, serat dan resin ditambahkan untuk meningkatkan ketebalan. Jika ingin mencapai kualitas yang lebih baik, gel coat (resin yang telah diberi pewarna pada permukaannya) dimasukkan ke dalam cetakan sebelum proses lay up. Proses lay-up biasanya dilakukan pada suhu ruangan, meskipun pemanasan dapat digunakan untuk mempercepat proses pengeringan. Resin yang umumnya dipakai dalam metode hand lay-up adalah resin polyester dan epoksi. Polyester lebih disukai karena harganya yang terjangkau, luas penggunaannya, dan kemudahan dalam pengolahannya. Sebaliknya, epoksi lebih mahal dan lebih sulit dalam perumusannya

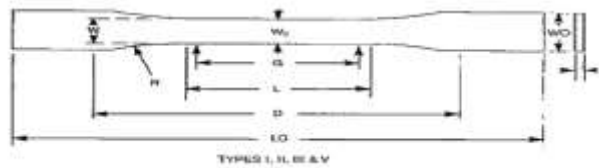


Gambar 3. Proses pembuatan spesimen dengan metode hand lay up

Pengujian Kekuatan Tarik

Pengujian daya tarik adalah suatu proses yang bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai karakteristik dan kondisi dari sampel komposit. Proses pengujian ini dilakukan dengan menambahkan beban secara bertahap yang kemudian akan mengakibatkan peningkatan panjang yang sebanding dengan kekuatan yang diaplikasikan. Pengujian daya tarik dilaksanakan dengan cara menarik sampel hingga mengalami keretakan menggunakan alat uji tarik. Dengan standart pengujian tarik ASTM D638.

ASTM D638 sample geometries



Gambar 4. Standart Material Pengujian

Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini dimulai melalui diagram alir penelitian, dimana diagram tersebut dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Diagram Alir Penelitian

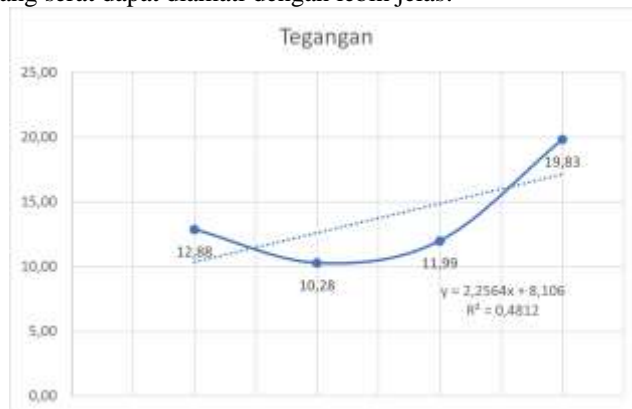
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian yang berjudul “Pengaruh Panjang Serat Batang Labu Kuning (*Cucurbita moschata*) Pada Material Komposit Terhadap Sifat Tarik Bermatriks Polyester.” berfokus pada pengujian mekanik berupa uji tarik untuk menganalisis DOI:.10.17977/um054v9i2p 81-91

kekuatan dan karakteristik material tersebut. Pengujian dilakukan terhadap lima spesimen untuk setiap variasi panjang serat guna mendapatkan data yang representatif dan akurat. Proses pengujian berlangsung selama satu hari, yaitu pada 8 Juni 2026, menggunakan mesin uji tarik Luda Test di Laboratorium Universitas Merdeka Madiun. Agar hasil penelitian valid dan dapat dibandingkan dengan studi sejenis, pembuatan dimensi spesimen serta pelaksanaan pengujian sepenuhnya mengacu pada standar internasional ASTM D638 - 1 untuk material polimer dan komposit.

Kekuatan Tegangan

Untuk mempermudah analisis pengaruh variasi panjang serat batang labu kuning (*Cucurbita moschata*) terhadap nilai kekuatan tegangan komposit, data hasil pengujian yang telah diperoleh kemudian disajikan dalam bentuk grafik. Grafik ini menunjukkan hubungan antara panjang serat dan nilai tegangan rata-rata sehingga kecenderungan perubahan kekuatan tarik komposit pada setiap variasi panjang serat dapat diamati dengan lebih jelas.

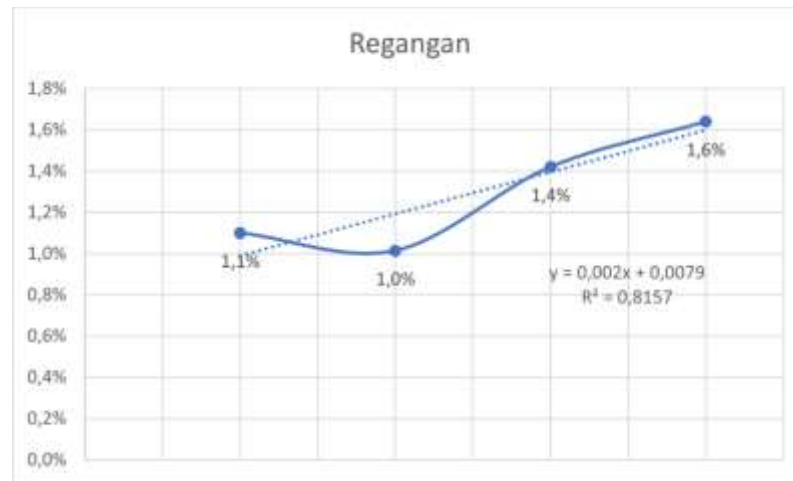


Gambar 4. 1 Grafik Kekuatan Tegangan

Berdasarkan grafik yang diperoleh, pengaruh panjang serat batang labu kuning terhadap kekuatan tegangan komposit menunjukkan hubungan non-linear yang membentuk pola menyerupai huruf U. Analisis regresi linear menghasilkan persamaan $y = 2,2564x + 8,106$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,4812. Pada variasi panjang serat pertama (6 mm), nilai kekuatan tegangan tercatat sebesar 12,88 MPa, kemudian menurun hingga mencapai nilai minimum sebesar 10,28 MPa pada panjang serat kedua (8 mm). Selanjutnya, nilai tegangan meningkat kembali menjadi 11,99 MPa pada panjang serat ketiga (10 mm) dan mengalami kenaikan yang signifikan hingga mencapai 19,83 MPa pada panjang serat terpanjang (12 mm). Nilai R^2 sebesar 0,4812 menunjukkan bahwa model linear hanya mampu menjelaskan 48,12% variasi data, sedangkan 51,88% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain yang berkaitan dengan karakteristik internal komposit. Penurunan kekuatan tarik pada variasi panjang serat menengah diduga disebabkan oleh kurang efektifnya transfer tegangan antara matriks dan serat atau adanya distribusi serat yang kurang merata sehingga memicu konsentrasi tegangan pada area tertentu. Sebaliknya, peningkatan yang terjadi pada panjang serat 12 mm mengindikasikan bahwa serat yang lebih panjang mampu meningkatkan efektivitas penyaluran beban, memperkuat mekanisme crack bridging, serta memperbesar luas kontak antara serat dan matriks sehingga komposit memiliki ketahanan tarik yang lebih baik sebelum mengalami kegagalan.

Kekuatan Regangan

Nilai regangan yang diperoleh dari hasil pengujian tarik selanjutnya disajikan dalam bentuk grafik untuk mempermudah pengamatan terhadap pengaruh variasi panjang serat batang labu kuning (*Cucurbita moschata*). Penyajian grafik ini bertujuan untuk memperlihatkan perubahan kemampuan deformasi komposit pada setiap variasi panjang serat sebelum material mengalami kegagalan akibat pembebanan tarik.

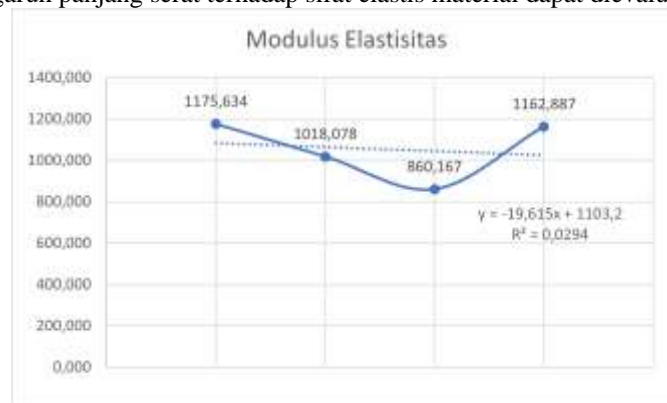


Gambar 4. 2 Grafik Kekuatan Regangan

Berdasarkan Grafik diatas, hubungan antara panjang serat batang labu kuning (*Cucurbita moschata*) dan nilai regangan komposit menunjukkan kecenderungan meningkat meskipun diawali oleh penurunan pada variasi panjang tertentu. Analisis regresi linear menghasilkan persamaan ($y = 0,002x + 0,0079$) dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,8157. Pada panjang serat terpendek (6 mm), nilai regangan tercatat sebesar 1,1% (0,011), kemudian menurun menjadi 1,0% (0,010) pada variasi panjang serat berikutnya (8 mm). Setelah mencapai titik minimum tersebut, nilai regangan meningkat menjadi 1,4% (0,014) pada panjang serat (10 mm) dan kembali meningkat hingga mencapai nilai tertinggi sebesar 1,6% (0,016) pada panjang serat terpanjang (12 mm). Penurunan regangan pada tahap awal mengindikasikan bahwa material mengalami peningkatan kekakuan yang menyebabkan kemampuan deformasinya berkurang. Namun, bertambahnya panjang serat mampu meningkatkan efektivitas distribusi tegangan di dalam matriks poliester sehingga komposit memiliki kemampuan deformasi yang lebih baik sebelum mengalami kegagalan. Nilai (R^2) sebesar 0,8157 menunjukkan bahwa 81,57% perubahan regangan dipengaruhi oleh variasi panjang serat, sedangkan 18,43% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain, seperti kualitas ikatan antarmuka serat-matriks dan keseragaman distribusi serat selama proses fabrikasi.

Kekuatan Modulus Elastisitas

Data modulus elastisitas hasil pengujian tarik kemudian divisualisasikan dalam bentuk grafik guna memudahkan analisis hubungan antara variasi panjang serat batang labu kuning (*Cucurbita moschata*) dengan tingkat kekakuan komposit. Melalui grafik tersebut, kecenderungan perubahan nilai modulus elastisitas pada setiap variasi panjang serat dapat diamati secara lebih jelas sehingga pengaruh panjang serat terhadap sifat elastis material dapat dievaluasi dengan lebih baik.



Gambar 4. 3 Grafik Kekuatan Modulus Elastisitas

Berdasarkan grafik modulus elastisitas, perubahan panjang serat batang labu kuning menunjukkan pengaruh yang tidak linier terhadap tingkat kekakuan komposit. Persamaan regresi linear yang diperoleh adalah ($y = -19,615x + 1103,2$) dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,0294. Pada panjang serat 6 mm, modulus elastisitas rata-rata tercatat sebesar 1175,634 MPa. Nilai tersebut kemudian menurun menjadi 1018,078 MPa pada panjang serat 8 mm dan kembali mengalami

DOI: 10.17977/um054v9i2p 81-91

penurunan hingga mencapai nilai minimum sebesar 860,167 MPa pada panjang serat 10 mm. Namun, pada variasi panjang serat 12 mm terjadi peningkatan yang signifikan sehingga nilai modulus elastisitas mencapai 1162,887 MPa. Penurunan modulus elastisitas pada rentang panjang serat 6–10 mm mengindikasikan berkurangnya kemampuan material dalam mempertahankan deformasi elastis, yang kemungkinan disebabkan oleh kurang optimalnya adhesi antara serat dan matriks atau terbentuknya cacat internal seperti void selama proses fabrikasi. Sebaliknya, peningkatan yang terjadi pada panjang serat 12 mm menunjukkan bahwa serat yang lebih panjang mampu memperbaiki mekanisme distribusi beban di dalam matriks sehingga kekakuan material meningkat. Nilai (R^2) yang sangat rendah mengindikasikan bahwa hubungan linear hanya mampu menjelaskan 2,94% variasi data, sedangkan 97,06% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain, seperti orientasi serat, distribusi penguat, dan kondisi mikrostruktur komposit

PENUTUP

Kesimpulan yang peneliti dapatkan setelah melakukan penelitian ini adalah Variasi panjang serat batang labu kuning (*Cucurbita moschata*) memberikan pengaruh yang fluktuatif namun membentuk tren non-linear menyerupai huruf U terhadap kekuatan tegangan komposit. Nilai kekuatan tegangan tertinggi dicapai oleh variasi panjang serat terpanjang yaitu 12 mm dengan nilai rata-rata sebesar 19,83 MPa, setelah sebelumnya sempat merosot ke titik terendah pada variasi 8 mm sebesar 10,28 MPa. Kedua nilai kekuatan regangan rata-rata tertinggi diperoleh pada variasi serat terpanjang 12 mm sebesar 1,6% (0,016), sedangkan nilai terendah berada pada variasi 8 mm sebesar 1,0% (0,010). Pola ini mengindikasikan bahwa penurunan regangan di awal memicu peningkatan kekakuan (*stiffness*) sesaat, namun pada dimensi panjang yang optimal (12 mm), serat mampu memaksimalkan distribusi tegangan sehingga meningkatkan kembali kemampuan deformasi material sebelum mengalami kegagalan (*rupture*). Ketiga, nilai modulus elastisitas menunjukkan tren penurunan pada tiga variasi awal sebelum akhirnya melonjak tajam pada variasi terpanjang. Nilai puncak elastisitas atau kekakuan komposit dicapai pada variasi 6 mm sebesar 1175,634 MPa dan titik terendah pada variasi 10 mm sebesar 860,167 MPa, sebelum akhirnya kembali meningkat pesat pada variasi 12 mm menjadi 1162,887 MPa. Hal ini membuktikan bahwa dimensi serat yang lebih panjang (12 mm) memberikan kontinuitas dan efisiensi transfer beban yang lebih baik di dalam matriks poliester. Keempat nilai koefisien determinasi (R^2) pada grafik regangan yang sangat tinggi (0,8157) menunjukkan bahwa variasi panjang serat memberikan pengaruh linear yang sangat kuat (81,57%) terhadap elastisitas material. Sebaliknya, nilai R^2 yang moderat pada grafik tegangan (0,4812) dan sangat rendah pada modulus elastisitas (0,0294) menegaskan bahwa karakteristik mekanis lainnya tidak bersifat linear murni, melainkan turut didominasi oleh faktor kompleksitas struktural seperti cacat manufaktur (*void*) atau efisiensi ikatan antarmuka yang fluktuatif.

.DAFTAR RUJUKAN

- Al Farizi, R., Mujiyanto, A., Muhammadiyah Kalimantan Timur Jl Ir Juanda No, U. H., & Ulu, S. (2023). Pengaruh Fraksi Volume Dan Panjang Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending. In *Journal Technology Urgency Breakthrough In Engineering* (Vol. 2, Number 2). [Http://Ejournal.Umm.Ac.Id/Index.Php/Turbine](http://Ejournal.Umm.Ac.Id/Index.Php/Turbine)
- Alami, S., Aplikasi Bumper, U., & Julian, M. (2022). Pengembangan Material Komposit Berpenguat. *Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan*, 10(2).
- Alvariza Farrel, D., Zulfitriyanto, Dan, Teknik Mesin Manufaktur, J., & Manufaktur Negeri Bangka Belitung, P. (2022). Pengaruh Sifat Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa Bermatrik Polyester Terhadap Pengujian Tarik. 3(2).
- Asmeati, Yusuf Ali, M., Purnama, I., & Paloboran, M. (2022). Analisis Uji Mekanik Dan Struktur Makro Dan Mikro Terhadap Material Komposit Dengan Arah Acak Serat Ampas Tebu.
- Chukwutoo, C., & Soroibe, P. (N.D.). Durability Study Of Fluted Pumpkin Stems Fiber (Fpsf) For The Development Of Natural Fiber Reinforced Plastics (NFRP). *Jurnal Inovasi Teknologi Dan Edukasi Teknik*, 5(1), 2025. <https://doi.org/10.17977/Um068.V5.I1.2025.4>
- Cornelia, M., Maulani, H., & Studi Teknologi Pangan Universitas Pelita Harapan, P. (2025). Pemanfaatan Tepung Labu Kuning (*Cucurbita moschata* Duchesne) Sebagai Substituen Tepung Beras Pada Pembuatan Baby Puff [Utilization Of

- Pumpkin Flour (*Cucurbita moschata* Duchesne) As A Constituent Of Rice Flour In Making Baby Puff] (Vol. 9, Number 1).
- H. Krissetiana. (1995). *Tepung Labu Kuning: Pembuatan Dan Permanfaatannya*. Penerbit Kanisius.
- Hanif Arsalan Dani Subekti, & Hilmi Iman Firmansyah. (2024). Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Fiber Metal Laminate Composite. *Mars: Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 2(5), 54–64. <https://doi.org/10.61132/Mars.V2i5.347>
- Hardi Nurul Ikhsan, I., Salahudin, X., Hastuti, S., Saputra, E., Isti Nugroho, W., Tono Putri, F., Tri Indrawati, R., Teknik Mesin, D., Tidar Jl Kapten Suparman No, U., Magelang Utara, K., Magelang, K., Tengah, J., & Negeri Semarang Jl Soedarto SH, P. H. (2025). Pengaruh Variasi Panjang Serat Pada Komposit Serat Rami Dengan Matriks UHMWPE Terhadap Kekuatan Tarik Sebagai Potensi Biomaterial. In *Jurnal Rekayasa Mesin* (Vol. 20, Number 1). <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/rekayasa>
- Kekuatan, A., Dan, T., Daur, K., Aluminium, U., Mobil, V., Annam, K., Susiana, A., & Hartana, D. R. (2022). *Jurnal Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Itny Analisis Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Daur Ulang Aluminium Velg Mobil*.
- M. R. Ramesh. (2020). Plant Fibre Reinforced Polymer Composites. *Journal Of Natural Fibers*, 17((5)), 698–712.
- Mansjur, Z., Sinaga, A., & Rampo, Y. (2025). Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Impak Material Komposit Berpenguat Serat Lidah Mertua Untuk Aplikasi Spakbor Sepeda Motor. *Jurnal Mesin Nusantara*, 8(2), 159–172. <https://doi.org/10.29407/Jmn.V8i2.27563>
- Mulyana, & Saputra. (2023). 20613-60581-2-PB.
- Nurdiansyah, M., & Mesin Dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, T. (N.D.). *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan Pengaruh Panjang Serat Dan Fraksi Volume Terhadap Sifat Mekanik Komposit Berpenguat Serat Pandan Duri*.
- P., Fido Andretta, R., & Arif Irfai, M. (N.D.) *Pengaruh Panjang Serat Rami Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Sebagai Material Penyusun Kaki Palsu*.
- Phi ; Afiana, J., Hasanuddin, S. Z., & Asri, A. (2023). Penentuan Panjang Kritis Serat Alam Menggunakan Metode Pull-Out Fiber Test. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Fisika Terapan*, 9(2), 2023.
- Ramadhan, R. Y., Estriyanto, Y., & Harjanto, B. (2022). Studi Penelitian Panjang Kritis Serat Alam Dengan Perlakuan Perendaman Natrium Hidroksida. *NOZEL Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 3(4), 161. <https://doi.org/10.20961/Nozel.V3i4.63009>
- Rumbayan, R., Musanif, I. S., Tombeg, B. A., Budhyowati, Myn., Simbar, R. D., Teknik Sipil, J., Negeri Manado, P., Manado, K., & Teknik Mesin, J. (N.D.). *Jurnal Teknik Sipil Terapan Pengaruh Fraksi Volume Dan Panjang Serat Pada Sifat Mekanik Plafon Sandwich Panel Serat Kelapa*. In *JTST* (Vol. 4, Number 3). Retrieved <http://jurnal.polimdo.ac.id/>
- Sanjay, M. R. , S. S. , P. J. , J. M. , P. C. I. , & K. A. (2022). A Comprehensive Review Of Techniques For Natural Fiber Composites: Properties And Applications. *Journal Of Natural Fibers*, 3955–3978.
- Septyanto Putro, T., Yeni, D., & Pratiwi, R. (2021a). Pengaruh Panjang Serat Jerami Terhadap Karakteristik Kuat Tarik Komposit Influence Straw Fiber Length To Tensile Strength Characteristic Composit. In *Jsnu : Journal Of Science Nusantara* (Vol. 1, Number 2).
- Septyanto Putro, T., Yeni, D., & Pratiwi, R. (2021b). Pengaruh Panjang Serat Jerami Terhadap Karakteristik Kuat Tarik Komposit Influence Straw Fiber Length To Tensile Strength Characteristic Composit. In *Jsnu : Journal Of Science Nusantara* (Vol. 1, Number 2).
- Surya Indra, & Suendar. (2016). 741-1428-1-SM.
- Sutrisno. (2021). *Pilar Teknologi : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*. *PILAR Teknologi : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, Volume 6 Nomor 1(Pengaruh Komposisi Serat Wlingi (Mansaiang) Terhadap Sifat Kekuatan Tarik). <http://Pilar.Unmermadiun.Ac.Id/Index.Php/Pilarteknologi>
- Sutrisno, S., Soenoko, R., Irawan, Y. S., & Widodo, T. D. (2021). Effect Of Coconut Fiber Treatment With Limestone Water Media On The Fiber Surface, Wettability, And Interface Shear Strength. *Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies*, 1, 48–56. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.217730>
- Syarief, A., Hidayat, A. F., & Nugraha, A. (2022). Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Kuat Tekan Dan Lentur Komposit Berpenguat Serbuk Kayu Ulin (*Eusideroxylon Zwageri*) Bermatrik Polyester. *Elemen : Jurnal Teknik Mesin*, 8(2), 132–140. <https://doi.org/10.34128/Je.V8i2.168>
- Tsalits Alfain, A., Tri, D., Ningsih, H., & Studi, P. (2023a). Pengaruh Fraksi Volume Komposit Serat Pohon Aren Terhadap Pengujian Bending. *Agustus*, 2(1), 57–66. <http://https://jurnal.poliwangi.ac.id/index.php/jinggo/>
- Wijaya, D., & Hidayat, S. (2022). *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop And National Seminar Bandung*.

- Wulandari, A. I., & Agusty, C. L. (2021). Analisis Tegangan Regangan Pada Pelat Deck Dan Bottom Kapal Ferry Ro-Ro Menggunakan Finite Element Method Stress Stain Analysis On Deck And Bottom Plate Of Ferry Ro-Ro Ship With Finite Element Method. In *Jurnal Ilmiah Teknologi Maritim* (Vol. 15, Number 1).
- Zarviansyah, P., Pranandita, N., & Manufaktur Negeri Bangka Belitung, P. (2023). Pengaruh Variasi Fraksi Volume Komposit Serat Sabut Kelapa Matrik Polyester Terhadap Kekuatan Tarik. 01(2).
- Zulkarnain, R. T., Putu, G., Suryawan, A., Wayan, D. I., & Darma, A. (2025). Porositas Komposit Matriks Chitosan Dan Pati Singkong Berpenguat Serat Bambu. In *Jurnal Ilmiah Teknik Desain Mekanika* (Vol. 14, Number 4).