

STUDI EKSPERIMEN SIFAT MEKANIS KOMPOSIT YANG DIPERKUAT SERAT ALAM *COCONUT BARK FIBER* DENGAN ORIENTASI SERAT MEMANJANG

Arthur Y. Leiwakabessy¹⁾, Sefnath J. Etwan Sarwuna²⁾, W. M. E. Wattimena³⁾

¹⁾S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Pattimura

Email: arthur.leiwakabessy@gmail.com,

²⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura

Email: etwansarwuna19@gmail.com,

³⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura

Email: wmewattimena273@gmail.com,

Abstrak Potensi produksi kelapa yang cukup luas ini selain bermanfaat untuk sumber pendapatan masyarakat tetapi juga dapat dimanfaatkan sebagai potensi serat alam menggunakan limbah pelapah kelapa tersebut sebagai salah satu bahan penguat pembuatan material komposit. Serat pelepah kelapa sebagai elemen penguat sangat menentukan sifat mekanik dari komposit karena meneruskan beban yang di distribusikan oleh matrik. Orientasi serat pelepah kelapa yang dikombinasi dengan polyester sebagai matrik, akan dapat menghasilkan komposit alternatif yang bermanfaat dalam dunia industri. Penelitian ini dilakukan secara ekperimental menggunakan variasi volume 10:90%, 20:80%, 30:70%, 40:60%, 50:50%. Hasil pengujian menunjukkan nilai kekuatan impak menunjukkan nilai kekuatan impak maksimal diperoleh pada fraksi 50:50% matriks dengan nilai 0,19, selanjutnya terjadi penurunan untuk variasi fraksi volume 10:90% matriks dengan nilai 0,12, hasil ini dianalisis masih layak untuk digunakan sebagai material pembuatan lambung kapal karena nilai kekuatan impak sesuai standar yang ditentukan. Penambahan fraksi volume serat menunjukkan serat penguat semakin banyak dalam komposit sehingga gaya yang diterima oleh matrik akan diteruskan kepada serat penguatnya. Hal ini sesuai dengan prinsip dasar komposit bahwa serat berfungsi sebagai penguat.

Kata kunci : Serat Pelepah Kelapa, Fraksi Volume, Komposit

Abstract The potential of coconut production is quite extensive, in addition to being useful as a source of income for the community, it can also be utilized as a potential natural fiber using coconut stem waste as one of the reinforcing materials for making composite materials. Coconut stem fiber as a reinforcing element greatly determines the mechanical properties of the composite because it transmits the load distributed by the matrix. The orientation of coconut stem fiber combined with polyester as a matrix will be able to produce alternative composites that are useful in the industrial world. This study was conducted experimentally using volume variations of 10:90%, 20:80%, 30:70%, 40:60%, 50:50%. The test results showed that the impact strength value showed that the maximum impact strength value was obtained at a 50:50% matrix fraction with a value of 0.19, then there was a decrease for the 10:90% matrix volume fraction variation with a value of 0.12, these results were analyzed as still suitable for use as a material for making ship hulls because the impact strength value was in accordance with the specified standards. The addition of fiber volume fraction shows that there are more reinforcing fibers in the composite so that the force received by the matrix will be transmitted to the reinforcing fibers. This is in accordance with the basic principle of the composite that fibers function as reinforcement.

Keywords: Coconut Stem Fiber, Volume Fraction, Composite

1. PENDAHULUAN

Potensi serat alam dari tumbuhan dapat diperoleh dari produk unggulan maupun pada limbahnya. Potensi serat alam dari limbah pertanian, perkebunan dan hutan juga besar di Indonesia. Limbah perkebunan yang mempunyai potensi cukup besar meliputi kelapa sawit, kelapa, karet dan kakao. Sehubungan potensi serat alam cukup luas, maka untuk kedalaman kajian dan analisa, pendalaman potensi serat alam sebagai serat komposit hanya difokuskan pada analisa pelepah kelapa. Potensi produksi kelapa cukup melimpah di Indonesia. Di tingkat internasional, areal perkebunan kelapa Indonesia terbesar di dunia yakni pada tahun 1999 seluas 3,712 juta ha (31,2 persen) dari total areal dunia 11,909 juta ha (100 persen). [1][2]

Penggunaan serat dari pelepah kelapa sendiri belum banyak dilakukan dan dikembangkan serta informasinya masih sangat terbatas. Dengan demikian pengembangan serat pelepah kelapa sebagai material komposit ini sangat dimaklumi mengingat dari segi ketersediaan bahan baku serat alam, Indonesia memiliki bahan baku yang cukup melimpah. Serat pelepah kelapa sebagai elemen penguat sangat menentukan sifat mekanik dari komposit karena meneruskan beban yang di distribusikan oleh matrik. Orientasi serat pelepah kelapa yang dikombinasi dengan polyester sebagai matrik, akan dapat menghasilkan komposit alternatif yang bermanfaat dalam dunia industri. [3][4]

Perlu adanya pengembangan bahan baku material penguat komposit yang ramah lingkungan. Bahan alternatif

tersebut nantinya harus berorientasi pada harga yang murah, jumlah yang melimpah, kualitas yang tinggi serta ramah lingkungan. Serat pelepah kelapa adalah serat alami alternatif dalam pembuatan komposit, yang pemanfaatannya terus dikembangkan agar dihasilkan komposit yang lebih sempurna dikemudian hari. Serat kelapa ini mulai dilirik penggunaannya karena selain mudah didapat, murah, dapat mengurangi polusi lingkungan (biodegradability) sehingga komposit ini mampu mengatasi permasalahan lingkungan yang mungkin timbul dari banyaknya serat kelapa yang tidak dimanfaatkan, serta tidak membahayakan kesehatan. Pengembangan serat kelapa sebagai material komposit ini sangat menarik mengingat ketersediaan bahan baku di Indonesia cukup melimpah. Potensi produksi kelapa cukup melimpah di Indonesia. Sentral produksi kelapa Indonesia terdapat di daerah Sumatra, Jawa dan Sulawesi dengan luas 2,841 juta ha (76,5% dari areal total Indonesia [5][6]

Penelitian ini dititik beratkan untuk mengetahui kekuatan impact dan bending material sesuai dengan aplikasi yang diinginkan. Arah dan aplikasi dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan material baru yang merupakan campuran *epoxy* dengan serat pelepah kelapa sehingga diharapkan dapat bermanfaat sebagai alternatif untuk pembuatan lambung kapal ikan. Kapal ikan yang digunakan di wilayah Maluku sebagian besar masih menggunakan material kayu, Sesuai dengan peraturan pemerintah dalam hal pembatasan pembangunan kapal ikan berbahan kayu pada tahun 2016, maka

penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi terhadap anjuran pemerintah dengan memanfaatkan serat alami untuk proses pembangunan kapal ikan di wilayah Maluku.

Urgensi dari penelitian ini karena penggunaan komposit berbasis serat sangat beragam Mulai dari variasi jenis matrik dan serat. Penelitian juga berkembang dengan penggunaan bahan serat alam untuk beberapa variasi matrik sintesis dan alami. Komposit dengan penguat serat alam ini semakin intensif dikembangkan. Ini berkaitan dengan meluasnya penggunaan komposit pada berbagai bidang kehidupan serta tuntutan penggunaan material yang murah, ringan, sifat mekanik yang kuat dan tidak korosif, sehingga dapat menjadi bahan alternatif selain logam. Mulai dari yang sederhana seperti alat-alat rumah tangga sampai sektor industri baik industri skala kecil maupun industri skala besar seperti dalam industri pesawat terbang, otomotif, maupun untuk alat-alat olah raga [7][8][9]

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Karakteristik Material Komposit

Salah satu faktor penting dalam menentukan karakteristik material komposit adalah kandungan atau presentasi antara matriks dan serat. Sebelum melakukan pencetakan komposit, terlebih dahulu harus dilakukan penentuan volume komposit (V_c), volume serat (V_{SOTI}), massa serat dan massa matriks sebelum dicetak.[9]

Volume Komposit (V_c):

$$v_c = P.l.t \quad (1)$$

Volume fraksi serat (V_r):

Dimana :

$$v_f = \frac{v_f}{v_c} \quad (2)$$

Volume fraksi matriks (V_m):

$$v_m = \frac{v_m}{v_c} \quad (3)$$

Bila pendulum pada kedudukan h_1 dilepaskan, maka akan mengayun sampai kedudukan fungsi akhir pada ketinggian h_2 yang juga hampir sama dengan tinggi semula h_1 dimana pendulum mengayun bebas. Pada uji impact, energi yang diserap untuk mematahkan benda uji harus diukur. Setelah bandul dilepas maka benda uji akan patah, setelah itu bandul akan berayun kembali, semakin besar energi yang terserap, semakin rendah ayunan kembali dari bandul. Nilai harga impact pada suatu spesimen adalah energi yang diserap tiap satuan luas penampang lintang spesimen uji. Persamaannya sebagai berikut;[9]

$$HI = \frac{E}{A} = \frac{M \cdot G (H_1 - H_2)}{A} \quad (4)$$

Rumus untuk energi serap untuk uji

impak

$$E = m.g.r.(\cos\beta - \cos\alpha) \quad (5)$$

Analisis kekuatan impact di lakukan dengan menggunakan pengujian charpy. besatrnnya kekuatan impact pada komposit dapat di tentukan dengan persamaan:

$$a_{CN} = \frac{W}{h \times b_N} \quad (6)$$

2.2 Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental untuk mengetahui pengaruh fraksi volume komposit serat pelapah

kelapa dengan orientasi serat memanjang dengan menggunakan resin epoksi terhadap sifat mekanis kekuatan impact.

Serat pelepah kelapa diambil dan dipisahkan kemudian dibersihkan dan dikeringkan di udara terbuka. Serat kemudian direndam dalam suatu wadah pada larutan NaOH dengan aquades selama 120 menit. Setelah melalui proses alkalisasi, serat dicuci dengan air bersih yang mengalir \pm 20 menit lalu dikeringkan. Proses pembuatan komposit dilakukan dengan metode *hand lay up*, antara lain: penimbangan serat pelepah kelapa dan resin epoksi sesuai fraksi volume yang ditentukan, penyiapan cetakan, pencampuran epoksi dengan katalis (2:1), matrik dituang ke dalam cetakan sesuai fraksi volume yang ditentukan, pengeringan komposit menggunakan suhu ruangan, lakukan pengamatan pada spesimen dan pengambilan data penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Hasil Energi Serap

Hasil pengujian impact serat pelepah kelapa dan di peroleh nilai energy serap untuk masin-masing specimen dengan setiap perbandingan fraksi volume.

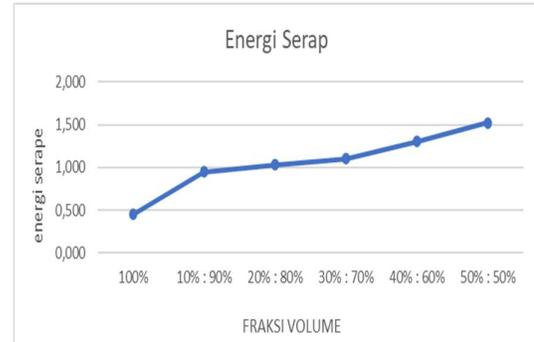
Tabel 1. Tabel Hasil Pengujian Specimen Untuk Nilai Energy Serap

Fraksi Volume	Energi Serap
10:90%	0,85
20:80%	1,03
30:70%	1,10
40:60%	1,30
50:50%	1,52

3.2. Analisa Grafik Energi Serap

Energi serap yang di dapat dari pengujian Impact komposit serat pelepah

kelapa terhadap setiap perbandingan fraksi volume dapat di lihat pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik energi serap pengujian impact

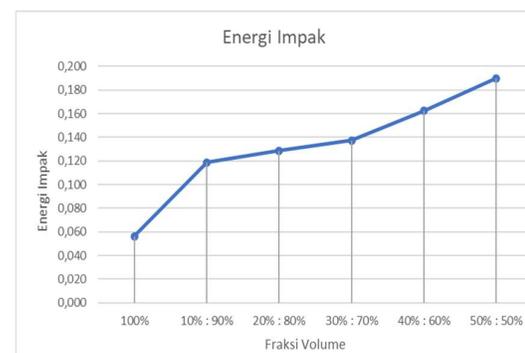
3.3 Analisa Hasil Nilai Kekuatan Impact

Pengujian Impact komposit serat pelepah kelapa terhadap setiap perbandingan fraksi volume dapat di lihat pada gambar 2.

Tabel 2. Tabel Hasil Pengujian Specimen Untuk Nilai Energi Impact

Fraksi Volume	Harga Impact (J/mm ²)
10:90%	0,12
20:80%	0,13
30:70%	0,14
40:60%	0,16
50:50%	0,19

3.4 Analisa Grafik Nilai Impact



Gambar 2. Grafik harga impact

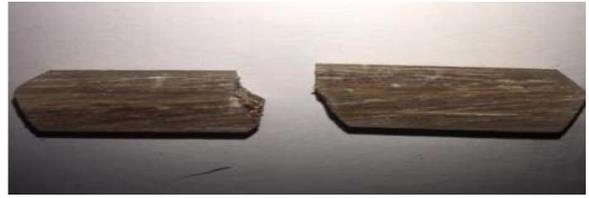
3.5 Pembahasan

Dari hasil pengujian impact yang dilakukan di dapat nilai untuk energy serap terendah pada fraksi folume 10:90 yaitu 0,85 j,dan cenderung bertambah pada fariasi fraksi volume,20:80% yaitu 1,03 j,dan bertambah pada fariasi fraksi volume 30:70%,yaitu 1,10 j,dan terus bertambah pada fariasi fraksi volume 40:60% yaitu 1,30 j,dan yang tertinggi yaitu pada fariasi fraksi volume, 50:50% yaitu 1,52 j.

Untuk harga impact yang di dapat yang paling rendah yaitu pada fraksi volume 10:90% yaitu 0.12j,dan bertambah pada fraksi volume 20:80% yaitu 0.13 j,dan bertambah pada fraksi volume 30:70% yaitu 0.14 j,dan bertambah pada fraksi volume 40:60% yaitu 0.16 j,dan tertinggi yaitu pada fraksi volume 50:50% yaitu 0.19 j.sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar fraksi volume maka semakin besar nilai energy serap dan kekuatan impact .

Dari hasil ini kita dapat menganalisa kekuatan yang terdapat pada komposit epoksi murni dan komposit dengan campuran serat pelepah kelapa untuk menahan beban impact yang diberikan pada komposit pada saat melakukan pengujian. Penambahan serat pelepah kelapa efektif untuk ketahanan kekuatan impact.

Hal ini terjadi karena material epoksi murni rambatan patahan yang terjadi akibat beban impact, merambat terus menerus hingga terjadinya patahan tanpa ada penghalang. Sedangkan untuk penambahan serat pada material komposit rambatan patahan akibat beban impact terhambat oleh keberadaan serat. dan semakin banyak presentasi serat yang dignakan maka rambatan terhadap patahan juga semakin besar, sehingga kekuatan impact meningkat



Gambar 3. specimen 10 : 90%



Gambar 4. specimen 20 : 80%



Gambar 5. specimen 30 : 70%



Gambar 6. specimen 40 : 60%



Gambar 7. specimen 50 : 50%

Dari bentuk patahan dapat dikatakan semuanya berbentuk patahan getas atau (*brittle*) dan menunjukkan pola patahan yang segaris dan tampak mengkilap. Patah getas atau (*brittle*) seperti pada gambar, terjadi akibat karakteristik matriks yang memang

getas (*brittle*). Sifat matriks yang getas (*brittle*) sehingga memungkinkan elastisitas komposit menjadi menurun. Hal ini mengindikasikan bahwa matriks masih mampu bekerja sama menerima beban impact. Bukti lain yaitu pada sepanjang permukaan komposit tidak mengalami retak.

4. SIMPULAN

Penambahan fraksi volume serat menunjukkan serat penguat semakin banyak dalam komposit sehingga gaya yang diterima oleh matriks akan diteruskan kepada serat penguatnya. Hal ini sesuai dengan prinsip dasar komposit bahwa serat berfungsi sebagai penguat. Dari hasil pengujian impact di dapat nilai energy serap yang terendah dari fraksi volume 10:90%, 20:80%, 30:70%, 40:60%, 50:50% yaitu 0,85 j, dan yang tertinggi dari fraksi volume 10:90%, 20:80%, 30:70%, 40:60%, 50:50% yaitu 1,52 j. Dan untuk pengujian impact didapat kekuatan impact serat pelepah kelapa tertinggi pada fraksi volume 50:50% dengan kekuatan impact rata-rata 0,19 J, sedangkan kekuatan impact terendah pada fraksi volume 10:90% yang mempunyai kekuatan impact rata-rata 0,12.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Pattimura atas dukungan dana untuk membiayai kegiatan penelitian melalui skema PNBPF Fakultas Teknik Tahun 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Iswidodo, A. Lungiding, and T. Prasetyo, “Pemanfaatan Serat Pelepah Kelapa dalam Pembuaan Komposit sebagai Bahan Lambung Kapal,” *Semin. Nas. TREN D Technol. Renew. Energy Dev.*, vol. 1, no. 1, pp. 50–58, 2022.
- [2] S. Darmanto, W. Sediono, B. Setyoko, and Murni, “KAJIAN PELEPAH KELAPA SEBAGAI SERAT KOMPOSIT (STUDY OF COCONUT BRANCH AS COMPOSITE FIBER)” Seno Darmanto, Windu Sediono, Bambang Setyoko, Murni *),” vol. 28, no. 1, pp. 66–71, 2007.
- [3] I. P. G. Suartama, I. N. P. Nugraha, and K. R. Dantes, “Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Sifat Mekanis Komposit Matriks Polimer Polyester Diperkuat Serat Pelepah Gebang,” *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 4, no. 1, 2020, doi: 10.23887/jjtm.v4i1.8312.
- [4] N. Akhmad, Hastuti Sri, P. Henanto, and H. Rino, “Pengaruh Alkali dan Fraksi Volume terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Akar Wangi – Epoxy,” *ROTASI*, vol. 21, no. 1, pp 30 – 35, 2019.
- [5] M. Budha, Sonief A. As’ad, and W. Slamet, “Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 2, no. 2, 123 – 129, 2011.
- [6] Hastuti Sri, Budiono H. S, Ivadiyanto D. I, and Nahar M. N, “Peningkatan Sifat Mekanik Komposit Serat Alam Limbah Sabut Kelapa (Cocofiber) yang Biodegradable,” *J. Ilmiah Teknik Sipil & Teknik Kimia*, vol. 6, no. 1, page 30 – 37, 2021.
- [7] Yulian N. Dwi, Masdani, Pranandita N, “Analisis Beda Rata-rata Pengaruh Fraksi Volume Komposit pada Pengujian Impact Berpenguat Serat Resam dan Serat Pinang,” *J.*

Inovasi Teknologi Terapan, vol. 1,
no. 2, 2023.

- [8] Hastuti Sri, P. Catur, and A. Yafi, “Sifat Mekanis Serat Eceng Gondok Sebagai Material Komposit Serat Alam yang *Biodegradable*,” *J. of Mechanical Engineering*, vol. 2, no. 1, 2018.
- [9] M. Arsyad and A. Salam, “Analisis Pengaruh Konsentrasi Larutan Alkali Terhadap Perubahan Diameter Serat Sabut Kelapa, *J. Ilmiah Teknik Sipil & Teknik Kimia*, vol. 6 no. 1, page 30-37, 2021.