



Karakterisasi Fisik dan Mekanis Komposit Hybrid dari Serat Pelepah Pisang, Fiberglass, dan Epoxy

Muchammad Aryadi Anwar

Program Studi Teknik Mesin Universitas Muria Kudus

Alamat: Jl. Lkr. Utara, Kayuapu Kulon, Gondangmanis, Kec. Bae, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah 59327

Ratri Rahmawati

Program Studi Teknik Mesin Universitas Muria Kudus

Alamat: Jl. Lkr. Utara, Kayuapu Kulon, Gondangmanis, Kec. Bae, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah 59327

Rianto Wibowo

Program Studi Teknik Mesin Universitas Muria Kudus

Alamat: Jl. Lkr. Utara, Kayuapu Kulon, Gondangmanis, Kec. Bae, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah 59327

Sigit Arrohman

Program Studi Teknik Mesin Universitas Jenderal Soedirman

Alamat: Jl. Profesor DR. HR Boenyamin No.708, Dukuhbandong, Grendeng, Kec. Purwokerto Utara, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah 53122

Korespondensi penulis: ratrirahmawati@umk.ac.id

Abstract. *The increasing need for environmentally friendly materials encourages research on natural fiber-based composites. This study aims to characterize the physical and mechanical properties of hybrid composites of banana leaf fibers, fiberglass, and epoxy, as an alternative automotive material. The manufacturing process used the hand lay-up method with variations in the volume fraction of banana frond fiber, fiberglass and epoxy (10%; 20%; 70%), (15%; 15%; 70%), (20%; 10%; 70%). And used Experimental Research for Experiment Method. Tests include tensile (ASTM D-3039), impact (ASTM D-5924), and bending (ASTM D-790) tests. Results showed the highest tensile strength at 20% banana leaf fraction reached 38.78 MPa, exceeding the SAE J 1717 standard for car bumper applications. However, increasing the banana leaf fiber decreased the impact strength due to uneven fiber distribution. The highest bending strength was recorded at 69.648 MPa at a balanced fraction of 15% banana fronds and fiberglass. This study indicates the potential of banana leaf fiber hybrid composites as an environmentally friendly alternative material in the automotive industry.*

Keywords: *hybrid composite, banana leaf, fiberglass, epoxy, mechanical properties*

Abstrak. *Meningkatnya kebutuhan akan material ramah lingkungan mendorong penelitian komposit berbasis serat alami. Penelitian ini bertujuan mengkarakterisasi sifat*

Received May 13, 2025; Revised May 17, 2025; Accepted June 28, 2025

**Muchammad Aryadi Anwar, ratrirahmawati@umk.ac.id*

fisik dan mekanis komposit hibrid dari serat pelepah pisang, fiberglass, dan epoxy, sebagai alternatif material otomotif. Proses pembuatan menggunakan metode hand lay-up dengan variasi fraksi volume serat pelepah pisang, fiberglass dan epoxy (10%;20%;70%),(15%;15%;70%),(20%;10%;70%). Metode Penelitiannya adalah Experimenta Research. Pengujian meliputi uji tarik (ASTM D-3039), impak (ASTM D-5924), dan bending (ASTM D-790). Hasil menunjukkan kekuatan tarik tertinggi pada fraksi 20% pelepah pisang mencapai 38,78 MPa, melebihi standar SAE J 1717 untuk aplikasi bumper mobil. Namun, peningkatan serat pelepah pisang menurunkan kekuatan impak karena distribusi serat yang kurang merata. Kekuatan bending tertinggi tercatat 69,648 MPa pada fraksi seimbang 15% pelepah pisang dan fiberglass. Penelitian ini mengindikasikan potensi komposit hibrid serat pelepah pisang sebagai material alternatif ramah lingkungan di industri otomotif.

Kata kunci: komposit hibrid, pelepah pisang, fiberglass, epoxy, sifat mekanik

LATAR BELAKANG

Dalam era global saat ini, kesadaran akan pentingnya penggunaan material ramah lingkungan semakin meningkat, terutama di Indonesia, banyak industri masih bergantung pada bahan tidak terbarukan dan tidak ramah lingkungan. Hal ini menimbulkan tantangan dan mendorong inovasi untuk menemukan material baru yang memiliki sifat yang sama atau lebih baik daripada bahan yang ada. Salah satu solusi yang menjanjikan adalah pengembangan komposit, yang merupakan material yang terdiri dari beberapa bahan penyusun dengan karakteristik berbeda. Fokus penelitian ini adalah pada karakterisasi fisik dan mekanis dari komposit hybrid yang terbuat dari serat pelepah pisang dan fiberglass dengan resin epoxy sebagai matriks (Khofifah Enggar Wihardo), 2024). Dengan memanfaatkan serat alami yang ramah lingkungan dan mengurangi ketergantungan pada bahan sintesis, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi serat pelepah pisang dalam menciptakan material komposit yang tidak hanya memenuhi kebutuhan teknis, tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan industri otomotif (Paundra dkk., 2022; Hanafi dkk., 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi serat pelepah pisang dalam menciptakan material komposit yang tidak hanya memenuhi kebutuhan teknis, tetapi juga berkontribusi terhadap keberlanjutan industri otomotif. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap inovasi material yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Selain itu, untuk memenuhi SAE J 1717

adalah standar yang ditetapkan oleh Society of Automotive Engineers untuk menguji kekuatan dan ketahanan material, khususnya dalam aplikasi otomotif seperti bumper mobil. Parameter yang diatur dalam standar ini mencakup kekuatan tarik, kekuatan impak dengan kekuatan tarik standar ditetapkan sebesar 8,09 Mpa (Zidny, 2020) (Hanafi et al., 2023).

KAJIAN TEORITIS

a.) Komposit

Material komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih bahan dengan sifat berbeda yang membentuk material baru dengan karakteristik mekanik yang unggul. Komposit hibrida adalah komposit berbasis serat alami dalam matriks polimer, baik alami maupun sintesis, yang dikombinasikan untuk meningkatkan kinerja material melalui perpaduan sifat masing-masing komponen (Ramón et al., 2023). Komposit tersusun atas dua elemen utama, yaitu filler sebagai penguat dan matriks sebagai pengikat, di mana pemilihan filler sangat memengaruhi sifat akhir material (Zidny, 2020). Berdasarkan jenis seratnya, komposit dapat menggunakan serat sintesis maupun alami, seperti sabut kelapa, ijuk, serat pinang, dan batang pisang yang semakin banyak dimanfaatkan karena sifatnya yang ramah lingkungan (Khofifah Enggar Wihardo, 2024).

b.) Serat

Serat adalah suatu jenis bahan berupa potongan potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang utuh. Serat secara umum terdiri dari dua jenis yaitu serat sintesis dan serat alam. Serat pelelah pisang terbukti dapat digunakan sebagai bahan penguat dalam pembuatan komposit dengan resin epoxy untuk dijadikan bahan pengganti material body otomotif contohnya bumper mobil (Gagak Eko Gati Warsono & Rizki Putra, 2022). Serat Fiberglass berupa lembaran benang yang diperoleh dari kaca cair yang ditarik menjadi serat lembut dan tipis. Ukuran serat ini berkisar 0,005 mm – 0,01 mm. Serat kaca memanfaatkan sifat kaca yang keras, namun memiliki sifat yang mudah retak bahkan pecah.

c.) Keuntungan Komposit

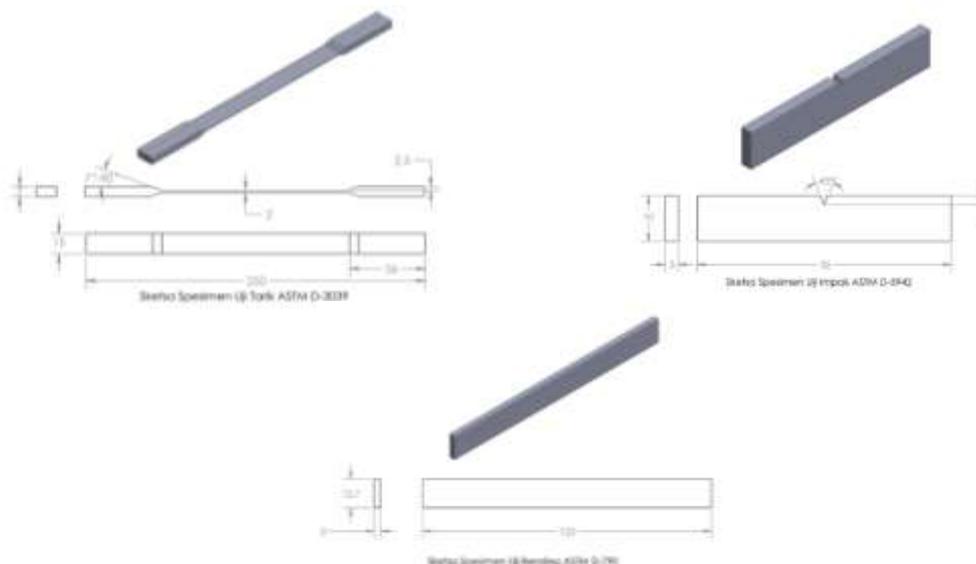
Komposit serat dalam dunia industri mulai dikembangkan dari pada menggunakan bahan partikel. Bahan komposit serat mempunyai keunggulan yang utama yaitu strong (kuat), stiff (tangguh), dan lebih tahan terhadap panas pada saat didalam matrik. Komposit dengan serat alam juga memiliki keuntungan yaitu relatif murah serta ramah terhadap lingkungan. Oleh karena itu, material komposit serat alam dapat diproyeksikan menjadi material alternatif pengganti komposit serat sintetis (Fiatul et al., 2023).

d.) Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya yang meneliti karakteristik mekanis serat pelepah pisang dengan orientasi acak dan matriks epoxy. Metode pengujian yang digunakan termasuk uji tarik, impact, dan bending. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit dengan serat pelepah pisang memiliki potensi sebagai bahan pengganti plastik dalam aplikasi tertentu (Wikan Novantoro, Hadi Saputra, 2024). Selain itu, terdapat penelitian yang menjabarkan mengenai pengaruh variasi fraksi volum terhadap kekuatan Tarik komposit yang menunjukkan bahwa kombinasi serat dapat meningkatkan kekuatan Tarik komposit (Paundra et al., 2022).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Universitas Muria Kudus untuk Pengolahan serta preparasi bahan uji dan Laboratorium Universitas Sanatha Darma untuk Pengujian. Penelitian ini memakan waktu selama 4 bulan. Standar pengujian yang digunakan adalah ASTM (American Standard Testing and Material) dengan menggunakan ASTM D-3039 untuk Pengujian Kekuatan Tarik, ASTM D-5924 untuk Pengujian Impact, dan ASTM D-790 untuk Pengujian Lentur.



Gambar 1. Sketsa Bentuk Spesimen Pengujian

Proses persiapan membutuhkan beberapa alat diantaranya timbangan digital, akrilik, jangka sorong, amplas. dan bahan yang digunakan Serat Pelelah Pisang, Fiberglass, dan Resin Epoxy Eposchon A + Hardener. Proses pembuatan komposit serat dari serat pelelah pisang dan fiberglass dengan resin epoxy adalah sebagai berikut
Persiapan alat dan bahan, Pencampuran Bahan yaitu arah serat abstrak memanjang dan matrik epoxy serta hardener dengan perbandingan 2:1, Pencetakan spesimen dengan metode hand lay up dengan akrilik sebagai cetakan, Pengeringan yang membutuhkan waktu 9-12 jam, Finishing yaitu pemotongan sesuai dengan standart ASTM yang digunakan.

Tabel 1. Variasi Fraksi Volume Pengujian

No	Fraksi	Serat Pelelah Fiberglass pisang		Matriks Epoxy
1	Fraksi A	10%	20%	70%
2	Fraksi B	15%	15%	70%
3	Fraksi C	20%	10%	70%

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil eksperimen langsung pembuatan serat dengan variasi fraksi volume matriks 10%:20%:70%, 15%:15%:70%, 20%:10%:70% akan dilihat perbandingannya setelah dilakukan pengujian tarik, impact, dan bending untuk mendapatkan komposisi variasi serat fraksi terbaik.

1. Hasil Pengujian Tarik

Pengujian tarik bertujuan untuk mendapatkan nilai kekuatan tarik dan regangan tarik komposit serat pelelah pisang. Pengujian mengacu pada standar uji tarik ASTM D 3039. Mesin yang digunakan yaitu Gotech Testing Machines dilakukan di laboratorium Universitas Sanatha Darma . Pada tabel 3.1 disajikan hasil pengolahan data pengujian

tarik komposit serat pelepah pisang diantaranya meliputi nilai tegangan tarik dan regangan tarik. Untuk Mencari nilai Tegangan tarik (Mpa)

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Dengan:

σ = Kekuatan Tarik (MPa).

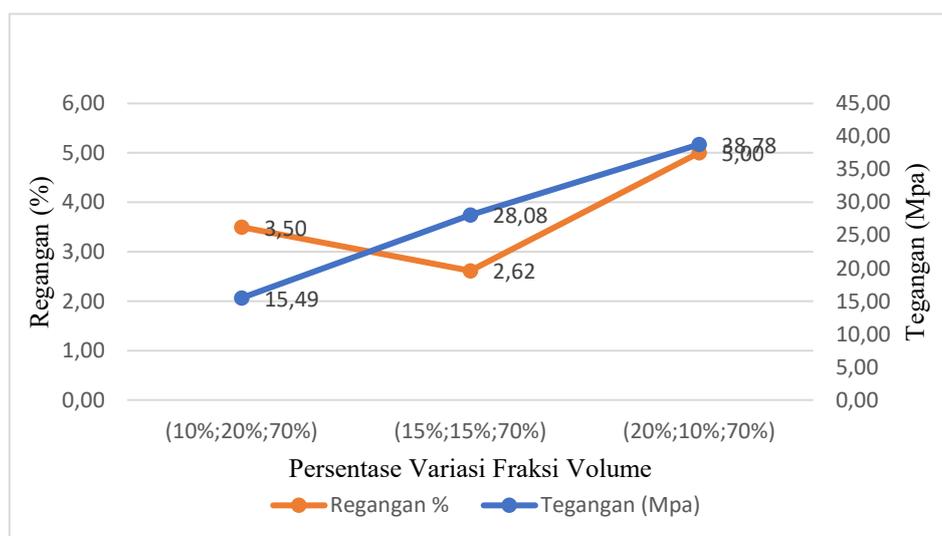
P = Beban Maksimal (N).

A = Luas penampang (mm²)

Tabel 3.1 Hasil Pengujian Tarik ASTM D-3039

No	Fraksi Berat	Kode Spesimen	Tegangan (Mpa)	Regangan %	Modulus Elastisitas N/mm ²
1	(10%;20%;70%)	A	15,49	3,50	0,45
2	(15%;15%;70%)	B	28,08	2,62	1,19
3	(20%;10%;70%)	C	38,78	5,00	0,95

Berdasarkan data pengujian pada tabel 3.1 jika disajikan dalam sebuah grafik didapat grafik seperti dibawah ini



Gambar 3.1 Perbandingan rata-rata Tegangan dan Regangan terhadap Fraksi Berat Pengujian Uji Tarik ASTM D-3039

Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa masing-masing variasi fraksi menghasilkan nilai kekuatan tarik yang berbeda. Fraksi C menunjukkan kekuatan tarik tertinggi, yaitu sebesar 38,78 MPa. Tingginya nilai kekuatan tarik pada fraksi ini dipengaruhi oleh proporsi serat pelelah pisang yang lebih besar.(Paundra, 2022), yang berperan sebagai elemen penahan beban saat spesimen mengalami gaya tarik, sehingga material menjadi lebih tahan terhadap putus. Sementara itu, fraksi A mencatatkan nilai kekuatan tarik terendah, yaitu 15,49 MPa. Rendahnya kekuatan tarik pada fraksi A disebabkan oleh kandungan serat pelelah pisang yang lebih sedikit dibandingkan dengan fiberglass, sehingga spesimen cenderung memiliki sifat lebih getas dan kurang mampu menahan gaya tarik dibandingkan variasi fraksi lainnya. Selain itu, Dengan adanya daerah penampang yang tidak ada penguat dikarenakan void apabila diberikan beban maka akan mudah terjadi retak pada daerah tersebut sehingga komposit lebih mudah patah(Praswanto et al., 2020). Untuk serat yang lebih sedikit, pada fraksi volum yang sama timbul konsentrasi tegangan yang banyak di setiap ujung serat dan berpotensi mengurangi kekuatan dari komposit tersebut (Mu'aazar Habibie & Widodo, 2022).

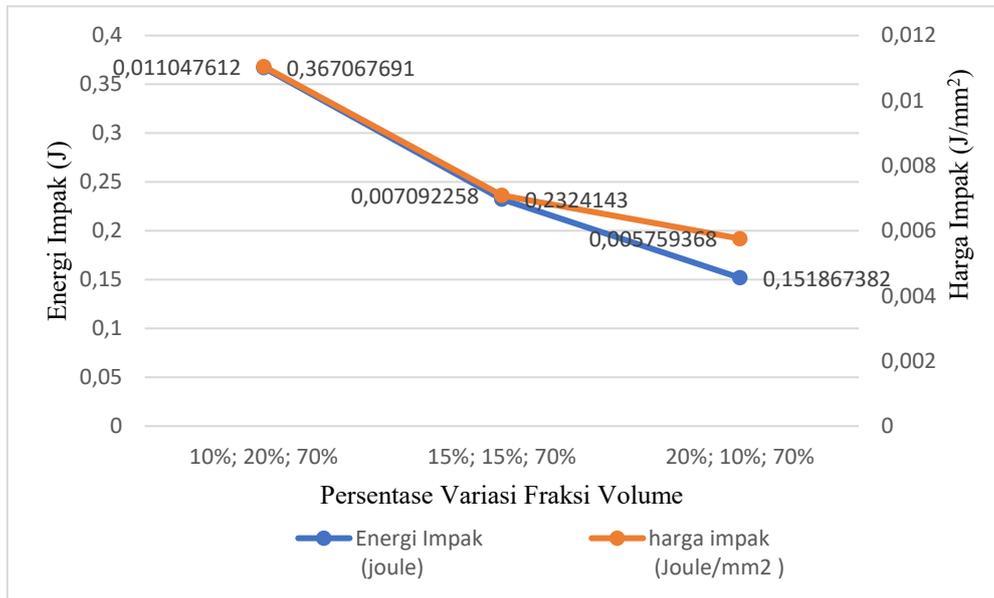
2. Hasil Pengujian Impak Charpy (ASTM D-5924)

Pengujian impak bertujuan untuk mengetahui kegetasan dan keuletan suatu bahan terhadap beban kejut dengan cara mengukur perubahan energi potensial sebuah pendulum yang diayunkan dari ketinggian dengan sudut tertentu pada komposit serat pelelah pisang(Wikan Novantoro , Hadi Saputra, 2024). Pengujian mengacu pada standar uji tarik ASTM D-5924. Pada tabel 3.2 disajikan hasil pengolahan data pengujian tarik komposit serat pelelah pisang diantaranya meliputi nilai energi impak dan harga impak.

Tabel 3.2 Hasil Pengujian Impak ASTM D-5924

No	Fraksi Berat	Energi Impak (joule)	harga impak (Joule/mm ²)
A	10%; 20%; 70%	0,367067691	0,011047612
B	15%; 15%; 70%	0,2324143	0,007092258
C	20%; 10%; 70%	0,151867382	0,005759368

Berdasarkan data pengujian pada tabel 3.2 jika disajikan dalam sebuah grafik didapat grafik seperti dibawah ini



Gambar 3.2 Perbandingan rata-rata Energi Impak dan Harga Impak terhadap Fraksi Berat Pengujian Impak Charpy ASTM D-5924

Hasil pengujian yang ditampilkan pada Gambar 3.2 menunjukkan bahwa nilai rata-rata energi impact tertinggi diperoleh pada fraksi A sebesar 0,367 J, diikuti oleh fraksi B sebesar 0,232 J, dan fraksi C sebesar 0,151 J. Adapun rata-rata harga impact masing-masing fraksi berturut-turut adalah 0,01104 J/mm² (fraksi A), 0,00709 J/mm² (fraksi B), dan 0,00575 J/mm² (fraksi C). Data ini mengindikasikan adanya tren penurunan nilai energi impact dan harga impact seiring dengan meningkatnya kandungan serat pelepah pisang dalam fraksi volume komposit. Penurunan sifat impact tersebut diduga disebabkan oleh distribusi serat yang tidak homogen, yang menghambat pembentukan ikatan antar fase yang optimal. Selain itu, keberadaan void atau rongga di antara serat dan matriks akibat proses pencampuran yang kurang sempurna turut berkontribusi terhadap penurunan kemampuan material dalam menyerap energi tumbukan (Wikan Novantoro, Hadi Saputra, 2024).

3. Hasil Pengujian Bending (ASTM D-790)

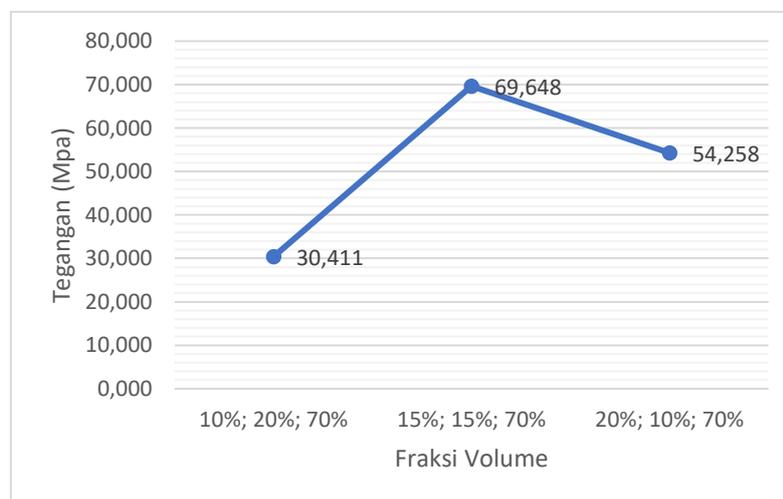
Pengujian bending dilakukan guna menentukan batas kelenturan dan titik patah material komposit saat diberikan beban lentur, dengan posisi tumpuan berjarak 60 mm. Metodologi ini mengacu pada standar ASTM D790 metode tiga titik (three-point

bending) yang secara umum digunakan untuk mengukur kekuatan lentur (flexural strength) pada plastik dan komposit berpenambahan maupun tanpa penambahan serat. Uji ini penting untuk mengevaluasi pengaruh variasi fraksi serat pelepah pisang terhadap performa mekanik komposit, terutama dalam hal kemampuan menahan gaya lentur sebelum terjadi patah. Hasil pengolahan data pengujian tersebut disajikan secara sistematis pada Tabel 3.3, sehingga analisis mendalam terhadap hubungan antara komposisi serat dan sifat mekanik bendanya.

Tabel 3.3 Hasil Pengujian Bending ASTM D-790

No	fraksi berat	kode spesimen	σ_{fm} (Mpa)
1	10%; 20%; 70%	A	30,411
2	15%; 15%; 70%	B	69,648
3	20%; 10%; 70%	C	54,258

Berdasarkan data pengujian pada tabel 3.3 jika disajikan dalam sebuah grafik didapat grafik seperti dibawah ini



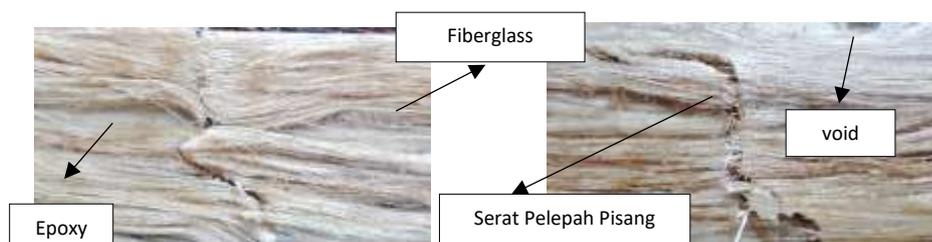
Gambar 1.3 Perbandingan rata-rata tegangan Bending terhadap Fraksi Berat Pengujian Bending ASTM D-790

Berdasarkan data hasil pengujian bending yang ditampilkan pada Gambar 3, diperoleh nilai tegangan lentur yang bervariasi untuk setiap fraksi volume serat pelepah pisang. Variasi ini tidak terlepas dari pengaruh perbedaan komposisi serat dalam masing-

masing spesimen. Rata-rata tegangan lentur tertinggi dicapai oleh fraksi B sebesar 69,648 MPa, diikuti oleh fraksi C sebesar 54,258 MPa, sedangkan nilai terendah diperoleh pada fraksi A dengan nilai sebesar 30,411 MPa. Penurunan kekuatan lentur pada fraksi C, meskipun memiliki kandungan serat lebih tinggi dibandingkan fraksi B, diduga disebabkan oleh ketidaksempurnaan proses preformasi, khususnya pada tahap pengeringan. Kandungan serat yang lebih banyak memperpanjang waktu pengeringan, sehingga berpotensi menyebabkan terbentuknya void serta kelembaban residu di dalam spesimen. Keberadaan void ini dapat menurunkan ikatan antara serat dan matriks, sehingga berdampak negatif terhadap kekuatan lentur komposit secara keseluruhan (Wibawa, 2020).

4. Pengamatan struktur Makro pada Material Komposit Hybrid

Foto makro digunakan sebagai metode karakterisasi visual untuk mengamati secara lebih rinci interaksi dan keterikatan antar serat dalam material komposit, serta untuk mendeteksi adanya cacat struktural seperti void atau rongga yang berpotensi memengaruhi sifat mekanik material (ASTM INTERNATIONAL, 2020). Pada penelitian ini, hasil foto makro ditampilkan untuk fraksi volume serat tertinggi dan terendah dari pengujian tarik, guna memperlihatkan perbedaan morfologi yang terjadi akibat variasi komposisi serat. Observasi visual melalui foto makro menjadi salah satu pendekatan yang efektif dalam mendeteksi cacat internal seperti void, retakan, atau ketidakterikatan serat yang tidak selalu terlihat pada pengujian mekanik.



Gambar 4. 1 Foto Makro Patahan Uji Tarik Tertinggi Gambar 4. 2 Foto Makro Patahan Uji Tarik Terendah

Dari Gambar yang ditunjukkan diatas terlihat ikatan antara serat pelepas pisang, fiberglass, dan matriks epoxy dimana setelah dicampurkan serat fiberglass menyatu. Pada uji foto makro kekuatan tarik tertinggi yang Perbandingan Serat Pelepas Pisang paling banyak terlihat susunan seratt lebih rapat menggumpal dibandingkan dengan hasil uji foto makro kekuatan tarik tertendah yang susunan serat pelepasnya lebih sedikit. Selain itu,

pada penelitian ini masih terdapat void atau cacat pada beberapa variasi fraksi yang disebabkan pada proses pencampuran antar serat dan matriks epoxy, adanya void pada komposit juga akan dapat mengurangi tingkat kekuatan dari komposit tersebut (Yuliyono et al., 2020)

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa: Hasil pengujian tarik komposit serat pelepah pisang dan fiberglass tertinggi diperoleh pada fraksi berat C (20%:10%:70%) sebesar 38,78 MPa. Peningkatan kekuatan tarik disebabkan adanya peningkatan jumlah serat, dan mengalami penurunan kekuatan tarik yang disebabkan komposisi matrik yaitu saat persentase fiberglass ditambah mengakibatkan benda uji menjadi lebih getas sehingga kekuatan tariknya menurun. Hasil pengujian impak komposit serat pelepah pisang dan fiberglass menunjukkan nilai energi impak tertinggi diperoleh pada fraksi A (10%:20%:70%) sebesar 0,367 Joule. Dari data yang diperoleh menunjukkan penurunan energi impak dan harga impak di setiap fraksi berat akibat dari kurang maksimalnya proses preforasi bahan. Hasil pengujian lengkung (bending) komposit serat pelepah pisang dan fiberglass menunjukkan nilai kekuatan bending tertinggi diperoleh pada fraksi B (15%:15%:70%) sebesar 69,648 Mpa. Dengan hasil tersebut komposit serat pelepah pisang dan fiberglass layak atau memenuhi syarat sebagai alternatif pengaplikasian pada industry otomotif yaitu kekuatan tarik yang tidak lebih dari 8,09 Mpa.

DAFTAR REFERENSI

- ASTM INTERNATIONAL. (2020). Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials. D790. *Annual Book of ASTM Standards*, 1–12. <https://doi.org/10.1520/D0790-15>.
- Fiatul, A., Politeknik, I., Surabaya, P. N., Wangi, A., Politeknik, S., Negeri, P., Danang, S., Suhadak, H., Perkapalan, P., Surabaya, N., Ayu, V., Politeknik, M., Denny, S., & Radianto, O. (2023). Analisis Limbah Serat Pelepah Pisang untuk dijadikan Bahan Pendukung Komposit Fiber Terhadap Uji Tarik. *Journal of Student Research (JSR)*, 1(4), 138–147. <https://doi.org/10.55606/jsr.v1i4>
- Gaguk Eko Gati Warsono, S., & Rizki Putra, I. (2022). ANALISIS KEKUATAN TARIK DAN BENDING KOMPOSIT SERAT PELEPAH PISANG. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(1), 167–174. <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i1.617>
- Hanafi, M. R. N., Mulyaningsih, N., & Hastuti, S. (2023). KEKUATAN TARIK 144 | Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer (TEKNIK)- Vol.5, No.2 JULI 2025

KOMPOSIT HYBRID BERPENGUAT SERAT JERAMI PADI, SERAT PELEPAH PISANG, DAN FIBERGLASS SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF BUMPER MOBIL. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL RISET TEKNOLOGI TERAPAN*, 1–5.

- Khofifah Enggar Wihardo), T. W. (2024). ANALISIS KEKUATAN MATERIAL KOMPOSIT HYBRID BERPENGUBAT SERAT BATANG PISANG DAN SERAT KULIT JAGUNG MENGGUNAKAN METODE HAND LAY UP. *Scientica Jurnal Ilmiah Sain Dan Teknologi*.
- Mu'aazar Habibie, A., & Widodo, A. B. (2022). Pemanfaatan Limbah Serat dari Pelepah Pisang sebagai Inovasi Bahan Komposit Laminasi Kapal Kayu. *Jurnal Jaring SainTek*, 4(1), 1–8. <http://ejurnal.ubharajaya.ac.id/index.php/jaring-saintek>
- Paundra, F. (2022). Analisis Kekuatan Tarik Komposit Hybrid BERPENGUAT Serat Batang Pisang Kepok Dan Serat Pinang. *Nozzle : Journal Mechanical Engineering*, 11(1), 9–13. <https://doi.org/10.30591/nozzle.v11i1.3122>
- Paundra, F., Setiawan, A. D., Muhyi, A., Qalbina, F., Mesin, T., Huwi, W., & Selatan, K. L. (2022). *Analisis Kekuatan Tarik Komposit Hybrid*. 11(1), 9–13.
- Praswanto, D. H., Djiwo, S., & Setyawan, E. Y. (2020). Karakteristik Kekuatan Tarik Dan Morfologi Biokomposit Pelepah Pisang Raksasa. *Jurnal Flywheel*, 11(1), 18–22. <https://doi.org/10.36040/flywheel.v11i1.2508>
- Ramón, V. B., Moreno, C. G., & Mora, E. W. (2023). Physical-Mechanical Evaluation of a Hybrid Sisal Fibre/Banana Stem Fibre/Bio Epoxy Biocomposite As a Replacement Alternative To Conventional Materials. *ARPJN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 18(11), 1270–1274. <https://doi.org/10.59018/0623163>
- Wikan Novantoro , Hadi Saputra, S. H. (2024). *KARAKTERISASI KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT PELEPAH PISANG SEBAGAI MATERIAL BOX KACAMATA*.
- Yuliyono, T., Purwanto, H., & Respati, S. M. B. (2020). KARAKTERISASI KOMPOSIT Matrik Resin Epoxy BERPENGUAT SERAT GLASS DAN SERAT PELEPAH SALAK DENGAN PERLAKUAN NaOH 5%. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 16(2), 156–161. <https://doi.org/10.36499/mim.v16i2.3772>
- Zidny. (2020). BAB I Pendahuluan BAB II Pembahasan. *Pontificia Universidad Catolica Del Peru*, 2(3), 1–16. https://kupdf.net/download/buku-panduan-zahir-accounting_5b0484b7e2b6f523370db08a_pdf