

Karakterisasi Kuat Impak dan Densitas Komposit Hibrid Polipropilena - Pati Singkong dan Serat Pinang - Serat Eceng Gondok

Alimin Mahyudin*, Yazid Reza Hanovantias

Laboratorium Fisika Material, Departemen Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 7 September 2025

Direvisi: 19 Oktober 2025

Diterima: 20 November 2025

Kata kunci:

Densitas

Polipropilena

Serat Eceng Gondok

Serat Pinang

Keywords:

Density

Polypropylene

Water Hyacinth Fiber

Areca Nut Fiber

Penulis Korespondensi:

Rudi Cahyadi

Email: Rudi.cahyadi@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan karakterisasi kuat impak dan densitas komposit hibrid dengan matrik polipropilena - pati singkong menggunakan serat pinang dan serat eceng gondok. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan komposit hibrid unggul dan ramah lingkungan. Rasio perbandingan serat pinang dan eceng gondok 1:1 sedangkan komposisi matrik yaitu polipropilena, sorbitol dan pati singkong divariasikan dengan rasio perbandingan 8:1:1. Persentase serat yang digunakan setiap sampel yaitu 5%, 10%, 15%, 20% sedangkan persentase matrik yang digunakan yaitu 95%, 90%, 85%, 80%. Pengujian yang dilakukan yaitu kuat impak dan densitas. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai kuat impak tertinggi yaitu 0,0624 J/mm² terdapat pada fraksi volume serat 5%. Nilai densitas tertinggi yaitu 0,844 g/cm³ terdapat pada fraksi volume serat 5%. Maka dari hasil penelitian dapat disimpulkan nilai kuat impak sudah memenuhi standar *dashboard* mobil dan nilai densitas didapatkan termasuk dalam jenis papan partikel dengan kerapatan sedang.

The impact strength and density characterization of hybrid composites with polypropylene - cassava starch matrix using areca nut fiber and water hyacinth fiber has been carried out. The purpose of this study is to obtain superior and environmentally friendly hybrid composites. The ratio of areca nut fiber and water hyacinth is 1:1 while the matrix composition is polypropylene, sorbitol and cassava starch is varied with a ratio of 8:1:1. The percentage of fiber used in each sample is 5%, 10%, 15%, 20% while the percentage of matrix used is 95%, 90%, 85%, 80%. The tests carried out are impact strength and density. Based on the results of the study, the highest impact strength value is 0.0624 J / mm² found in the 5% fiber volume fraction. The highest density value is 0.844 g / cm³ found in the 5% fiber volume fraction. Therefore, from the research results, it can be concluded that the impact strength value meets the car dashboard standards and the density value obtained is included in the type of particle board with medium density

Copyright © 2025 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Dalam meningkatkan keunggulan material komposit maka komposit diisi dengan serat, berbentuk komposit serat alam dan komposit serat sintetis. Komposit serat alam merupakan komposit yang seratnya didapatkan dari tumbuh-tumbuhan dan matrik sebagai pengikat sedangkan komposit serat sintetis merupakan komposit yang diisi oleh penguat buatan dan matrik sebagai pengikat. Inovasi ini dapat dikembangkan karena komposit berbahan logam menimbulkan oksidasi yang dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan (Leonard, 2015). Komposit dengan serat alam lebih ramah lingkungan karena dapat terdegradasi secara alami, dan harga serat alam lebih murah dibandingkan serat sintetis (Thakur, 2017). Pemanfaatan serat alam sebagai penguat pada komposit memiliki kelemahan yaitu kekuatannya lebih rendah dari serat sintetis. Kelemahan serat alam tersebut dapat diatasi dengan cara dibuat komposit hibrid (Faruk *et al.*, 2013).

Komposit hibrid merupakan komposit yang terdiri dari lapisan penguat berupa dua atau lebih jenis serat dengan matriks yang sama (Sukarja, 2015). Komposit hibrid lebih diuntungkan karena memiliki kestabilan termal dan kekuatan lebih baik (Ferrante *et al.*, 2015). Komposit hibrid berupa penggabungan antara serat sintetis dengan serat sintetis, serat alam dengan serat sintetis, dan serat alam dengan serat alam. Komposit sintetis dibentuk menggunakan serat buatan seperti rayon, dakron dan nilon sedangkan komposit serat alam menggunakan bahan serat alam seperti serat pisang, eceng gondok dan serat pinang (Deborah, 2010).

Serat eceng gondok merupakan penguat komposit yang lebih potensial karena ketersediaan yang banyak di Indonesia (Prasetyaningrum and Rokhati, 2009). Kandungan serat yang banyak dan ulet membuat eceng gondok berpotensi untuk dikembangkan dalam bidang komposit berbasis serat alam (Putri and Mahyudin, 2019). Penggunaan eceng gondok saat ini dibuat dalam industri kecil seperti kerajinan tangan. Penggunaan eceng gondok sebagai penguat komposit dapat membantu mengurangi pencemaran pada lingkungan (Anggriani, 2018). Serat pinang merupakan serat yang banyak terdapat di Indonesia sehingga hasil alam berupa pinang lebih mudah ditemui. Mengingat pemanfaatan serat pinang sedikit, maka perlu ada inovasi untuk pemanfaatan serat pinang seperti pembuatan komposit alam. Pemanfaatan serat pinang masih dikembangkan karena serat pinang selain mudah didapat, juga dapat mengurangi polusi sehingga mampu mengatasi permasalahan lingkungan. Adapun keuntungan lain komposit berbasis serat pinang yaitu modulus elastis yang tinggi, densitas yang rendah dan dapat di daur ulang (Fahmi, 2018).

Pati merupakan bahan alam terbaharui yang banyak digunakan sebagai matrik. Sumber pati yang baik digunakan yaitu pati singkong (Jasruddin, 2015). Tepung tapioka merupakan pati murni yang diperoleh dari ekstraksi penggilingan singkong. Keunggulan dari pati singkong adalah lebih tahan lama, pembuatannya mudah dan ketersediaanya juga banyak (Akbar, 2013). Pati singkong diteliti memiliki kadar amilosa berkisar antara 12,28% - 27,38% dan kadar amilopektin berkisar antara 72,61% - 87,71%. kadar amilosa berpengaruh terhadap kekuatan komposit hibrid, sedangkan kadar amilopektin memberikan sifat lengket yang optimal. Berdasarkan data tersebut potensi pati singkong sangat besar untuk dikembangkan sebagai bahan baku komposit hibrid (Suryana, 2018).

Beberapa peneliti telah melakukan karakterisasi sifat fisis dan mekanik komposit hibrid menggunakan polipropilena. Mahyudin *et al* (2020) telah melakukan penelitian pengaruh umur komposit campuran polimer yang diperkuat dengan serat pinang terhadap kekuatan impact dengan variasi umur 12 hari dan 18 hari. Hasil yang didapatkan semakin besar umur sampel maka kekuatan impact dari komposit juga semakin besar. Yoniza (2020) telah melakukan penelitian pengaruh penambahan serat pinang dan serat eceng gondok terhadap sifat mekanik komposit hibrid polipropilena dengan pati talas. Hasil yang didapatkan nilai kuat impact sudah memenuhi standar *dashboard* mobil yaitu 0,031 J/mm² dengan persentase serat pinang dan serat eceng gondok 1,25% : 3,75%. Putri (2019) menggabungkan serat pinang dan eceng gondok pada matriks epoksi. Hasil yang didapatkan nilai kuat impact tertinggi yaitu 0,0161 J/mm² terdapat pada persentase serat pinang dan serat eceng gondok 20% : 20%. Nilai kuat impact ini masih rendah dan belum memenuhi standar *dashboard* mobil. Peneliti selanjutnya dilakukan oleh Anggriani (2018) yang melakukan pembuatan komposit menggunakan serbuk ampas tebu dan serat eceng gondok dengan matrik polipropilena. Hasil yang didapat nilai densitas tertinggi yaitu 0,7 gr/cm³ dengan persentase ampas tebu dan serat eceng gondok 5% : 0% dan dapat disimpulkan bahwa komposit ini termasuk dalam jenis papan partikel dengan kerapatan sedang.

Penelitian ini dibuat menggunakan metode *hand lay-up*. Metode *hand lay-up* merupakan proses pelapisan serat dengan matrik yang dilakukan secara manual. Parameter uji yang dilakukan adalah pengujian kuat impak dan densitas.

II. METODE

2.1 Persiapan dan Pembuatan Komposit

Serat pinang didapatkan di wilayah Pariaman dan serat eceng gondok didapatkan di wilayah Dharmasraya. Serat direndam dalam larutan alkali NaOH 5% selama 2 jam kemudian serat dibilas dengan air untuk menghilangkan kandungan NaOH yang tersisa. Serat dijemur di bawah sinar matahari selama 1 jam lalu dilanjutkan dengan menggunakan oven bersuhu 40°C selama 1 jam untuk menghilangkan kadar air yang tersisa. Selanjutnya serat dipotong dengan panjang 3 mm.

Polipropilena dipanaskan di atas *hot plate* yang bersuhu 230°C selama 30 menit. Pati singkong dan sorbitol dicampurkan dengan polipropilena yang sudah mencair di *hot plate* lalu ditambahkan dengan serat pinang dan serat eceng gondok dan diaduk hingga tercampur merata. Setelah tercampur merata lalu dituangkan pada cetakan berukuran 5,5 cm x 1 cm x 1 cm. Sampel ditunggu hingga benar-benar kering sekitar 15 menit, Setelah sampel kering, sampel dikeluarkan dari cetakan. Selanjutnya sampel didiamkan selama 20 hari supaya benar-benar keras. Setelah sampel keras, sampel siap untuk diuji.

2.2 Pengujian dan Pengambilan Data

2.2.1 Kuat Impak

Besaran yang diuji yaitu uji impak. Uji impak merupakan jenis pengujian yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kekuatan material tersebut. Cara kerja alat uji impak adalah dengan memukul spesimen yang akan diuji kekuatannya dengan pendulum yang berayun. Pendulum tersebut ditarik hingga ketinggian tertentu lalu dilepas, sehingga pendulum tersebut memukul spesimen uji hingga patah. Nilai harga impak dapat dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$HI = \frac{F}{A} \quad (1)$$

dengan HI adalah harga impak (J/mm^2), F adalah energi serap impak (J), dan A adalah luas penampang permukaan (mm^2).

2.2.2 Densitas

Sifat fisika yang akan diuji yaitu densitas. Densitas merupakan pengukuran yang dilakukan untuk mengetahui kerapatan suatu bahan. Pengukuran yang diukur yaitu massa setiap satuan volume benda. Ukuran densitas pada penelitian ini adalah *bulk density* dilakukan dengan cara menimbang massa dan dimensi volume. Nilai densitas dapat dibandingkan berdasarkan SNI 01-4449-2006 dan dihitung menggunakan Persamaan (2).

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2)$$

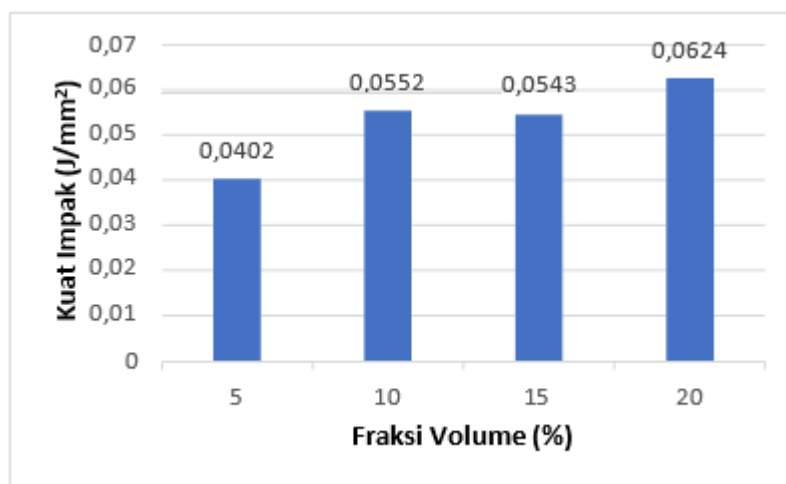
Dengan ρ adalah densitas sampel (g/cm^3), m adalah massa sampel (gram), dan v adalah volume sampel (cm^3).

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Kuat Impak

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat nilai kuat impak tertinggi yaitu 0,0624 J/mm^2 terdapat pada fraksi volume serat 20% sedangkan nilai kuat impak terendah yaitu 0,0402 J/mm^2 terdapat pada fraksi volume serat 5%. Fraksi volume serat 5% dan 10% mengalami peningkatan secara signifikan sedangkan untuk fraksi volume serat 10% dan 15% terjadi penurunan begitu kecil. Hal ini disebabkan karena serat yang tidak terdistribusi secara merata sehingga pada saat dilakukan pengujian energi yang diterima oleh

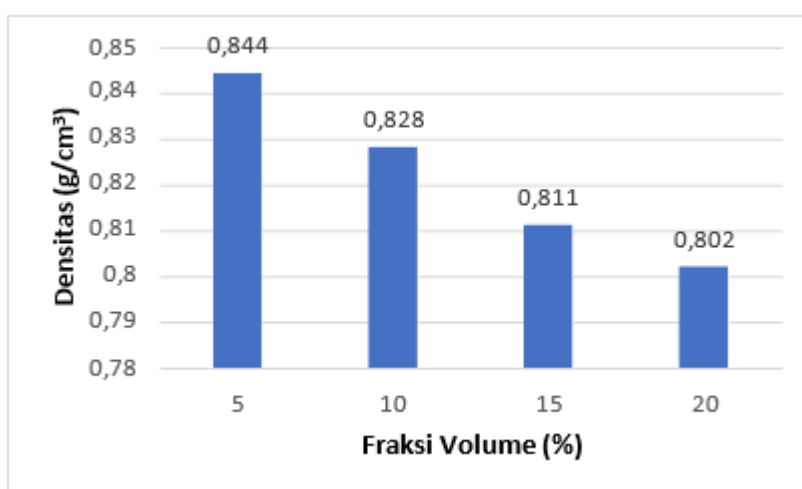
komposit tidak stabil. Hasil perhitungan kuat impak lebih besar jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Yoniza and Mahyudin (2020) yang menghasilkan kuat impak sebesar $0,041 \text{ J/mm}^2$ pada fraksi volume serat 5%. Hal disebabkan karena pendiaman sampel yang dilakukan selama 20 hari sedangkan penelitian yang dilakukan Yoniza and Mahyudin (2020) memakan waktu pendiaman selama 15 hari. Berdasarkan standar SNI harga impak pembuatan dashboard mobil yaitu $0,0134 \text{ J/mm}^2$ (Omnexus.specialcehm.com), dapat disimpulkan bahwa harga impak dari hasil penelitian ini sudah memenuhi standar dashboard mobil.



Gambar 1 Pengaruh fraksi volume serat terhadap kuat impak komposit

3.2 Densitas

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai densitas komposit mengalami penurunan seiring bertambahnya fraksi volume serat. Densitas dengan serat 5 % memiliki nilai yang lebih tinggi yaitu $0,844 \text{ g/cm}^3$ sedangkan densitas dengan serat 20 % memiliki nilai yang rendah yaitu $0,802 \text{ g/cm}^3$. Massa juga mempengaruhi nilai densitas suatu bahan, semakin besar massa maka semakin besar pula densitas suatu bahan. Hasil pengukuran densitas pada penelitian ini diperkuat oleh hasil penelitian yang dilakukan oleh Anggriani (2018) yang melakukan penelitian pembuatan komposit menggunakan serbuk ampas tebu dan serat eceng gondok dengan matrik polipropilena. Hasil penemuan yang didapat, penggunaan serat sebanyak 5 % menghasilkan nilai densitas yaitu $0,7 \text{ g/cm}^3$. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya maka nilai komposit dengan serat 5 % merupakan data terbesar yang didapatkan. Berdasarkan SNI 01-4449-2006 dengan standar densitas $0,4 - 0,84 \text{ g/cm}^3$ dapat disimpulkan bahwa komposit ini termasuk dalam jenis papan partikel dengan kerapatan sedang.



Gambar 2 Pengaruh fraksi volume serat terhadap densitas komposit

IV. KESIMPULAN

Nilai kuat impak tertinggi yaitu 0,0624 J/mm² terdapat pada fraksi volume serat 20 % . Nilai densitas mengalami kenaikan seiring bertambahnya fraksi volume serat. Nilai densitas tertinggi yaitu 0,844 g/cm³ terdapat pada fraksi volume serat 5 %. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa nilai kuat impak sudah memenuhi standar *dashboard* pembuatan mobil, sedangkan nilai densitas komposit ini termasuk dalam jenis papan partikel dengan kerapatan sedang.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, F. 2013, 'Pengaruh Waktu Simpan Film Plastik Biodegradasi dari Pati Kulit Singkong Terhadap Sifat Mekanik', *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(2), pp. 11–15.
- Anggriani, D. 2018, 'Pembuatan Papan Komposit Bahan Serbuk Ampas Tebu dan Serat Eceng Gondok Matriks Polipropilena', *Jurnal Saintia Fisika*, 11(2), pp. 123–130.
- Deborah, C. 2010, *Composite Materials, Scince and Applications 2*, 2nd edn, springer, London.
- Fahmi, H. 2018, 'Thermal Shock Resistance dari Epoxy yang Diperkuat Serat Pinang terhadap Kekuatan Bending dan Energi Impak Thermal Shock Resistance of Epoxy Reinforced Fiber Betel Nut Against the Strength of Bending and Impact Energy', *jurnal teknik mesin ITP*, 8(1), pp. 45–50.
- Faruk, O. *et al.* 2013, 'Biocomposites Reinforced with Natural Fibers', *Progress in Polymer Science*, 37(11), pp. 1552–1596.
- Ferrante, L. *et al.* 2015 'Behaviour of Woven Hybrid Basalt-Carbon/Epoxy Composites Subjected to Laser Shock Wave Testing: Preliminary Results', *Composites Part B: Engineering*, 78, pp. 162–173.
- Jasruddin, S. 2015, 'Sintesis Komposit Bioplastic Berbahan Dasar Tepung Tapioka dengan Penguat Serat Bambu', *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, 11(2), pp. 179–184.
- Leonard, J. 2015, 'Aplication of Epoxy Resin Composite with Fiber Imperata Cylindrica for Multi Purpose Van Car Bumper', *Jurnal Mekanikal*, 6(1), pp. 602–607.
- Mahyudin, A. *et al.* 2020, 'Mechanical Properties and Biodegradability of Areca Nut Fiber Reinforced Polymer Blend Composites', *Evergreen*, 7(3), pp. 366–372.
- Prasetyaningrum, A. and Rokhati, N. 2009, 'Optimasi Proses Pembuatan Serat Eceng Gondok untuk Menghasilkan Komposit Serat dengan Kualitas Fisik dan Mekanik yang Tinggi', *Riptek*, 3(1), pp. 45–50.
- Putri, L.D. and Mahyudin, A. 2019, 'Analisis Pengaruh Persentase Volume Serat Eceng Gondok dan Serat Pinang Terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradasi Komposit Hibrid Matrik Epoksi', *Jurnal Fisika Unand*, 8(3), pp. 288–294.
- Sukarja, H. 2015, 'Studi Sifat Mekanik Komposit Hibrid Epoksi Serbuk Kulit Telur Ayam Buras dan Serat Gelas', *Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 1(1), pp. 9–13.
- Suryana, D. 2018, 'Pengaruh Komposisi Komposit Serat-Serat Eceng Gondok dan Pasir Silika Terhadap Uji Impact dan Uji Tarik Untuk Point Panjat Dinding', *Jurnal Austenit*, 10(2), pp. 56–60.
- Thakur, V.K. 2017, *Hybrid Polymer Composite Material*, Woodhead Publishing, New Delhi.
- Yoniza, Y. and Mahyudin, A. 2020, 'Analisis Pengaruh Komposisi Serat Pinang dan Serat Eceng Gondok terhadap Sifat Mekanik Komposit Hibrid Polipropilena dengan Pati Talas', *Jurnal Fisika Unand*, 9(1), pp. 24–30.