

Pengaruh Arah Sudut Lamina Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impak Komposit Serat Pohon Pisang Dengan Matrik Polimer

Abdillah Achmad^{*1}, Muhammad Balfas², Mardin³

¹ Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia.

^{2,3} Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia.

* Penulis Korespondensi.

J-MOVE
JURNAL TEKNIK MESIN



Riwayat Artikel

Diterima: 22 Juli 2026

Selesai Revisi: 04 Agustus 2026

Disetujui: 10 Agustus 2026

Tersedia daring: 31 Agustus 2026

Alamat E-mail

¹ abdillahachmad1803@gmail.com

² muhammadbalfas@umi.ac.id

³ mardin@umi.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh arah sudut lamina terhadap kekuatan tarik dan kekuatan impak komposit serat pohon pisang bermatriks polimer (resin polyester). Pemanfaatan serat pohon pisang sebagai bahan penguat komposit merupakan salah satu upaya pengembangan material ramah lingkungan yang memiliki potensi sebagai alternatif pengganti serat sintetis. Pada penelitian ini digunakan serat pohon pisang dengan susunan arah sudut lamina $0^\circ/45^\circ/90^\circ/135^\circ/0^\circ$ dan variasi komposisi serat terhadap resin polyester yaitu 5% serat pisang: 95% resin polyester dan 10% serat pisang: 90% resin polyester. Pengujian sifat mekanik yang dilakukan meliputi uji tarik berdasarkan standar ASTM D638 dan uji impak metode charpy. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit dengan komposisi 10% serat pisang dan 90% resin polyester memiliki sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan komposit dengan komposisi 5% serat pisang dan 95% resin polyester. Pada pengujian tarik diperoleh nilai rata-rata tegangan tarik sebesar 22,59 N/mm² untuk komposisi 5% serat dan 23,90 N/mm² untuk komposisi 10% serat. Sedangkan pada pengujian impak diperoleh nilai rata-rata ketangguhan impak sebesar 6.065,09 J/m² untuk komposisi 5% serat dan 7.834,74 J/m² untuk komposisi 10% serat. Peningkatan fraksi serat pisang memberikan kontribusi terhadap peningkatan kemampuan komposit dalam menahan beban tarik maupun beban kejut. Variasi nilai yang diperoleh pada setiap spesimen dipengaruhi oleh distribusi serat yang kurang merata dan adanya porositas pada material komposit. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan serat pohon pisang hingga 10% pada komposit bermatriks polyester dengan susunan sudut lamina $0^\circ/45^\circ/90^\circ/135^\circ/0^\circ$ mampu meningkatkan kekuatan tarik dan ketangguhan impak komposit.

Kata kunci: komposit, serat pohon pisang, sudut lamina, kekuatan tarik, impak, resin polyester.

Abstract

This study aims to determine the effect of lamina orientation angles on the tensile strength and impact strength of banana stem fiber-reinforced polymer matrix composites (polyester resin). The utilization of banana stem fiber as a reinforcing material in composites is one of the efforts to develop environmentally friendly materials that have the potential to replace synthetic fibers. In this study, banana stem fibers were arranged in lamina orientation angles of $0^\circ/45^\circ/90^\circ/135^\circ/0^\circ$ with fiber-to-resin composition variations of 5% banana fiber: 95% polyester resin and 10% banana fiber: 90% polyester resin. Mechanical property testing included tensile testing based on the ASTM D638 standard and charpy impact testing. The results showed that the composite containing 10% banana fiber and 90% polyester resin exhibited better mechanical properties than the composite containing 5% banana fiber and 95% polyester resin. The tensile test results indicated an average tensile strength of 22.59 N/mm² for the 5% fiber composite and 23.90 N/mm² for the 10% fiber composite. Meanwhile, the impact test results showed an average impact toughness of 6,065.09 J/m² for the 5% fiber composite and 7,834.74 J/m² for the 10% fiber composite. The increase in banana fiber content contributed to the improvement of the composite's ability to withstand tensile and impact loads. Variations in the obtained values were influenced by uneven fiber distribution and the presence of porosity within the composite material. Based on the results, it can be concluded that the addition of banana stem fiber up to 10% in polyester matrix composites with a lamina orientation sequence of $0^\circ/45^\circ/90^\circ/135^\circ/0^\circ$ can improve both tensile strength and impact toughness.

Keywords: composite, banana stem fiber, lamina orientation, tensile strength, impact strength, polyester resin.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi material komposit telah menjadi salah satu faktor penting dalam mendukung kemajuan berbagai sektor industri, seperti otomotif,

dirgantara, konstruksi, energi, dan kelautan. Kebutuhan akan material yang ringan, memiliki kekuatan mekanik tinggi, tahan terhadap korosi, serta ramah lingkungan mendorong pengembangan material komposit sebagai alternatif pengganti material konvensional. Material

komposit merupakan gabungan dua atau lebih material yang berbeda, umumnya terdiri atas matriks dan penguat (*reinforcement*), sehingga mampu menghasilkan sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan masing-masing material penyusunnya. Seiring meningkatnya kesadaran terhadap isu lingkungan, pengembangan komposit berbasis serat alam semakin mendapat perhatian karena memanfaatkan sumber daya terbarukan, mengurangi ketergantungan terhadap serat sintetis, serta berkontribusi dalam menekan limbah dan pencemaran lingkungan (Roviudin et al., 2021; Paundra et al., 2022; Diana et al., 2020).

Salah satu serat alam yang berpotensi dikembangkan sebagai material penguat komposit adalah serat batang pohon pisang. Indonesia memiliki ketersediaan tanaman pisang yang melimpah sehingga limbah batang pisang masih belum dimanfaatkan secara optimal. Batang pisang memiliki struktur berlapis dengan susunan serat halus yang memiliki sifat lentur, cukup kuat, tahan terhadap air, serta mudah diperoleh dan diolah. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa serat batang pisang berpotensi digunakan sebagai penguat komposit karena mampu meningkatkan sifat mekanik material sekaligus memberikan nilai tambah terhadap limbah pertanian. Pemanfaatan serat batang pisang juga sejalan dengan konsep material berkelanjutan (*sustainable materials*) yang mengedepankan efisiensi sumber daya dan pelestarian lingkungan (Erasmus Manglo, 2022; Nugroho Yuliono et al., 2013).

Sifat mekanik komposit tidak hanya dipengaruhi oleh jenis serat dan matriks, tetapi juga oleh orientasi atau arah penyusunan serat (arah sudut lamina) yang menentukan distribusi beban dan mekanisme kegagalan material. Variasi sudut lamina diperkirakan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kekuatan tarik maupun kekuatan dampak komposit. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi arah sudut lamina terhadap kekuatan tarik dan dampak komposit serat pohon pisang dengan matriks resin poliester. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan material komposit berbasis serat alam yang ramah lingkungan serta memperluas pemanfaatan limbah batang pisang sebagai material teknik yang bernilai tambah.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Material Komposit

Material komposit merupakan material hasil rekayasa yang tersusun atas dua atau lebih material penyusun yang memiliki sifat fisik dan mekanik berbeda, namun tetap mempertahankan identitas masing-masing dalam struktur akhir. Kombinasi tersebut menghasilkan material baru dengan karakteristik yang lebih baik dibandingkan material penyusunnya secara individual. Menurut Nayiroh (2013), komposit adalah bahan yang terdiri atas dua atau lebih material berbeda yang saling berikatan sehingga membentuk suatu sistem dengan sifat yang lebih unggul. Agar ikatan antarmaterial terbentuk secara optimal, sering diperlukan penambahan *wetting agent* untuk meningkatkan daya rekat antara matriks dan penguat. Senada dengan itu, menyatakan bahwa komposit merupakan material yang dibentuk melalui pencampuran

tidak homogen dari dua atau lebih material yang memiliki sifat mekanik berbeda, sehingga mampu menghasilkan kombinasi sifat yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi. Definisi tersebut juga diperkuat oleh Gunawan et al. (2023) yang menjelaskan bahwa komposit merupakan hasil penggabungan beberapa material dengan karakteristik mekanik berbeda untuk memperoleh performa material yang lebih baik.

Secara umum, material komposit tersusun atas dua komponen utama, yaitu matriks dan bahan penguat (*reinforcement*). Matriks berfungsi sebagai pengikat serat, meneruskan beban yang diterima ke penguat, mempertahankan bentuk komposit, serta melindungi serat dari pengaruh lingkungan seperti bahan kimia dan kondisi cuaca yang ekstrem. Sementara itu, penguat berperan sebagai komponen utama yang memberikan kekuatan dan kekakuan pada material komposit. Interaksi yang baik antara matriks dan penguat akan menghasilkan material dengan sifat mekanik yang lebih tinggi, seperti peningkatan kekuatan tarik, kekuatan dampak, dan ketahanan terhadap kerusakan. Dengan demikian, pemilihan jenis matriks dan penguat yang tepat menjadi faktor penting dalam menentukan performa akhir material komposit (Diana et al., 2020).

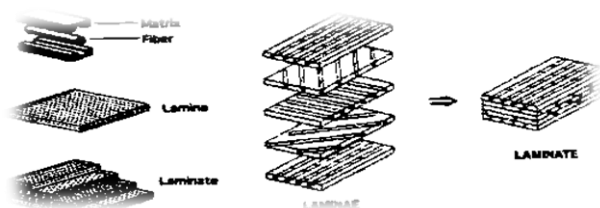
2.2. Komponen Utama Sebuah Komposit

Material komposit merupakan material rekayasa yang tersusun dari dua atau lebih material dengan sifat fisik, kimia, dan mekanik yang berbeda sehingga menghasilkan material baru dengan karakteristik yang lebih baik dibandingkan material penyusunnya. Kinerja komposit dipengaruhi oleh kualitas ikatan antara matriks dan penguat, proses fabrikasi, serta kompatibilitas kedua komponen dalam mendistribusikan beban (Wahyu Utomo, 2021). Komposit umumnya terdiri atas matriks dan penguat (*reinforcement*). Matriks berfungsi sebagai pengikat serat, meneruskan beban, serta melindungi penguat dari pengaruh lingkungan. Berdasarkan jenisnya, matriks diklasifikasikan menjadi matriks polimer, logam, dan keramik. Pada penelitian ini digunakan resin poliester sebagai matriks karena mudah diproses, ekonomis, serta memiliki ketahanan yang baik terhadap air dan bahan kimia (Jonathan Oroh, 2013; Erasmus Manglo, 2022).

Penguat (*reinforcement*) merupakan komponen utama yang berperan dalam meningkatkan kekuatan dan kekakuan komposit. Penguat dapat berbentuk serat kontinu, serat diskontinu, maupun partikel, dengan serat menjadi jenis yang paling banyak digunakan karena memiliki kekuatan spesifik yang tinggi (Wona et al., 2015). Serat kontinu mampu menghasilkan sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan serat pendek karena lebih efektif dalam mentransfer beban (Martijanti, 2011). Meskipun demikian, serat pendek tetap banyak digunakan karena lebih mudah diproses dan masih mampu meningkatkan sifat mekanik komposit dibandingkan matriks tanpa penguat (Dini Sriwati, 2014).

2.3. Laminasi Dan Arah Sudut Serat

Laminasi merupakan proses penyusunan beberapa lapisan (lamina) yang terdiri atas serat penguat dan matriks menjadi satu kesatuan material komposit (laminated composite). Setiap lapisan memiliki orientasi serat tertentu yang disebut sudut lamina, yang umumnya dinyatakan dalam derajat seperti 0°, 45°, dan 90°. Variasi orientasi serat bertujuan untuk mengoptimalkan distribusi beban sehingga diperoleh sifat mekanik yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi. Dalam komposit berpenguat serat kontinu, beberapa lamina yang disusun menjadi laminat dapat memiliki orientasi yang berbeda pada setiap lapisannya, sehingga memberikan karakteristik mekanik yang berbeda pula, seperti kekuatan tarik, kekakuan, ketahanan impact, dan ketahanan lelah (fatigue) (Prasetyo et al., 2017; Purwanto & Hariyono, 2020).

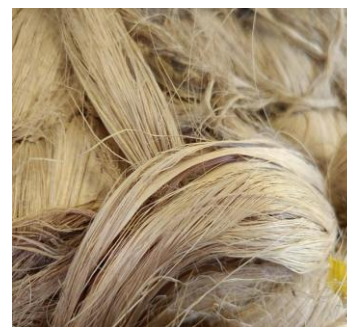


Gambar 1. Komposit Lamina

Arah orientasi serat pada setiap lamina berpengaruh langsung terhadap kemampuan komposit dalam menahan beban mekanik. Orientasi 0° memberikan kekuatan tarik paling tinggi karena serat sejajar dengan arah pembebanan sehingga mampu mentransfer beban secara maksimal. Sebaliknya, pada orientasi 90° beban lebih banyak ditanggung oleh matriks sehingga kekuatan tarik cenderung lebih rendah. Sementara itu, orientasi 45° lebih efektif dalam menahan tegangan geser dan mendistribusikan beban pada struktur yang mengalami pembebanan multiarah. Oleh karena itu, pemilihan sudut lamina yang tepat menjadi faktor penting dalam meningkatkan performa mekanik komposit, di mana kesesuaian antara orientasi serat dan arah pembebanan akan menghasilkan kekuatan serta kekakuan yang lebih optimal dibandingkan material konvensional (Balfas, 2022).

2.4. Serat Pohon Pisang

Serat batang pisang merupakan serat lignoselulosa yang berasal dari batang semu (pseudo-stem) tanaman pisang dan memiliki potensi sebagai bahan penguat (reinforcement) pada material komposit. Serat ini tersusun atas selulosa sebagai komponen utama yang berperan dalam memberikan kekuatan tarik, sedangkan lignin dan hemiselulosa memberikan kekakuan pada serat. Kandungan pektin dan zat ekstraktif umumnya dikurangi melalui perlakuan alkalisasi untuk meningkatkan ikatan antara serat dan matriks. Selain memiliki kekuatan mekanik yang cukup baik, serat batang pisang juga memiliki keunggulan berupa ketersediaan yang melimpah, biaya yang rendah, dan sifat biodegradabel sehingga berpotensi menggantikan sebagian penggunaan serat sintetis. Namun demikian, serat ini memiliki kelemahan berupa daya serap air yang tinggi sehingga memerlukan perlakuan tertentu sebelum digunakan sebagai penguat komposit (Bachok et al., 2023; Rizki Amanda, 2024).



Gambar 2. Serat Pisang Abaka

Salah satu jenis serat pisang yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan komposit adalah serat pisang abaka (*Musa textilis* Nee). Serat ini dikenal memiliki kekuatan tarik yang tinggi, ringan, serta berasal dari tanaman yang dibudidayakan khusus untuk menghasilkan serat. Proses ekstraksi dilakukan melalui penyerutan batang menggunakan mesin decorticator kemudian dikeringkan hingga mencapai kadar air yang sesuai. Selain dimanfaatkan pada industri tali, tekstil, pulp, dan kertas berkualitas tinggi, serat pisang abaka juga memiliki potensi besar sebagai bahan penguat komposit karena mampu meningkatkan sifat mekanik material serta mendukung pengembangan material yang ramah lingkungan dan berkelanjutan (Dri Handono, 2018; Haris et al., 2020).

2.5. Uji Sifat Mekanik Komposit Lamina

Pengujian sifat mekanik pada komposit lamina dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan material dalam menerima dan menahan beban mekanik. Sifat mekanik komposit dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti orientasi serat, jenis serat, jenis matriks, fraksi volume serat, kualitas ikatan antarmuka serat–matriks, serta metode fabrikasi. Variasi arah sudut lamina menyebabkan distribusi tegangan di dalam material menjadi berbeda sehingga menghasilkan perbedaan pada kekuatan, kekakuan, dan ketangguhan komposit. Oleh karena itu, pengujian sifat mekanik diperlukan untuk mengetahui pengaruh konfigurasi laminasi terhadap performa material komposit (Kurniawan et al., 2020).

Uji tarik (tensile test) merupakan metode pengujian mekanik untuk menentukan kemampuan material dalam menahan beban tarik hingga mengalami deformasi atau patah. Pada penelitian ini, pengujian dilakukan menggunakan standar ASTM D638 untuk memperoleh nilai kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitas. Kekuatan tarik dihitung menggunakan. Nilai-nilai tersebut digunakan untuk mengevaluasi pengaruh orientasi serat terhadap respons mekanik komposit (Ervan Effendi, 2015; Zulmiardi, 2021).

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (1)$$

Uji impact dilakukan untuk mengetahui kemampuan material dalam menyerap energi akibat pembebanan kejut (impact loading). Pengujian pada penelitian ini menggunakan standar ASTM E23 dengan metode Charpy, sehingga diperoleh nilai energi serap dan harga impact material. Energi impact dihitung menggunakan. Semakin tinggi nilai energi serap dan harga impact, semakin baik kemampuan material dalam menahan beban kejut serta

semakin tinggi tingkat ketangguhannya (Erasmus Manglo, 2022).

$$E = mg(h_1 - h_2) \quad (2)$$

3. METODOLOGI

3.1. Bahan dan Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi mesin uji tarik, mesin uji impak, alat potong (cutter dan gunting), alat ukur (mistar, busur derajat, dan gelas ukur), timbangan digital, cetakan spesimen, mesin gerinda, kamera digital, serta sarung tangan sebagai alat pelindung diri. Adapun bahan yang digunakan terdiri atas serat batang pohon pisang sebagai bahan penguat (*reinforcement*), resin poliester sebagai matriks, dan katalis sebagai bahan pengeras resin dalam proses pembuatan spesimen komposit.

3.2. Metode penelitian

Penelitian diawali dengan pengadaan bahan utama, yaitu serat batang pohon pisang yang diperoleh dari Kabupaten Purbalingga, Provinsi Jawa Tengah, sedangkan resin poliester dan katalis diperoleh dari Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan. Sebelum proses fabrikasi dilakukan, seluruh peralatan dipersiapkan dan cetakan dibersihkan untuk memastikan proses pencetakan berlangsung dengan baik. Serat dipotong sesuai ukuran, ditimbang berdasarkan fraksi berat, kemudian resin dan katalis diukur sesuai komposisi yang telah ditentukan.

Pembuatan material komposit dilakukan dengan metode laminasi menggunakan variasi fraksi serat sebesar 5%:95% dan 10%:90% terhadap resin poliester. Serat disusun dengan orientasi sudut 0°/45°/90°/135°/0°, kemudian ditempatkan ke dalam cetakan dan diresapi resin poliester yang telah dicampur katalis hingga seluruh serat terbasahi secara merata. Selanjutnya komposit dipadatkan, didiamkan selama 24 jam hingga mengeras, kemudian dilepaskan dari cetakan dan disimpan pada kondisi kering. Material yang telah terbentuk selanjutnya dipotong menjadi spesimen sesuai standar pengujian tarik ASTM D638 dan uji impak ASTM E23.

Pengujian sifat mekanik meliputi uji tarik dan uji impak. Pada uji tarik, spesimen diukur dimensinya, dipasang pada mesin uji tarik, kemudian dibebani hingga patah untuk memperoleh data gaya tarik maksimum dan pertambahan panjang spesimen. Sementara itu, pada uji impak, spesimen dipasang pada mesin uji impak metode Charpy, kemudian dikenai pembebanan kejut menggunakan bandul sehingga diperoleh nilai energi serap impak. Data hasil kedua pengujian selanjutnya dianalisis untuk mengevaluasi pengaruh variasi fraksi serat dan arah sudut lamina terhadap kekuatan tarik dan ketangguhan impak komposit serat batang pohon pisang.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Penyajian Hasil

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui kemampuan material komposit dalam menahan beban tarik hingga mengalami deformasi atau patah. Parameter yang dianalisis meliputi tegangan tarik maksimum, regangan, dan karakteristik deformasi spesimen. Berdasarkan data hasil pengujian, dilakukan perhitungan luas penampang awal, tegangan tarik maksimum, dan regangan untuk mengevaluasi pengaruh variasi arah sudut lamina terhadap sifat mekanik komposit serat batang pisang.

Lebar Awal Spesimen (W0)	= 19 mm
Tebal Awal Spesimen (B0)	= 12 mm
Panjang Awal Spesimen (L0)	= 57 mm
Pertambahan Panjang (ΔL)	= 2,10 mm
Gaya Maksimum (Fm)	= 4.150.00 N

Adapun Data-Data Yang Diperoleh Dari Pengujian Sebagai Berikut :

Menghitung Luas Penampang (A0)

$$A0 = W0 \cdot B0 \quad (3)$$

Dimana:

A0 = Luas Penampang Awal (mm²)

W0 = Lebar Awal Spesimen (mm)

B0 = Tebal Awal Spesimen (mm)

$$\begin{aligned} A0 &= W \cdot B0 \\ &= 19.12 \\ &= 228 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Menghitung Tegangan Maksimum (Fm)

$$\sigma_m = \frac{F_m}{A_0} \quad (4)$$

Dimana:

σ_m = Tegangan Maksimum (N/mm²)

Fm = Gaya Maksimum (N)

A0 = Luas Penampang Awal (mm²)

$$\begin{aligned} \sigma_m &= \frac{F_m}{A_0} \\ &= \frac{4150}{228} \\ &= 18,20 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Menghitung Regangan (ε)

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \quad (5)$$

Dimana:

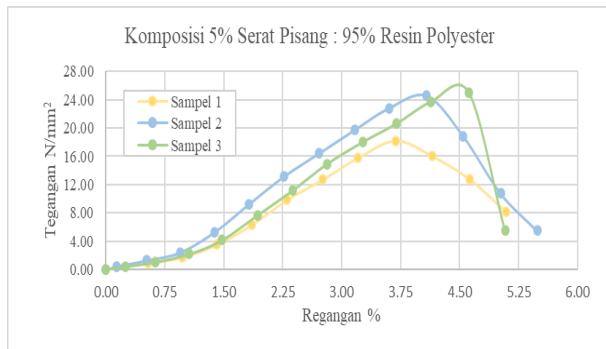
ε = Regangan (%)

L0 = Panjang Mula-Mula Spesimen (Mm)

ΔL = Pertambahan Panjang

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\%$$

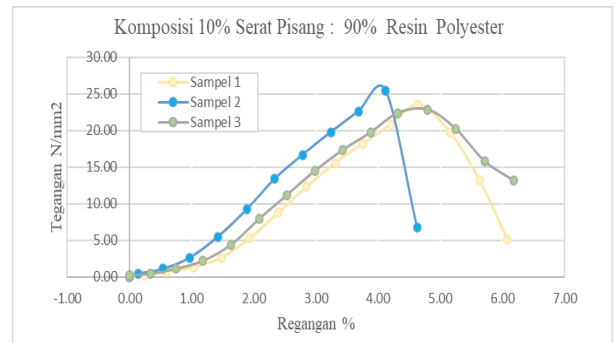
$$\varepsilon = \frac{2,10}{57} \times 100\% = 3,684 \%$$



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Tegangan Tarik dan Regangan Komposit Campuran Dengan Perbandingan Serat Pisang 5% dan 95% Resin Poliester terhadap Uji Tarik

Berdasarkan Gambar 3, hasil pengujian tarik pada komposit dengan komposisi 5% serat batang pisang dan 95% resin poliester menunjukkan bahwa setiap spesimen menghasilkan nilai tegangan tarik dan regangan yang berbeda. Perbedaan tersebut relatif kecil karena seluruh spesimen menggunakan komposisi material dan orientasi laminasi yang sama. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa spesimen 1 memiliki tegangan tarik maksimum sebesar 18,20 N/mm² dengan regangan 3,69%, spesimen 2 sebesar 24,56 N/mm² dengan regangan 4,08%, sedangkan spesimen 3 menghasilkan tegangan tarik maksimum tertinggi, yaitu 25,00 N/mm² dengan regangan 4,62%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan nilai tegangan tarik diikuti oleh peningkatan nilai regangan yang dihasilkan spesimen.

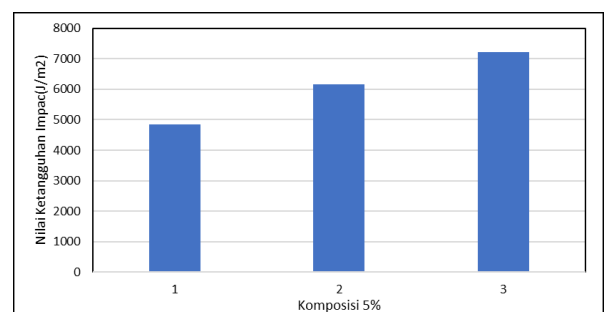
Perbedaan nilai tegangan tarik dan regangan antarspesimen diduga dipengaruhi oleh kualitas proses fabrikasi komposit, terutama distribusi resin yang belum merata pada seluruh permukaan serat serta adanya porositas di dalam material. Ketidaktersempurnaan impregnasi antara matriks dan serat dapat menyebabkan ikatan antarmuka (interfacial bonding) menjadi kurang optimal sehingga memengaruhi kemampuan komposit dalam menerima dan mendistribusikan beban tarik. Meskipun demikian, variasi nilai yang diperoleh masih berada pada kisaran yang relatif kecil, sehingga menunjukkan bahwa komposit dengan komposisi 5% serat batang pisang dan 95% resin poliester memiliki karakteristik mekanik yang cukup konsisten pada pengujian tarik.



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Tegangan Tarik Dan Regangan Komposit Campuran Dengan Perbandingan Serat Pisang 10% Dan 90% Resin Poliester , Terhadap Uji Tarik

Berdasarkan Gambar 4, hasil pengujian tarik pada komposit dengan komposisi 10% serat batang pisang dan 90% resin poliester menunjukkan bahwa setiap spesimen menghasilkan nilai tegangan tarik dan regangan yang berbeda. Perbedaan nilai tersebut relatif kecil karena seluruh spesimen dibuat dengan komposisi material dan orientasi laminasi yang sama. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa spesimen 1 memiliki tegangan tarik maksimum sebesar 23,46 N/mm² dengan regangan 4,64%, spesimen 2 menghasilkan tegangan tarik maksimum tertinggi sebesar 25,44 N/mm² dengan regangan 4,12%, sedangkan spesimen 3 memiliki tegangan tarik sebesar 22,81 N/mm² dengan regangan 4,80%. Secara umum, hasil pengujian menunjukkan bahwa komposit dengan fraksi serat 10% memiliki kemampuan menahan beban tarik yang baik dengan nilai tegangan dan regangan yang relatif konsisten.

Perbedaan nilai tegangan tarik dan regangan antarspesimen dipengaruhi oleh kualitas proses fabrikasi komposit, terutama distribusi resin yang kurang merata, ikatan antarmuka (interfacial bonding) antara serat dan matriks yang belum sempurna, serta adanya porositas pada spesimen. Faktor-faktor tersebut dapat menyebabkan distribusi beban selama pengujian menjadi tidak seragam sehingga memengaruhi nilai kekuatan tarik yang diperoleh. Meskipun demikian, variasi hasil yang relatif kecil menunjukkan bahwa proses pembuatan komposit telah menghasilkan spesimen dengan karakteristik mekanik yang cukup seragam.

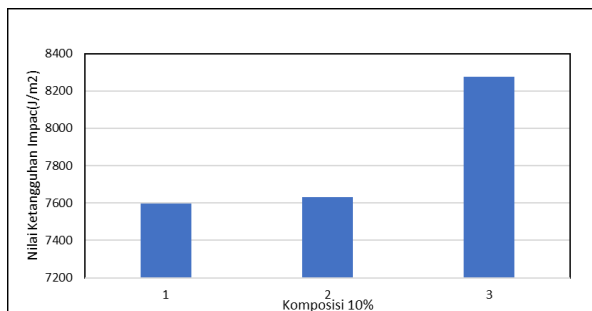


Gambar 5. Grafik Nilai Ketangguhan Material Komposit Serat Pisang 5%, Resin Poliester 95% Terhadap Pengujian Impact Test.

Berdasarkan Gambar 5, hasil pengujian impak pada komposit dengan komposisi 5% serat batang pisang dan 95% resin poliester menunjukkan bahwa setiap spesimen

memiliki nilai ketangguhan yang bervariasi. Meskipun menggunakan komposisi material yang sama, perbedaan nilai yang diperoleh relatif kecil. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa spesimen 1 memiliki nilai ketangguhan sebesar 4.836,985 J/m², spesimen 2 sebesar 6.154,328 J/m², dan spesimen 3 sebesar 7.203,960 J/m². Dari ketiga spesimen tersebut diperoleh nilai rata-rata ketangguhan sebesar 6.065,09 J/m², yang menunjukkan bahwa komposit mampu menyerap energi impact dengan tingkat ketangguhan yang relatif konsisten.

Perbedaan nilai ketangguhan antarspesimen diduga dipengaruhi oleh proses fabrikasi komposit, terutama distribusi resin yang kurang merata, ikatan antara serat dan matriks yang belum optimal, serta adanya porositas di dalam spesimen. Kondisi tersebut menyebabkan kemampuan material dalam menyerap energi impact menjadi berbeda pada setiap spesimen. Namun demikian, selisih nilai ketangguhan yang tidak terlalu besar menunjukkan bahwa komposit dengan komposisi 5% serat batang pisang dan 95% resin poliester memiliki karakteristik ketangguhan yang cukup seragam.



Gambar 6 Grafik Nilai Ketangguhan Komposit Dengan Perbandingan Komposisi Serat Pisang 10% Dan Resin Polyester 90%, Terhadap Uji Impact Test.

Berdasarkan Gambar 6, hasil pengujian impact pada komposit dengan komposisi 10% serat batang pisang dan 90% resin poliester menunjukkan bahwa setiap spesimen memiliki nilai ketangguhan yang bervariasi, meskipun seluruh spesimen dibuat dengan komposisi material yang sama. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa spesimen 1 memiliki nilai ketangguhan sebesar 7.596,741 J/m², spesimen 2 sebesar 7.631,720 J/m², dan spesimen 3 sebesar 8.275,761 J/m². Dari ketiga spesimen tersebut diperoleh nilai rata-rata ketangguhan sebesar 7.834,74 J/m², yang menunjukkan bahwa penambahan fraksi serat sebesar 10% memberikan kemampuan penyerapan energi impact yang relatif baik dengan hasil yang cukup konsisten antarsampel.

Perbedaan nilai ketangguhan pada setiap spesimen diduga dipengaruhi oleh kualitas proses fabrikasi, seperti distribusi resin yang kurang merata, ikatan antarmuka (interfacial bonding) antara serat dan matriks yang belum sempurna, serta adanya porositas pada material komposit. Faktor-faktor tersebut dapat menyebabkan kemampuan spesimen dalam menyerap energi impact menjadi berbeda. Namun demikian, selisih nilai ketangguhan yang relatif kecil menunjukkan bahwa proses pembuatan komposit menghasilkan karakteristik mekanik yang cukup seragam, sehingga komposit dengan komposisi 10% serat batang pisang dan 90% resin poliester memiliki ketahanan impact yang baik terhadap pembebanan kejutan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh arah sudut lamina terhadap kekuatan tarik dan impact komposit serat batang pohon pisang dengan susunan lamina 0°/45°/90°/135°/0°, diperoleh bahwa komposit dengan komposisi 10% serat batang pohon pisang dan 90% resin poliester menghasilkan kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan komposit dengan komposisi 5% serat dan 95% resin poliester. Nilai rata-rata kekuatan tarik yang diperoleh masing-masing sebesar 23,90 N/mm² dan 22,59 N/mm². Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan fraksi serat memberikan kontribusi positif terhadap kemampuan komposit dalam menahan beban tarik.

Selain meningkatkan kekuatan tarik, penambahan fraksi serat juga meningkatkan ketangguhan impact komposit. Komposit dengan komposisi 10% serat batang pohon pisang dan 90% resin poliester menghasilkan nilai rata-rata ketangguhan impact sebesar 7.834,74 J/m², lebih tinggi dibandingkan komposisi 5% serat dan 95% resin poliester yang memperoleh nilai rata-rata sebesar 6.065,09 J/m². Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan kandungan serat mampu meningkatkan kemampuan komposit dalam menyerap energi akibat beban kejutan. Oleh karena itu, proses pencampuran bahan, distribusi resin, dan kualitas fabrikasi perlu diperhatikan agar diperoleh material komposit dengan sifat mekanik yang lebih optimal.

5.2. Saran

Proses pembuatan komposit perlu memperhatikan keseragaman distribusi serat dan pencampuran resin agar diperoleh ikatan serat-matriks yang baik serta hasil pengujian yang lebih akurat.

Penelitian selanjutnya disarankan mengembangkan variasi fraksi serat, orientasi sudut lamina, atau melakukan pengujian sifat mekanik lainnya, seperti uji lentur dan uji kekerasan, untuk memperoleh karakteristik komposit yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Bachok, S., Tun, P., & Nasir, S. (2023). *Proceeding – Malaysia International Convention on Education Research & Management (MICER) 14-16 March, 2020. Bangi Resort Hotel, Bandar Baru Bangi, Malaysia.*
<https://www.researchgate.net/publication/368832247>
- Balfas, M. (2022). *Analisis Sifat Mekanis Bahan Komposit Lamina Serat Sisal (Sisalana Agave) Bermatriks Polimer.*
- Delni Sriwati, A. (2014). *Pembuatan Dan Karakterisasi Sifat Mekanik Bahan Komposit Serat Daun Nenas-Polyester Ditinjau Dari Fraksi Massa Dan Orientasi Serat.*
- Diana, L., Ghani Safitra, A., & Nabel Ariansyah, M. (2020). *Analisis Kekuatan Tarik pada Material*

- Komposit dengan Serat Penguat Polimer*. 4(2), 59–67.
- Dri Handono, S. (2018). *Kaji Eksperimen Variasi Jenis Serat Batang Pisang Untuk Bahan Komposit Terhadap Kekuatan Mekanik*. 7(2).
- Erasmus Manglo. (2022). *Analisis Kekuatan Uji Tarik Dan Uji Impak Komposit Serat Alam (Serat Batang Pisang) Tugas Akhir*.
- Ervan Effendi. (2015). *Analisa Kekuatan Pipa Komposit Serat Batang Pisang Polyester Yang Disusun Dua Lapis Serat 25 0 /-25 0 Terhadap Pengujian Tarik Dengan Variasi Temperatur Ruang Uji*.
- Gunawan, R., Mujiyanto, A., Setiawan, K., Waluyo, H. T., Kalimantan Timur JllrHJuanda, M., Ulu, K., Samarinda, K., & Timur, K. (2023). Pengaruh Variasi Fraksi Volume Pada Kekuatan Mekanik Komposit Berpenguat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit. In *Jurnal Mechanical* (Vol. 14).
- Haris, A., Hermanto, Misdiyanto, & Yoyok. (2020). Sosialisasi Dan Pelatihan Proses Pembuatan Serat Abaca Dari Pohon Pisang Abaca Di Kabupaten Kepulauan Talaud Propinsi Sulawesi Utara. *Dinamisia : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(3), 440–446. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v4i3.4737>
- Jonathan Oroh, Ir. Frans. P. . S. L. (2013). *Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Dari Serat Sabut Kelapa*.
- Kurniawan, A., Widi, K. A., Uhib, M. A., Saskara, P. S., Dwipayana, M. A., Wijaya, G. N. R., Rizaldi, A., & Arisudana, P. W. S. P. (2020). *Studi Penyerapan Energi Beban Kejut Laminasi Komposit Epoxy-Karet*. 11(2), 1–5.
- Martijanti. (2011). *Analisa Orientasi Arah Dan Fraksi Volume Serta Terhadap Kekuatan Geser Dan Tarik Material Komposit Berpenguat Serat Batang Pisang Abaka*.
- Nayiroh, N. (2013). *Teknologi Material Komposit*.
- Nugroho Yuliono, E., Yulianto, A., Mahardika Prasetya Aji, dan, Negeri, S., Raya Barat Sitanggal Brebes, J., Fisika, J., & Universitas Negeri Semarang Jalan Raya Sekaran Gunungpati Semarang, F. (2013). *Kuat Tarik Tali Berbahan Dasar Serat Batang Pisang* (Vol. 3, Number 1).
- Paundra, F., Setiawan, A. D., Muhyi, A., Qalbina, F., Mesin, T., Teknologi, I., Alamat, S., Ryacudu, J. T., Huwi, W., Agung, K. J., Kabupaten, L., & Selatan, L. 35365. (2022). *Analisis Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Berpenguat Serat Batang Pisang Kepok Dan Serat Pinang*. *Journal Mechanical Engineering (NJME)*, 11(1).
- Prasetyo, W. A., Gunara, D. M., & Penerbangan, J. T. (2017). *Analisis Perbandingan Kekuatan Tarik Orientasi Unidirectional 0° Dan 90° Pada Struktur Komposit Serat Mendong Dengan Menggunakan Epoksi Bakelite Epr 174* (Vol. 19).
- Purwanto, E., & Hariyono, A. (2020). Analisis Orientasi Sudut Serat Dan Jumlah Lamina Serat Terhadap Kekuatan Lelah (Fatigue) Laminated Composite. *Jurnal Teknik: Ilmu Dan Aplikasi*, 09(2).
- Rizki Amanda, S. B. A. (2024). *Analisis Sifat Mekanik Komposit Polyester Serat Pelepah Pisang Abaka Berdasarkan Variasi Fraksi Volume*.
- Roviudin, A. F., Hartono, P., & Basjir, M. (2021). *Analisis Pengaruh Penambahan Resin Content Dengan Serat Pohon Pisang Terhadap Sifat Mekanik*.
- Wahyu Utomo, L. (2021). Sifat Mekanis dan Kegunaan Komposit dari Produk Olefin Polipropilena yang Berpenguat Serat. In *Saintekno* (Vol. 19, Number 1). <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/saintekno>
- Wona, H., Boimau, K., Maliwemu, E. U. K., & Mesin, J. T. (2015). *Pengaruh Variasi Fraksi Volume Serat terhadap Kekuatan Bending dan Impak Komposit Polyester Berpenguat Serat Agave Cantula*. <http://ejournal-fst-unc.com/index.php/LJTMU>
- Zulmiardi, M. S. F. S. (2021). *Oleh Uji Mekanik Komposit Serat Daun Nenas Bermatrik Resin Getah Pinus*.