



Kekuatan Mekanik Komposit Hybrid Berpenguat Serat Daun Lidah Mertua – Carbon Fiber untuk Aplikasi Spakbor Sepeda Motor

Mechanical Strength of Hybrid Composites Reinforced with Snake Plant Leaf Fiber – Carbon Fiber for Motorcycle Fender Applications

Nur Afiyan Surya Jati^{1,a)}, Nani Mulyaningsih¹, R. Faiz Listyanda¹

¹ Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tidar

^{a)}Corresponding author: nur.afiyas.surya.jati@students.untidar.ac.id

Abstrak

Pengembangan material ringan dan kuat untuk aplikasi otomotif perlu dikembangkan, komposit *hybrid* berbasis serat daun lidah mertua dan *carbon fiber* yang disusun dalam beberapa konfigurasi layer. Kajian teori mencakup karakteristik komposit, sifat serat lidah mertua dan *carbon fiber*, perlakuan alkali NaOH 5%, serta standar uji mekanik ASTM D 6110. Penelitian dilakukan secara eksperimental melalui proses perendaman dan persiapan serat, pembuatan komposit menggunakan metode *hand lay-up*, serta pengujian dampak di laboratorium. Pengumpulan data meliputi pengukuran dimensi spesimen, pencatatan nilai energi serap, serta analisis makro patahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi susunan serat berpengaruh signifikan terhadap performa mekanik komposit, di mana konfigurasi L-K-K-L menghasilkan ketangguhan dampak tertinggi sebesar 0,1420 J/mm². Analisis makro menunjukkan adanya cacat seperti *void*, *fiber pull-out*, dan *matrix-rich* yang memengaruhi mutu spesimen. Secara keseluruhan, kombinasi serat alam dan sintetis terbukti dapat meningkatkan kekuatan komposit apabila susunan layer diatur secara optimal.

Kata kunci: *carbon fiber*; komposit *hybrid*; lidah mertua; uji dampak

Abstract

The development of lightweight and strong materials for automotive applications requires the development of hybrid composites based on snake plant fibers and carbon fiber arranged in several layer configurations. The theoretical study covers the characteristics of the composite, the properties of snake plant fibers and carbon fiber, 5% NaOH alkali treatment, and ASTM D 6110 mechanical test standards. The research was conducted experimentally through fiber soaking and preparation, composite fabrication using the *hand lay-up* method, and laboratory impact testing. Data collection included measuring specimen dimensions, recording absorbed energy values, and macro fracture analysis. The results showed that variations in fiber arrangement significantly influenced the mechanical performance of the composite, with the L-K-K-L configuration producing the highest impact toughness of 0.1420 J/mm². Macroscopic analysis revealed defects such as voids, fiber pull-out, and matrix-richness that affected specimen quality. Overall, the combination of natural and synthetic fibers has been shown to increase composite strength when the layer arrangement is optimally arranged.

Keywords: *carbon fiber*; hybrid composite; snake plant; impact test

PENDAHULUAN

Perkembangan industri otomotif mendorong penggunaan material yang kuat, ringan, dan ramah lingkungan. [1] Material komposit semakin banyak dipakai untuk komponen non-struktural seperti *fairing* dan spakbor, terutama karena jumlah sepeda motor di Indonesia sangat besar. [2] Spakbor membutuhkan ketahanan terhadap benturan, namun bahan yang umum digunakan

seperti PP dan ABS memiliki kelemahan, misalnya mudah retak dan kurang ramah lingkungan.

Serat daun lidah mertua menjadi alternatif yang menjanjikan karena memiliki kekuatan tarik tinggi [3]. [4] Serta serat lidah mertua stabil pada suhu tinggi dan mampu meningkatkan ketangguhan komposit [5]. Serat karbon juga sering digunakan karena ringan namun sangat kuat. [6] Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa orientasi serat,

panjang serat, dan jumlah layer sangat memengaruhi kekuatan komposit.

Salah satu solusi terbaik saat ini adalah komposit *hybrid* yang menggabungkan serat alam dan serat sintetis. [7] Kombinasi ini dapat meningkatkan kekuatan tarik dan dampak secara signifikan sehingga cocok digunakan sebagai material komponen otomotif yang kuat, ringan, dan lebih berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Persiapan bahan dilakukan melalui beberapa tahap. Serat lidah mertua terlebih dahulu dipotong dengan panjang 20 cm, kemudian direndam dalam larutan NaOH 5% selama 2 jam. Perendaman untuk mengurangi lignin dan kotoran alami yang bertujuan untuk mengoptimalkan sifat mekanik dari komposit[8]. Setelah perendaman, serat dibilas dengan air dan dikeringkan menggunakan panas matahari[9]. Sementara itu pembuatan komposit menggunakan metode *hand lay-up*[10], lembaran *carbon fiber* dipotong dengan ukuran panjang 20 cm dan lebar 10 cm untuk disiapkan sebagai bahan penguat[11]. Peralatan yang digunakan yaitu alat uji dampak, timbangan, cetakan komposit, gelas ukur, gunting, gerinda, jangka sorong. Alat uji dampak dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alat uji dampak

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk mengetahui pengaruh variasi susunan serat lidah mertua dan karbon *fiber*, menggunakan variasi susunan layer serat.

1. Serat lidah mertua - Karbon *fiber* - Karbon *fiber* - Serat lidah mertua.
2. Karbon *fiber* - Serat lidah mertua - Serat lidah mertua - Karbon *fiber*.
3. Serat lidah mertua - Serat lidah mertua - Karbon *fiber* - Karbon *fiber*. Ukuran spesimen dapat ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Ukuran spesimen uji dampak variasi susunan serat

Susunan serat	kode	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	A (mm ²)
L-K-K-L	A 1	127	12,70	5,50	69,85
	A 2	127	13,60	5,70	77,52
	A 3	127	13,90	5,20	72,28
K-L-L-K	B 1	127	14	5,25	73,5
	B 2	127	14,15	4,95	70,04
	B 3	127	13,85	5,25	72,71
L-L-K-K	C 1	127	13,10	5,10	66,81
	C 2	127	14,90	5,20	77,48
	C 3	127	14,55	5,20	77,66

Tahapan pengujian dampak meliputi persiapan spesimen uji sesuai standar ASTM D 6110, diikuti pengukuran tebal dan lebar menggunakan jangka sorong. Spesimen kemudian dipasang pada alat uji dampak *Charpy* dalam posisi vertikal [12]. Sementara palu pendulum diatur pada sudut awal 155° dan dikunci. Proses pengujian dilakukan dengan melepas kunci pendulum hingga palu mematahkan spesimen, kemudian sudut akhir dicatat dan spesimen diambil. Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk membandingkan karakteristik antar variasi. Subjek penelitian berupa sembilan jenis variasi. Hasil dari setiap pengujian kemudian dibandingkan dengan penelitian terdahulu untuk menentukan kekuatan terbaik. Spesimen uji dampak dapat ditunjukkan pada Gambar 2.



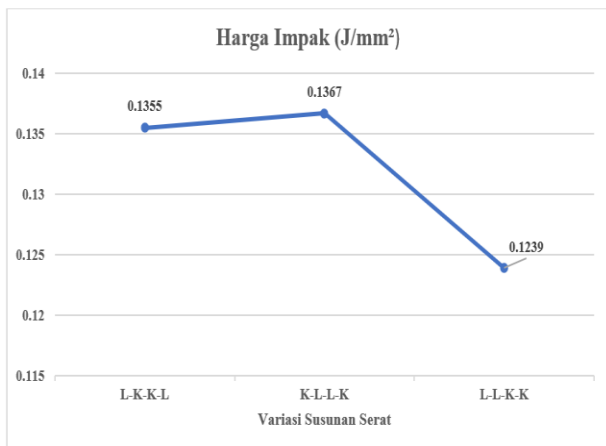
Gambar 2. Spesimen uji dampak

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Dampak

Nilai ketangguhan dampak pada variasi K-L-L-K menunjukkan rata-rata lebih tinggi dibandingkan variasi L-L-K-K dengan selisih 9,37%, yang dipengaruhi oleh penambahan serat karbon pada serat lidah mertua[13]. Serat karbon, yang tersusun atas rantai atom karbon panjang dengan kandungan karbon mencapai lebih dari 90% dan membentuk struktur kristal grafit sejajar sumbu panjang, memberikan kontribusi pada peningkatan ketangguhan dampak[14]. Meskipun demikian, nilai ketangguhan dampak variasi K-L-L-K masih lebih rendah 0,88% dibandingkan variasi L-K-K-L karena dominasi lapisan karbon yang bersifat kaku namun tetap efektif menyerap energi benturan. penelitian ini sejalan dengan

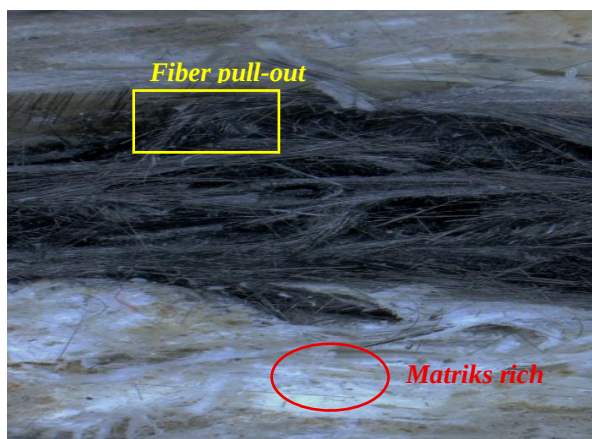
hasil penelitian [15] yang menyatakan bahwa komposisi variasi serat berpengaruh terhadap ketangguhan impact. Berikut grafik hasil pengujian ketangguhan impact ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Harga impact

Foto Makro

Foto makro Gambar 4 di bawah dapat dilihat beberapa kegagalan dari benda uji yang terlihat diantaranya-Nya *fiber pull-out* dan *matriks rich*. *Fiber pull-out* terjadi disebabkan oleh lemahnya ikatan antara serat lidah mertua – *carbon fiber* dan *matriks* resin poliester, sehingga serat lidah mertua – *carbon fiber* tidak mampu terikat secara optimal dan akhirnya terlepas dari *matriks* [16]. sehingga pada variasi tersebut *matriks* dan juga serat bisa dibilang menyebar dengan sempurna sehingga mendapatkan kekuatan impact yang tinggi. Berikut gambar hasil foto patahan ditampilkan pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil foto makro

Hasil Pengujian Impact

Berdasarkan data pada tabel, Pengujian impact yang dilakukan pada variasi susunan serat L-K-K-L, K-L-L-K, L-L-K-K menghasilkan nilai impact rata-rata dari masing-masing variasi yaitu $0,1355 \text{ J/mm}^2$, $0,1367 \text{ J/mm}^2$, $0,1239 \text{ J/mm}^2$. Berdasarkan Tabel 2. dapat diketahui bahwa nilai

ketangguhan impact terendah sebesar $0,1160 \text{ J/mm}^2$ pada variasi L-L-K-K dan paling tinggi sebesar $0,1420 \text{ J/mm}^2$ pada variasi L-K-K-L. Hasil pengujian Impact dapat ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan ketangguhan impact

Layer serat	Kode	α (°)	β (°)	Esrp (J)	HI (J/mm ²)	$\bar{HI}$ (J/mm ²)
L-K-K-L	A 1	155°	11°	9,9222	0,1420	0,1355
	A 2	155°	13°	9,8841	0,1275	
	A 3	155°	12°	9,9040	0,1370	
K-L-L-K	B 1	155°	13°	9,8841	0,1344	0,1367
	B 2	155°	14°	9,8627	0,1408	
	B 3	155°	16°	9,8149	0,1350	
L-L-K-K	C 1	155°	32°	9,2199	0,1380	0,1239
	C 2	155°	34°	9,1201	0,1177	
	C 3	155°	36°	9,0149	0,1160	

PENUTUP

Simpulan

Hasil pengujian impact menunjukkan bahwa spesimen A1 memiliki ketangguhan tertinggi sebesar $0,1420 \text{ J/mm}^2$, sedangkan spesimen A2 mencatat nilai terendah sebesar $0,1275 \text{ J/mm}^2$. Pada variasi L-L-K-K, nilai tertinggi diperoleh pada spesimen C1 sebesar $0,1380 \text{ J/mm}^2$ dan nilai terendah pada spesimen C3 sebesar $0,1344 \text{ J/mm}^2$. Analisis foto makro patahan impact pada variasi L-L-K-K memperlihatkan adanya *fiber pull-out* dan *matriks-rich*, yang mengindikasikan kemungkinan terjadinya cacat produksi akibat tidak kesempurnaan saat proses manufaktur.

Saran

Proses penataan serat perlu memperhatikan ukuran diameter serat karena faktor ini berpengaruh besar terhadap kualitas ikatan antara matriks dan serat. Selain itu, pada tahap pembuatan komposit berlapis, seluruh serat harus dipastikan tersebar secara merata di dalam cetakan, dan pemberian resin sebaiknya dilakukan pada setiap lapisan untuk meminimalkan terbentuknya *void*.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan apresiasi yang tulus kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, serta masukan selama proses penelitian ini berlangsung. Terima kasih diberikan kepada dosen pembimbing atas arahan dan bimbingannya, kepada rekan-rekan yang turut membantu pelaksanaan penelitian, serta kepada laboratorium dan lembaga terkait yang telah menyediakan fasilitas penelitian. Semua bentuk dukungan, baik moral maupun material, sangat membantu dan berkontribusi besar terhadap penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Azlin, “Analisis kekuatan mekanik komposit limbah plastik recycle single use dan serbuk kayu,” 2022.
- [2] A. Z. Puji Basuki, “Pengaruh campuran as-abs terhadap estetika dan kelancaran perakitan pada kemasan kosmetik,” vol. 17, no. 1, pp. 1–23, 2021.
- [3] E. G. A. Afifah, “Kekuatan tekan tabung karbo *hybrid* untuk meningkatkan keselamatan tabrakan,” 2024.
- [4] H. Yudo and Kiryanto, “Analisa Teknis Rekayasa Serat Eceng Gondok Sebagai Bahan Pembuatan Komposit Ditinjau Dari Kekuatan Tarik,” *J. Ilmu Pengetah. dan Teknol. Kelaut.*, vol. 5, no. 1, pp. 37–41, 2012.
- [5] N. Putu, G. Suardana, and P. Lokantara, “Pengaruh Variasi Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Bending Komposit *Hybrid* Polypropylene Daur Ulang Berpenguat Serat Lidah Mertua Dan Sabut Kelapa,” *J. Ilm. Tek. DESAIN Mek.*, vol. 10, no. 1, pp. 1203–1207, 2021.
- [6] S. Hastuti, C. Pramono, and P. Paryono, “Peningkatan Kekuatan Mekanik Komposit Sandwich Serat Kenaf dengan Core Kayu Albizzia Falcatoria untuk Material Dinding Komposit,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 17, no. 2, p. 249, 2022, doi: 10.32497/jrm.v17i2.3216.
- [7] D. Wong, G. Fabito, S. Debnath, M. Anwar, and I. J. Davies, “Bahan Pembersih Tinjauan kritis : Perkembangan terbaru dari komposit polimer yang diperkuat serat alami / karet,” vol. 13, no. April, 2024.
- [8] H. Purwanto, S. R. Andary, and H. Hartono, “Kekuatan Tarik Terhadap Beberapa Sudut Serat Pada Polimer Matrik Komposit Yang Berpenguat Serat Bambu Dengan Perlakuan Di Alkali Untuk Pengembangan Bodi Dan Rangka Kendaraan Elektrik,” *J. Pengemb. Potensi Lab.*, vol. 2, no. 2, pp. 72–78, 2023, doi: 10.25047/plp.v2i2.3688.
- [9] N. Nanualitta, *Pengaruh Fraksi Serat Empulur Sagu Dan Presentase Alkali (Naoh) Terhadap Sifat Mekanis Dan Absorpsi Air*. 2018. [Online]. Available: [http://repository.ub.ac.id/195147/1/Nevada J M Nanualitta.pdf](http://repository.ub.ac.id/195147/1/Nevada%20J%20M%20Nanualitta.pdf)
- [10] N. A. Kurniawan, F. Setiawan, and E. Sofyan, “Pengujian Tarik Komposit Spesimen Campuran Serat Pisang Alur Diagonal Dan Pasir Besi Dengan Matrik Resin Polyester Dengan Metode *Hand Lay-up*,” *Tek. STTKD J. Tek. Elektron. Engine*, vol. 8, no. 2, pp. 281–288, 2022, doi: 10.56521/teknika.v8i2.657.
- [11] I. P. Mulyatno and S. Jokosisworo, “Analisa Teknis Penggunaan Serat Rotan Sebagai Penguat Pada Komposit Polimer dengan Matriks Polyester Yukalac 157 Ditinjau Dari Kekuatan Tarik dan Kekuatan Tekuk,” *J. Kapal*, vol. 5, no. 3, pp. 173–180, 2008.
- [12] Mirfandaniputra., “skematik uji impak,” 2017.
- [13] K. Priyanto, A. Hidayat Purwono, and D. A. Cristanto, “Ketangguhan Impak Dan Kekuatan Tarik Komposit *Fiberglass/Clay Filler* Bermatriks Unsaturated Polyester Bqtn-Ex 157,” *Tek. ATW*, vol. 22, pp. 45–53, 2019.
- [14] Y. G. Zulfikar Ali, “Preparation , Properties and Mechanisms of *Carbon Fiber / Polymer Composites* for Thermal Management Applications,” 2021.
- [15] M. Abdus Shomad and A. Sofyan, “Analisis Karakterisasi Komposit *Hybrid* pada Spatbor Depan Motor Matic,” *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, vol. 4, no. 2, pp. 68–75, 2020.
- [16] T. A. Sutrisno, M. I. F. Rochim, and K. A. Widi, “Analisa Kekuatan Tarik dan Foto Makro Patahan Komposit Serat Eceng Gondok Berpenguat ZnO,” vol. 12, no. 1, pp. 3–9, 2022.