

PENGARUH LAPISAN SERAT DAN RESIN *EPOXY* TERHADAP KEKUATAN *IMPACT* KOMPOSIT SERAT ECENG GONDOK

Zidan Septian Adisurya^{1*)}, Priyagung Hartono²⁾, Cepi Yazirin³⁾

^{1*)} Universitas Islam Malang
email: zidanseptian17@gmail.com

²⁾ Universitas Islam Malang
email: priyagung@unisma.ac.id

³⁾ Universitas Islam Malang
email: cepiyazirin10@unisma.ac.id

^{*)} zidanseptian17@gmail.com

ABSTRACT

A composite is a material structure formed from a combination of two or more materials, processed on a macroscopic scale and physically fused. To improve the characteristics of natural fibers in composites, a NaOH alkalization process is carried out which influences the geometric shape of the fibers. A critical factor in determining the characteristics of a composite material involves the content or percentage of matrix and fiber, which is referred to as fiber volume fraction. Apart from the alkalization factor, the content or percentage of matrix and fiber is a crucial aspect in determining the characteristics of composite materials. Therefore, this study aims to evaluate the impact of fiber and epoxy resin layers on the impact test strength of water hyacinth fiber composites. Real experimental methods were used to understand the influence of the volume fraction of water hyacinth fiber and epoxy matrix on the impact strength of the composite. The results showed that Alkalization of NaOH in water hyacinth fiber with variations in resin and fiber fractions (40%, 50%, 60%) and concentration (5% and 10%) affected the impact value. Specimens with a 60% resin and fiber fraction that experienced 5% alkalization showed the lowest impact, while a 40% resin and fiber fraction that experienced 10% alkalization had the highest impact. These findings indicate that NaOH alkalization significantly affects water hyacinth fibers, potentially increasing strength due to the removal of lignin, hemicellulose, and pectin. Loss of these components can make the fiber more brittle and susceptible to damage. In testing the resin and fiber fractions (40%, 50%, 60%) with varying concentrations (5% and 10%) when mixing fiber with matrix, it was found that the 60% resin and fiber fraction with a concentration of 5% had the lowest impact strength of 61 J/mm², while the resin and fiber fraction of 40% with a concentration of 10% has the highest strength of 82 J/mm². The results of this research highlight the importance of optimizing the volume fraction of fiber and epoxy matrix to improve the impact characteristics of water hyacinth fiber composites. Key words: composite, alkalization, volume fraction, fiber, water hyacinth

Keywords: composite, alkalization, volume fraction, fiber, water hyacinth

ABSTRAK

Komposit merupakan struktur material yang terbentuk dari dua kombinasi bahan atau lebih, diproses pada skala makroskopik dan menyatu secara fisik. Untuk meningkatkan karakteristik serat alam dalam komposit, dilakukan proses alkalisasi NaOH yang membentuk pengaruh terhadap bentuk geometri serat. Faktor kritis dalam menentukan karakteristik material komposit

melibatkan kandungan atau persentase antara matriks dan serat, yang disebut sebagai fraksi volume serat. Selain dari faktor alkalisasi, kandungan atau persentase antara matriks dan serat menjadi aspek krusial dalam menentukan karakteristik material komposit. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak lapisan serat dan resin epoxy terhadap kekuatan uji impact pada komposit serat eceng gondok. Metode eksperimen nyata digunakan untuk memahami pengaruh fraksi volume serat eceng gondok dan matriks epoxy terhadap kekuatan impact komposit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alkalisasi NaOH pada serat eceng gondok dengan variasi fraksi resin dan serat (40%, 50%, 60%) dan konsentrasi (5% dan 10%) mempengaruhi nilai impact. Spesimen dengan fraksi resin dan serat 60% yang mengalami alkalisasi 5% menunjukkan impact terendah, sementara fraksi resin dan serat 40% yang mengalami alkalisasi 10% memiliki impact tertinggi. Temuan ini mengindikasikan bahwa alkalisasi NaOH secara signifikan memengaruhi serat eceng gondok, berpotensi meningkatkan kekuatan akibat penghilangan lignin, hemiselulosa, dan pektin. Kehilangan komponen ini dapat membuat serat lebih rapuh dan rentan terhadap kerusakan. Dalam pengujian fraksi resin dan serat (40%, 50%, 60%) dengan variasi konsentrasi (5% dan 10%) pada percampuran serat dengan matriks, didapati bahwa fraksi resin dan serat 60% dengan konsentrasi 5% memiliki kekuatan impact terendah sebesar 61 J/mm², sementara fraksi resin dan serat 40% dengan konsentrasi 10% memiliki kekuatan tertinggi sebesar 82 J/mm². Hasil penelitian ini menyoroti pentingnya optimalisasi fraksi volume serat dan matriks epoxy untuk meningkatkan karakteristik impact pada komposit serat eceng gondok.

Kata kunci : komposit, alkalisasi, fraksi volume, serat, eceng gondok.

PENDAHULUAN

Penggunaan material komposit semakin berkembang pesat saat ini, terutama dengan pemanfaatan serat alam, seperti eceng gondok, yang memiliki keunggulan seperti ringan, mudah didapat, biaya terjangkau, dan ramah lingkungan [1]. Eceng gondok, tumbuhan yang tumbuh di perairan berlumpur, memiliki potensi untuk dijadikan bahan baku dalam komposit berbasis serat alam [1]. Salah satu aplikasinya adalah pembuatan papan serat berkerapatan sedang, karena tanaman ini memiliki serat yang ulet, kandungan serat tinggi, serta bahan baku yang melimpah dan mudah didapat [2].

Serat alam, berasal dari tumbuhan seperti bambu, kelapa, dan pisang, memiliki keunggulan sebagai bahan modifikasi dari serat buatan [3]. Penggunaannya telah merambah berbagai bidang kehidupan manusia, memberikan alternatif ramah lingkungan dengan ketersediaan yang melimpah di Indonesia [3]. Dalam pembuatan komposit sandwich, proporsi matriks, pengisi, penguat, skin, dan core menjadi aspek utama yang perlu diperhatikan. Ketebalan skin digunakan untuk mengilustrasikan perbandingan ini, dan perekat yang sesuai juga diperlukan untuk menghasilkan komposit sandwich dengan sifat mekanik yang baik [4]. Matriks atau resin dalam komposit berfungsi melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan optimal. Umumnya terbuat dari polimer atau plastik, matriks dipilih berdasarkan kemampuannya menahan panas [5]. Perlakuan alkali pada serat alam selulosa telah diteliti untuk mengoptimalkan ikatan antara serat dan matriks [6].

Hand lay-up merupakan metode sederhana dalam fabrikasi komposit, yang merupakan proses terbuka [7]. Uji impact menjadi cara untuk mengetahui ketangguhan komposit, mengukur kemampuannya menyerap energi sebelum patah. Faktor kandungan atau persentase antara matriks dan serat sangat penting dalam menentukan karakteristik material komposit [8]. Sebelum pencetakan komposit, perhitungan fraksi volume serat (V_f) dan fraksi volume matriks (V_m) dilakukan [9].

Berdasarkan latar belakang tersebut, eceng gondok dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk komposit alami dengan nilai ekonomi tinggi. Oleh karena itu, penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menghasilkan komposit serat eceng gondok dengan kualitas fisis dan mekanik yang baik, dengan fokus pada pengaruh lapisan serat dan resin epoxy terhadap uji impact dan uji

tarik. Perlakuan dengan NaOH diharapkan dapat meningkatkan kadar selulosa, sementara variasi orientasi serat diharapkan dapat meningkatkan daya ketahanan komposit.

METODE

Kami menerapkan metode eksperimen nyata (true experimental research) dalam penelitian ini dengan melakukan uji impact yang melibatkan variasi fraksi volume dan konsentrasi perendaman NaOH. Proses pembuatan komposit dilakukan menggunakan teknik hand lay up. Variasi yang kami terapkan dalam penelitian ini melibatkan serat eceng gondok sebagai bahan utama dengan epoxy sebagai matriksnya.

Prosedur Pengambilan Data

Sebelum mengambil data, langkah awal yang diambil adalah mencampur NaOH dengan air bersih untuk merendam serat eceng gondok selama 2 jam. Setelah itu, residu larutan NaOH pada serat dihilangkan dengan mencuci menggunakan air mengalir, dan kemudian serat dikeringkan di bawah sinar matahari. Proses selanjutnya melibatkan pencampuran resin dan hardener dalam perbandingan 2:1 dalam gelas ukur hingga merata. Setelah itu, serat eceng gondok disusun dalam cetakan sesuai orientasinya, dan campuran resin dan pengeras dituangkan ke dalam cetakan dengan proporsi yang telah ditetapkan. Cetakan ditutup dengan plastik dan dipastikan tersegel rapat menggunakan sealant tape. Vakum compressor dan perangkap resin dipasang pada cetakan. Setelah komposit mengering, komposit dilepaskan dari cetakan dan bagian yang tidak merata diratakan menggunakan gerinda duduk.

Untuk persiapan benda uji, sebelum uji impact dilakukan, benda uji harus dibersihkan dan cacatnya dihilangkan. Sensor serpihan, sensor tekanan, atau kamera tinggi kecepatan dipasang pada benda uji. Parameter uji, seperti energi impact, kecepatan tumbukan, sudut tumbukan, dan jumlah percobaan, ditentukan sebelumnya. Selama pengujian, data seperti kecepatan, kekuatan, sudut tumbukan, dan deformasi benda uji direkam. Setelah pengujian selesai, analisis data dilakukan untuk mengevaluasi performa benda uji, termasuk perhitungan energi yang diserap, kekuatan tahanan, kehebatan, dan deformasi.

Densitas Serat Eceng Gondok = 5,00 (gr/cm³)

Densitas Resin *Epoxy* = 1,16 (gr/cm³)

Densitas *Hardener* = 0,97 (gr/cm³)

Rumusan yang digunakan dalam mengetahui volume cetakan

$$V_c = P \times L \times t$$

Keterangan :

V_c = volume cetakan (cm³)

P = Panjang (cm)

L = Lebar (cm)

t = Tinggi (cm)

$$V_c = P \times L \times t$$

$$V_c = 6 \times 1 \times 1$$

$$V_c = 6 \text{ (cm}^3\text{)}$$

Rumusan yang digunakan untuk mengetahui serat yang digunakan

$$\text{Volume serat} = \frac{60}{100} \times 6 \text{ cm}^3$$

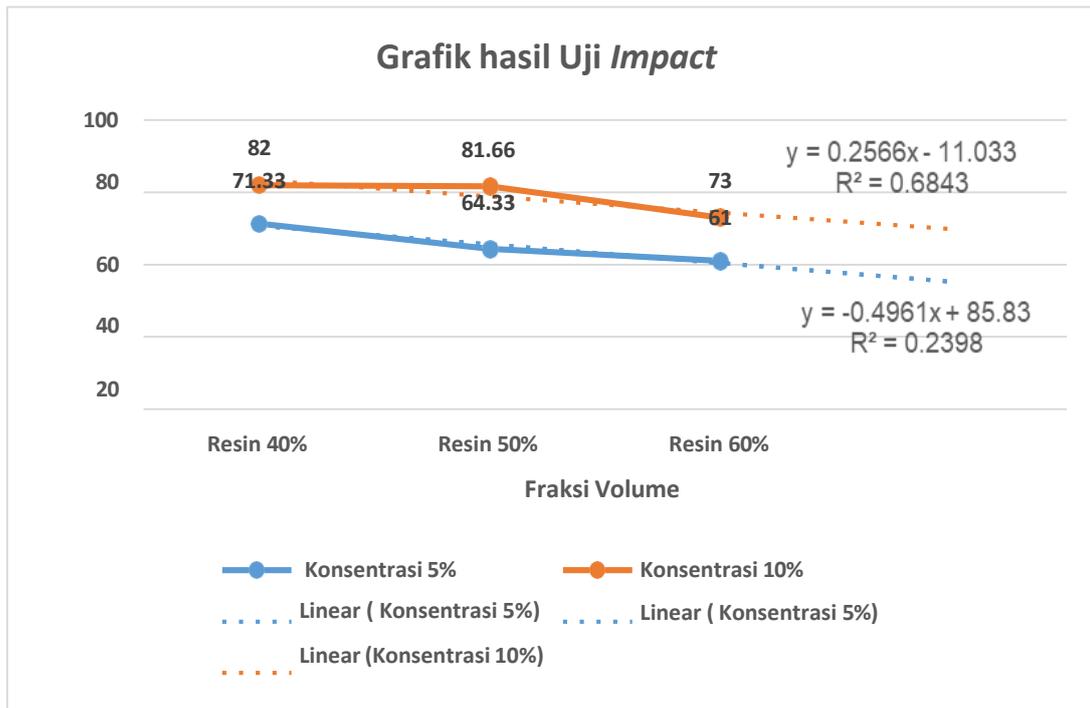
$$\begin{aligned}
 &= 3,6 \text{ cm}^3 \\
 \text{Massa serat} &= 3,6 \text{ cm}^3 \times 5,00 \text{ gr/cm}^3 = 18 \text{ gr} \\
 \text{Rumusan yang digunakan untuk mengetahui resin yang digunakan} & \\
 \text{Volume epoxy} &= \frac{40}{100} \times 6 \text{ cm}^3 \\
 &= 2,4 \text{ cm}^3 \\
 \text{Massa epoxy} &= 2,4 \text{ cm}^3 \times 1,16 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 2,784 \text{ gr} \\
 \text{Volume hardener} &= \frac{20}{100} \times 6 \text{ cm}^3 \\
 &= 1,2 \text{ cm}^3 \\
 \text{Massa hardener} &= 1,2 \text{ cm}^3 \times 0,97 \\
 &= 1,164 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan data uji impact komposit yang tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 1. Hasil Pengujian Impact

fraksi konsentrasi	40%	50%	60%
5%	70	65	59
	71	65	61
	73	63	63
total	214	193	183
rata-rata	71.33333	64.33333	61
10%	80	80	71
	83	85	73
	83	80	75
total	246	245	219
rata-rata	82	81.66667	73



Gambar 1. Grafik fraksi resin dan serat dengan alkalisasi NaOH

Grafik fraksi resin dan serat dengan alkalisasi NaOH menunjukkan bahwa fraksi resin dengan variasi konsentrasi NaOH 10% pada resin 40% memperoleh nilai tegangan paling tinggi sebesar 82 J/mm², dikarenakan Serat dalam komposit bisa berperan dalam menyerap energi dari dampak. Serat-serat ini akan menyerap energi kinetik dari benda yang menabrak komposit, mengurangi dampak pada material tersebut. Semakin banyak serat, semakin besar kapasitasnya untuk menyerap energi dampak. Komposit dengan konsentrasi NaOH 5% pada resin 60% memperoleh nilai terendah sebesar 61 J/mm². Jika dibandingkan dengan variasi konsentrasi NaOH 10% nilai ini jauh lebih rendah dikarenakan selain serat, matriks atau bahan pengikat yang digunakan dalam komposit juga penting. Jika jumlah serat yang digunakan sedikit, matriks mungkin memiliki peran yang lebih besar dalam menentukan kekuatan keseluruhan komposit. Jika matriksnya lemah atau rapuh, itu dapat menjadi faktor yang menyebabkan kekuatan uji *impact* menjadi rendah.

Analisa Foto Uji Impact



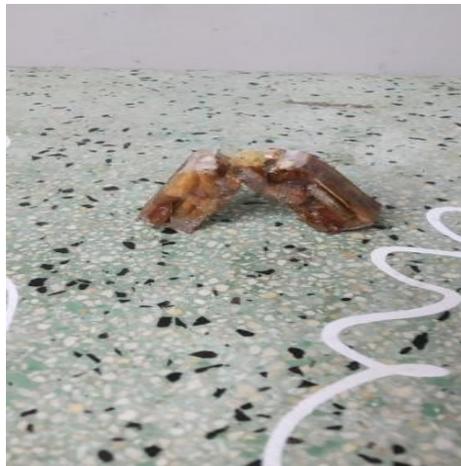
Gambar 2. foto hasil uji *impact* fraksi volume 40 : 60 dengan konsentrasi 10%

Dari gambar yang disajikan, dapat diamati bahwa pola patah serat menunjukkan ketidakaturan, dengan serat yang keluar dari spesimen terdiri dari serat panjang dan pendek. Variasi ini muncul karena perbedaan kekuatan antar serat, yang dipengaruhi oleh variasi kandungan lignin dan selulosa. Ketika serat keluar, atau yang dikenal sebagai "fiber pull out", hal ini mengindikasikan bahwa beban terdistribusi secara merata di seluruh serat. Sifat kekakuan ini tercermin melalui interaksi yang baik antara matriks dan serat.



Gambar 3. Foto hasil uji *impact* fraksi volume 50:50 dengan konsentrasi 5%

Berdasarkan ilustrasi di atas, pola serat menunjukkan ketidakaturan, di mana serat keluar dari spesimen dalam berbagai panjang. Fenomena ini muncul karena perbedaan kekuatan pada setiap serat. Dalam struktur serat yang terdistribusi secara acak, ketika terjadi beban, serat yang menerima beban akan mendistribusikan energi beban secara merata. Hal ini disebabkan oleh orientasi serat yang acak atau campuran, sehingga komposit mampu menyerap energi dengan merata.



Gambar 4. foto hasil uji *impact* fraksi volume 60:40 dengan konsentrasi 5%

Dari gambar di atas, serat yang keluar dari spesimen tetap mempertahankan karakteristik yang konsisten. Hal ini disebabkan oleh kemampuan serat untuk menangani beban dengan efisien. Namun, pada serat vertikal, fenomena pull-out serat tidak begitu signifikan karena serat vertikal mengalami pembebanan sejajar dengan arah serat. Akibatnya, distribusi beban pada serat vertikal kurang optimal, yang tercermin dalam nilai dampak yang rendah.



Gambar 5. foto hasil uji *impact* fraksi volume 40:60 dengan konsentrasi 5%

Dari gambar yang ditunjukkan, terlihat pola patahan serat yang acak, dengan serat yang keluar dari spesimen, baik yang berukuran panjang maupun pendek. Perbedaan kekuatan pada setiap serat, yang dipengaruhi oleh kandungan lignin dan selulosa yang beragam, menjadi penyebab utama fenomena ini. Kejadian serat yang keluar atau "fiber pull out" mencerminkan distribusi beban yang merata pada setiap serat, menunjukkan sifat ulet dari komposit dengan adanya pelepasan antara matriks dan serat. Namun, pada fraksi volume 40:60, terlihat bahwa jumlah serat yang mengalami pull-out tidak sebanyak yang lain. Hal ini mungkin disebabkan oleh serat yang kurang efisien dalam menangani beban, menghasilkan distribusi beban yang kurang optimal pada fraksi tersebut.



Gambar 6. foto hasil uji *impact* fraksi volume 50:50 dengan konsentrasi 10%

Dilihat dari gambar di atas, pola serat yang tidak teratur muncul akibat orientasi serat yang acak, dengan serat yang keluar dari spesimen, baik yang berukuran panjang maupun pendek. Fenomena ini terjadi karena setiap serat memiliki kekuatan yang berbeda. Pada saat terjadi pembebanan, serat yang menerima beban akan mendistribusikan energi pembebanan secara merata. Keadaan ini dipicu oleh orientasi serat yang acak atau campuran, sehingga komposit mampu menyerap energi secara merata.



Gambar 7. Foto hasil uji *impact* fraksi volume 60:40 dengan konsentrasi 10%

Berdasarkan ilustrasi di atas, serat yang keluar dari spesimen tetap mempertahankan karakteristik yang konsisten. Kemampuan serat dalam menangani beban dengan baik menjadi penyebab utama fenomena ini. Meskipun demikian, pada serat vertikal, efek pull-out serat tidak begitu terasa signifikan karena serat tersebut mengalami pembebanan sejajar, mengakibatkan distribusi beban yang kurang optimal, yang tercermin dalam nilai dampak yang rendah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada komposit serat eceng gondok dengan variasi fraksi resin dan serat sebesar 40%, 50%, dan 60%, serta konsentrasi perendaman 5% dan 10% menggunakan alkalisasi NaOH, dapat ditarik beberapa kesimpulan. Pengaruh dari variasi fraksi resin dan serat pada tingkat konsentrasi 5% dan 10% menunjukkan bahwa nilai rata-rata *impact* terendah terdapat pada spesimen dengan fraksi resin dan serat sebesar 60%, yang mengalami alkalisasi perendaman sebesar 5% selama 2 jam. Sementara itu, nilai *impact* tertinggi terjadi pada spesimen dengan fraksi resin dan serat 40%, yang mengalami alkalisasi perendaman sebesar 10% selama 2 jam.

Dapat disimpulkan bahwa penggunaan alkalisasi NaOH berpengaruh terhadap serat eceng gondok secara signifikan, sebagaimana tercermin dari hasil perlakuan alkalisasi NaOH. Proses alkalisasi NaOH, jika dilakukan dengan waktu yang tepat, dapat meningkatkan kekuatan serat dengan menghilangkan komponen seperti lignin, hemiselulosa, dan pektin yang berperan sebagai perekat alami dalam serat. Kehilangan komponen ini dapat membuat serat menjadi lebih rapuh dan rentan terhadap kerusakan. Pada pengaruh fraksi resin dan serat sebesar 40%, 50%, dan 60%, dengan variasi konsentrasi 5% dan 10% pada pencampuran serat dengan matriks, ditemukan bahwa fraksi resin dan serat sebesar 60%, dengan konsentrasi 5%, menunjukkan kekuatan *impact* terendah sebesar 61 J/mm², sementara fraksi resin dan serat sebesar 40%, dengan konsentrasi 10%, memiliki kekuatan *impact* tertinggi dengan nilai sebesar 82 J/mm².

DAFTAR RUJUKAN

- [1] C. Ya'qub, P. Hartono, and I. Choirotin, "Analisis Serat Alam Sabut Kelapa Sebagai Bahan Material Komposit," 2023.
- [2] D. Aprilia, I. N. P. Nugraha, and K. R. Dantes, "Analisa Kekuatan Impact Dan Model Patahan Komposit Polyester-Serat Eceng Gondok Di Tinjau Dari Tipe Penyusunan Serat," *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 6, no. 1, p. 58, 2018, doi: 10.23887/jjtm.v6i1.11412.
- [3] H. Harsi, N. H. Sari, and S. Sinarep, "Karakteristik Kekuatan Bending Dan Kekuatan Tekan Komposit Serat Hybrid Kapas/Gelas Sebagai Pengganti Produk Kayu," *Din. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 59–65, 2015, doi: 10.29303/d.v5i2.30.

- [4] H. Wona, K. Boimau, and E. U. K. Maliwemu, “Pengaruh Variasi Fraksi Volume Serat terhadap Kekuatan Bending dan Impact Komposit Polyester Berpenguat Serat Agave Cantula atau lebih gabungan konstituen yang dan tidak larut dalam satu sama lain . Salah,” *Lontar J. Tek. Mesin*, vol. 02, no. 01, pp. 39–50, 2015.
- [5] P. I. Purboputro, “Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Impact Komposit Enceng Gondok Dengan Matriks Poliester,” *Media Mesin Maj. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 2, pp. 70–76, 2017, doi: 10.23917/mesin.v7i2.3088.
- [6] R. D. Salindeho, J. Soukota, and R. Poeng, “Pemodelan Pengujian Tarik Untuk Menganalisis Sifat Mekanik Material,” *J. J-Ensitem*, vol. 3, no. 1, pp. 1–11, 2018.
- [7] R. H. Setyanto, “Review : Teknik Manufaktur Komposit Hijau dan Aplikasinya,” *Performa*, vol. 11, no. 1, pp. 9–18, 2012.
- [8] T. S. Hadi, S. Jokosisworo, and P. Manik, “Analisa Teknis Penggunaan Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pembuatan Kulit Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Tarik, Bending Dan Impact,” *J. Tek. Perkapalan*, vol. 4, no. 1, pp. 323–331, 2016.
- [9] Z. Karim, M. Basjir, and C. Yazirin, “Pengaruh Ketebalan Skin Komposit Sandwich Karbon Fiber Dengan Bahan Nilon Sebagai Core Terhadap Uji Bending Menggunakan Metode Vacuum Infusion,” 2023.