

## PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUME *FILLER* TERHADAP KEKUATAN MEKANIK KOMPOSIT *SANDWICH POLYESTER* SERAT KENAF CORE *STYROFOAM*

Aman Sentosa<sup>1</sup>, Sumarji<sup>2</sup>, Dwi Djumhariyanto<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Alumni Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember 68121

<sup>2</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember 68121

Email: amasantosa22@gmail.com

### **ABSTRACT**

*Composite sandwich reinforcement kenaf fiber polyester with Styrofoam core is an alternative material that has the potential to be developed as an application in various fields with an excess of nature that is strong, lightweight, rigid, able to withstand bending loads, impact, vibration damping and sound. This study is intended to overcome the problems of fishermen Muncar - Banyuwangi in the selection of materials manufacture of safe fish robust and insulated to preserve or maintain the freshness of the fish catch of fishermen low temperature. This study was conducted to determine the effect of variations in fiber volume fraction of the increase in impact strength and bending composite materials sandwich. Untuk get impact strength values using the tool impact test with a maximum capacity of 300 joules specifications, pendulum mass of 20.9 kg, 0.83 m long pendulum arm, while to obtain bending strength values using a universal testing machine capacity of 300 KN. Variations were used in this study is the percentage of fiber volume fraction of 10% fiber, 20%, 30%, and 40%. The results showed that the variation of fiber volume fraction of 40% had values higher impact strength and bending of 0.30 Joules / mm<sup>2</sup> and 5,65MPa than the fiber volume fraction of 10% has impact and bending strength values were lower at 0.14 joules / mm<sup>2</sup> and 0.30 MPa. So in this study limits the variation of fiber volume fraction of 10% to 40% proved that if the greater the percentage of fiber volume fraction value will increase the value of impact strength and bending in composite sandwich.*

*Keywords: fiber volume fraction, impact strength and bending, composite sandwich*

### **PENDAHULUAN**

Saat ini komposit polimer yang telah dipergunakan luas seperti atap rumah, bak air, komponen otomotif dan lainnya dibuat berpenguat dari serat gelas, serat karbon yang merupakan serat sintesis. Serat sintesis umumnya tidak ramah lingkungan pasca pakai, serat ini tidak lapuk dan akan tetap sebagai sampah atau limbah pasca pakainya. Serat sintesis juga memerlukan energi yang besar dalam pembuatannya sehingga memerlukan biaya produksi yang lebih tinggi. Sejak polusi lingkungan merupakan isu yang serius, bahan *biodegradable* merupakan obyek riset yang harus segera dapat diaplikasikan dan menguntungkan secara komersial [1].

Inovasi komposit berpenguat serat alam sangat berpotensi besar untuk dikembangkan dimana serat alam telah menjadi salah satu pilihan untuk penguat komposit polimer yang mendapat perhatian khusus dengan kelebihan spesifikasi materi ringan, tahan

abrasi dalam pemrosesannya, ramah lingkungan dan terbarukan [2]. Berbagai macam jenis tanaman yang dapat digunakan sebagai serat banyak tumbuh subur di Indonesia seperti kenaf, rosella, abaca, rami, eceng gondok, pohon pisang, daun nanas, dll [3].

Produksi serat kenaf menduduki urutan pertama dari produksi serat alam didunia yaitu 970.000 ton/tahun [4]. Salah satu faktor pendukung banyaknya produksi serat kenaf adalah masa tanam yang relatif pendek selama empat bulan serta tahan di ladang marginal, sebagai contoh seperti lahan yang sering banjir, lahan gambut dan tadah hujan, ditambah lagi sedikit gangguan hama dan penyakit tanaman, serta biaya produksi yang murah [5].

Penggunaan komposit berbahan serat alam di bidang industri otomotif mengalami perkembangan yang sangat pesat. Pesatnya perkembangan komposit serat alam mengakibatkan tergesernya keberadaan bahan sintesis yang biasa digunakan sebagai penguat komposit, seperti serat gelas, karbon dan sebagainya. Pemanfaatan serat kenaf akan meningkatkan nilai

fungsi dari serat dan penggunaan bahan serat alam lebih diminati [6].

Masalah penyediaan ikan yang berkualitas tinggi baik untuk konsumsi langsung maupun bahan baku industri semakin mendesak dewasa ini. Pendinginan atau *chilling* ikan secara sederhana murah serta praktis dapat dilakukan dengan menggunakan es batu. Hanya penerapannya pada nelayan Muncar-Banyuwangi Jawa Timur sering tidak efisien, faktor penyebabnya antara lain suhu udara yang panas di daerah tropis seperti Indonesia dapat mengakibatkan es cepat mencair [7]. Untuk mempertahankan suhu ikan tetap rendah (dingin), dan segar memerlukan suatu wadah yang dapat menahan terobosan panas dari luar. Hal ini mengingat tempat berjualan pedagang yang tidak tetap, tanpa terlindungi dari sengatan terik matahari serta waktu yang dibutuhkan nelayan muncar untuk sampai bersandar ditempat pelelangan ikan.

Untuk mengatasi permasalahan nelayan muncar perlu diteliti dan dibuat material kotak penyimpanan ikan yang berinsulasi untuk pengawetan atau mempertahankan kesegaran ikan tangkapan nelayan bersuhu rendah. Dengan latar belakang ini penulis memberikan solusi untuk meneliti dan membuat material komposit *sandwich polyester* berpenguat serat kenaf dengan *core Styrofoam* yang memiliki spesifikasi sesuai dengan kebutuhan pembuatan *cool box* penyimpan ikan nelayan muncar. Dimana pada material komposit *sandwich* ini terdapat *core Styrofoam* merupakan bahan plastik yang memiliki sifat khusus dengan struktur yang tersusun dari butiran dengan kerapatan rendah, mempunyai bobot ringan, dan terdapat ruang antar butiran yang berisi udara yang tidak dapat menghantarkan panas sehingga hal ini membuatnya menjadi insulator (penyekat) atau bahan isolasi panas yang baik [8]. Sedangkan pada kulitnya terbuat dari komposit serat alam mempunyai kekuatan mekanis yang baik, dan ramah lingkungan, sehingga material ini cocok untuk diterapkan pada *cool box* ikan hasil tangkapan nelayan muncar dalam kesehariannya.

Peningkatan fraksi volume serat akan meningkatkan nilai energi patah dan kekuatan impact komposit serat nanas berbentuk kontinyu. Kekuatan impact komposit dengan kandungan serat 34,44% dan 39,85% hasilnya sama, yaitu sebesar 0,0046 J/mm<sup>2</sup>. Hasil ini menunjukkan bahwa kekuatan impact komposit mencapai optimum pada fraksi volume sekitar 35% karakteristik patahan komposit adalah *hinge break*, dan *fiber pull out*, untuk fraksi volume 39,85% penampang patah berbentuk patah banyak [9].

Pada material komposit serat pandan wangi matrik *polyester* dan serat gelas *polyester* menunjukkan bahwa, semakin panjang serat yang digunakan maka kekuatan impact akan semakin meningkat. Begitu juga dengan kekuatan *impact* pada variasi fraksi volume serat bahwa semakin besar

volume serat yang digunakan kekuatan *impact* dari kedua jenis komposit juga akan semakin meningkat [10].

Efek penambahan ketebalan *core* posisi melintang menurunkan energi serap dan kekuatan impact secara signifikan komposit *hybrid sandwich* serat kenaf *core* kayu pinus. Seiring dengan peningkatan ketebalan *core* membujur juga menurunkan energi serap dan kekuatan impact secara signifikan. Tetapi, energi serap dan kekuatan impact pada *core* membujur meningkat secara signifikan sebesar (0,695 J/mm<sup>2</sup>) dibandingkan dengan *core* melintang (0,274 J/mm<sup>2</sup>) [11].

Massa jenis komposit *sandwich* berpenguat serat alam matrik *polyester* dengan inti *Styrofoam* lebih kecil dibandingkan dengan massa jenis kayu ataupun *plywood*. Dimana massa jenis komposit tersebut berkisar antara 250 - 381 Kg/m<sup>3</sup>. Dengan kekuatan tekan komposit secara keseluruhan berkisar antara 1,36 – 1,79 MPa, tidak mengalami perbedaan yang mencolok pada nilai tersebut dengan adanya variasi tebal *core*, dan kekuatan tekannya meningkat pada persentase variasi fraksi volume serat [1].

Dari beberapa pertimbangan di atas, penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi volume serat terhadap peningkatan kekuatan impact dan bending material komposit *sandwich* yang telah dibuat.

## METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Peletakan perlakuan diacak pada seluruh materi percobaan, hal ini berarti seluruh unit percobaan mempunyai peluang yang sama besar untuk menerima perlakuan.

Bahan yang digunakan untuk pembuatan spesimen uji terdiri dari: serat kenaf, Resin *polyester* seri yukalac 157BQTN-EX, *Hardener*, *Styrofoam* dengan memvariasi fraksi volume serat dalam cetakan spesimen. Untuk menghitung fraksi volume, parameter yang harus diketahui adalah berat jenis resin, berat jenis serat, berat komposit dan berat serat. Adapun fraksi volume yang dapat ditentukan dengan Persamaan 1 [9].

$$V_f = \frac{w_f / \rho_f}{w_f / \rho_f + w_m / \rho_m} \quad (1)$$

dengan keterangan sebagai berikut:

$V_f$  = volume penguat (cm<sup>3</sup>)

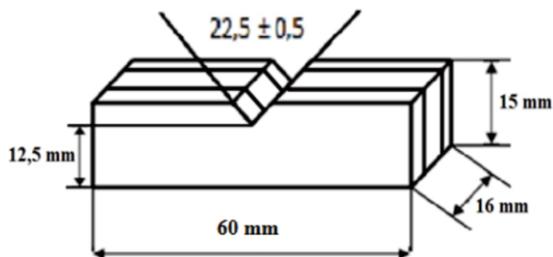
$w_f$  = berat penguat (gr)

$\rho_f$  = densitas penguat (gr.cm<sup>-3</sup>)

$w_m$  = berat matrik (gr)

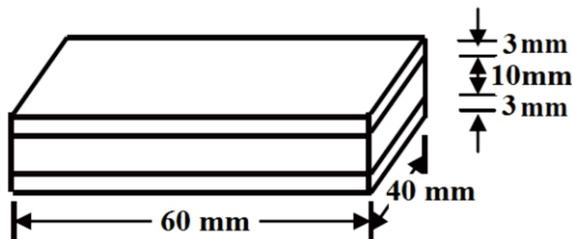
$\rho_m$  = densitas komposit (gr.cm<sup>-3</sup>)

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi mesin uji Impak untuk mendapatkan nilai kekuatan impact dengan spesifikasi kapasitas maksimal 300 joule, massa bandul 20.9 kg, panjang lengan bandul 0.83 m, sedangkan untuk mengetahui nilai kekuatan bending menggunakan mesin *Universal Machine Testing* kapasitas 300 KN. Alat pendukung lainnya timbangan digital, gerinda potong, jangka sorong, cetakan spesimen, gelas ukur, dll. Dimensi spesimen pengujian impact mengacu pada standard ASTM D 5942-96 yaitu dengan panjang span 60 mm, lebar 15 mm, dan tebal 16 mm. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Dimensi Spesimen Uji Impak

Dimensi spesimen pengujian bending mengacu pada ASTM C393 panjang span 60 mm, lebar 40 mm, dan tebal 16 mm dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Dimensi Spesimen uji Bending

Variabel terikat pada penelitian ini yaitu kekuatan impact dan kekuatan bending. Sedangkan variabel bebasnya adalah variasi fraksi volume serat kenaf. Variasi fraksi volume yang digunakan pada penelitian ini dipilih sebesar 10%, 20%, 30%, dan 40% yang diduga akan mempengaruhi peningkatan kekuatan impact dan bending pada komposit *sandwich polyester* berpenguat serat kenaf dengan *core styrofoam*.

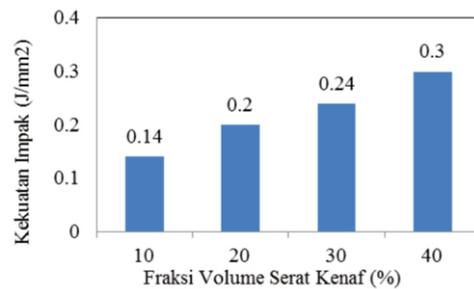
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data rata-rata hasil pengukuran didapatkan hasil pengukuran harga impact pada spesimen komposit *sandwich polyester* berpenguat serat kenaf dengan *core styrofoam* pada variasi fraksi volume 10%, 20%, 30%, dan 40% yang di tampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Rata-rata Hasil pengukuran pengujian impact

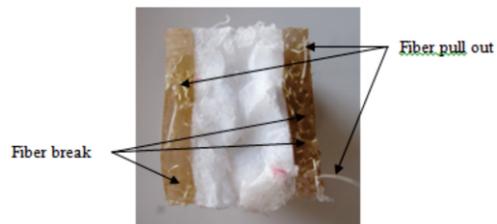
Persentase Serat Kenaf (%)	Harga Impact (Joule/mm <sup>2</sup> )
10%	0,14
20%	0,20
30%	0,24
40%	0,30

Dari data rata-rata hasil pengukuran penelitian nilai kekuatan *impact*, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh variasi fraksi volume serat terhadap nilai kekuatan *impact*. Serat sebagai penguat di dalam material komposit terbukti memiliki peran yang penting pada saat komposit *sandwich* menerima suatu beban, dimana beban yang diterima matrik *polyester* akan ditransfer penuh hingga ke bagian serat. Maka kekuatan dari material komposit penguat berupa serat sangat dipengaruhi oleh kekuatan serat dan ikatan antara matriks dengan serat itu sendiri.

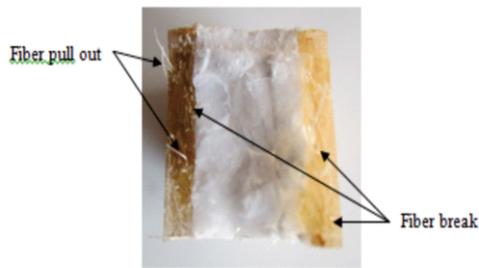


Gambar 3 pengaruh fraksi volume terhadap kekuatan impact komposit *sandwich*

Berdasarkan hasil pengujian impact yang telah dilakukan, terjadi peningkatan kekuatan impact sesuai Gambar 3. Diketahui bahwa harga impact rata-rata terendah yaitu pada variasi fraksi volume serat 10% sebesar 0.14 J/mm<sup>2</sup>, kemudian pada fraksi volume serat 20% harga rata-rata kekuatan impact meningkat sekitar 37,5% menjadi 0.20 J/mm<sup>2</sup>, dilanjutkan pada fraksi volume serat 30% mempunyai harga impact dengan rata-rata sebesar 0.24 J/mm<sup>2</sup> atau meningkat sekitar 25%, Sedangkan pada fraksi volume serat 40% mempunyai harga impact tertinggi dengan rata-rata sebesar 0.30 J/mm<sup>2</sup> atau meningkat sekitar 37,5% dari nilai sebelumnya. Peningkatan kekuatan Impact tersebut terjadi karena ikatan yang baik antara matriks dan serat dengan ditandai banyaknya *fiber break* pada daerah patahan dapat dilihat pada Gambar 4.



Patahan hasil uji impact fraksi volume 10%



Patahan hasil uji impak fraksi volume 20%



Patahan hasil uji impak fraksi volume 30%



Patahan hasil uji impak fraksi volume 40%

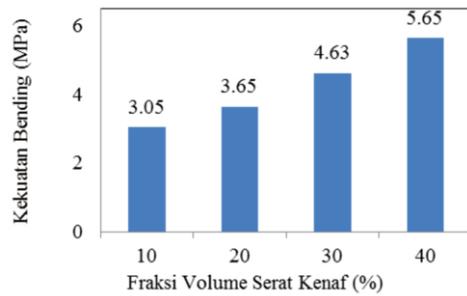
Gambar 4 Foto makro patahan hasil uji impak pada fraksi volume 10%, 20%, 30%, dan 40%

Data rata-rata hasil Pengukuran kekuatan bending pada spesimen komposit *sandwich polyester* berpenguat serat kenaf dengan *core styrofoam* pada variasi fraksi volume 10%, 20%, 30%, dan 40% di tampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Data Rata-rata Hasil pengukuran pengujian Bending

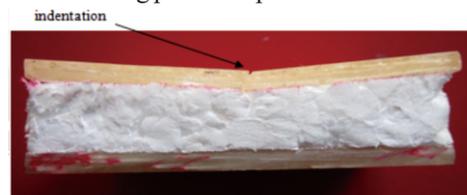
Persentase Serat Kenaf (%)	Kekuatan Bending (MPa)
10%	3,05
20%	3,65
30%	4,63
40%	5,65

Pada Gambar 5 terlihat bahwa nilai kekuatan bending tertinggi dicapai pada fraksi volume 40%. Hal tersebut dikarenakan banyaknya komposisi serat dalam komposit, sehingga beban tekan yang diterima terdistribusi merata pada serat. Semakin banyak serat yang digunakan maka kekuatan dalam menerima beban akan semakin tinggi.

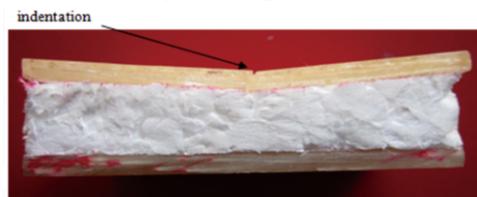


Gambar 5 Pengaruh fraksi volume terhadap kekuatan bending komposit *sandwich*

Fraksi volume *Filler* 10% mempunyai nilai kekuatan bending terendah sebesar 3,05 MPa. Untuk fraksi volume 20% mempunyai kekuatan bending sebesar 3,65 MPa atau mengalami peningkatan sebesar 23,07%, fraksi volume 30% mempunyai kekuatan bending sebesar 4,63 MPa atau meningkat 37,69%, fraksi volume 40% mempunyai kekuatan bending tertinggi sebesar 5,65 MPa atau meningkat 39,23% dari fraksi volume sebelumnya, ini terbukti penambahan fraksi volume serat meningkatkan kekuatan bending pada komposit *sandwich*.



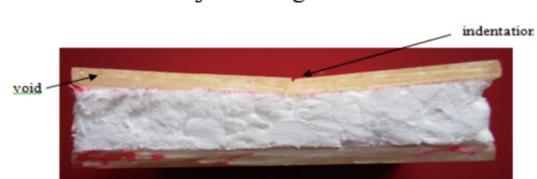
Patahan hasil uji bending fraksi volume 10%



Patahan hasil uji bending fraksi volume 20%



Patahan hasil uji bending fraksi volume 30%



Patahan hasil uji bending fraksi volume 40%

Gambar 6 Foto makro patahan hasil uji bending pada fraksi volume 10%, 20%, 30%, dan 40%

Terjadi *fracture* atau patah pada skin atas komposit *sandwich*. *Fracture* terjadi di daerah yang menerima beban tekan. Kekuatan bending mengalami kenaikan seiring bertambahnya fraksi volume serat kenaf yang diberikan. Dari hasil penelitian dan pengolahan data dapat diketahui variasi fraksi volume serat kenaf dengan *core styrofoam* matriks *polyester* diperoleh kekuatan bending tertinggi pada fraksi volume 40% yaitu sebesar 5,65 MPa dengan tebal *core* 10 mm.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa yang telah dibahas dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pada variasi fraksi volume serat 10%-40% terjadi peningkatan kekuatan dampak dan bending pada komposit *sandwich*.
2. Pada pengamatan struktur makro dapat diketahui bahwa kegagalan atau cacat yang terjadi baik pada spesimen uji dampak maupun spesimen uji bending adalah adanya serat terlepas atau *fibers pull out* akibat ikatan yang lemah antara matriks dan serat,. Fraksi volume 40% memiliki fiber break lebih banyak dibandingkan fraksi volume 10%, 20% dan 30%.

#### SARAN

Dari hasil penelitian mengenai pengaruh variasi fraksi volume filler terhadap peningkatan kekuatan dampak dan bending komposit *sandwich polyester* berpenguat serat kenaf dengan *core styrofoam*, maka dapat disarankan beberapa hal berikut:

1. Sebaiknya memperhatikan jumlah *polyester* yang dituangkan karena terjadi penyusutan setelah spesimen mengering sehingga mempengaruhi dimensi spesimen
2. Lebih cermat saat menuangkan resin ke dalam cetakan agar ikatan serat dan matrik lebih baik serta menghindari timbulnya *void*.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat bervariasi fraksi volume yang lebih besar di atas 40 % atau di bawah 10% untuk mengetahui sejauh mana kekuatan mekanis komposit yang dihasilkan.
4. Memvariasikan tebal *core* dan perlakuan serat untuk mendapatkan sifat mekanik yang lebih baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sinarep., Catur, A.D., 2012. *Pengaruh Tebal Styrofoam Core Terhadap Berat Jenis Dan Kekuatan Tekan Komposit Sandwich Matrik Polyester Diperkuat Serat Sisal Dan Serat Pohon Pisang*. Teknik Mesin Universitas Mataram, Mataram
- [2] Issac, D.H., Hyie, K.M., Berhan, M.N., Salleh,

z., 2012. *Composite Laminates Effect of Fibre Type Cold- Pressed Kenaf and Fibreglass Hybrid*. *World of Academy Science* 71 (Engineering and Science). 969973.

- [3] Bramantyo, A. 2008. *Pengaruh Kosentrasi Serat Rami Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Poliester – Serat Alam*. Teknik metalurgi, Jakarta.
- [4] Eichhorn, S.J., Zafeiropoulos, C., Ansel, L.Y., *Review Current International Research into Cellulosic Fibres and Composites*, *Journal of materials Science*, 2001, pp. 2107-2131.
- [5] Sastrosupadi, A. (2006). *Potensi Jawa Timur sebagai penghasil serat alam untuk berbagai agroindustri: (Sinar Tani 12-18 April)*
- [6] Kuncoro, D. 2007. *Kekuatan Bending Komposit Hibrid Sandwich Kombinasi Serat Kenaf dan Serat Gelas dengan Core Kayu Sengon Laut*. Teknik mesin fakultas teknik, Universitas Sebelas Maret
- [7] Purba, A. 2003. *Rancang Bangun Kotak Penyimpan Ikan Berinsulasi untuk mempertahankan ikan dengan proses pendinginan*. Fakultas Teknik .Universitas Diponegoro
- [8] Hariyati, N. 2008. *Badan Pengawas obat dan Makanan Republik Indonesia*. Vol. 9, No. 5, Jl. Percetakan Negara No. 23, Jakarta Pusat.
- [9] Rahman, N.B., Suwanda, T., 2010. *Pengaruh Fraksi Volume Serat terhadap Peningkatan Kekuatan Impak Komposit Berpenguat Serat Nanas-Nanas (Bromeliaceae) Kontinyu Searah dengan Matrik Unsaturated Polyester*. *Semesta Teknika*, Vol. 13, No. 2, 137-144
- [10] Dyah, E.S., Herlina N.S., Yudhyadi., Sinarep., Topan., 2012. *Pengaruh Panjang Serat Dan Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Impact Dan Bending Material Komposit Polyester-Fiber Glass Dan Polyester-Pandan Wangi*. Fakultas Teknik Universitas Mataram. Mataram
- [11] Hariyanto, A. 2008. *Rekayasa Bahan Komposit Hibrid Sandwich Berpenguat Serat Kenaf dan Serat Gelas dengan Core Kayu Pinus*. Teknik mesin, Universitas Muhammadiyah Surakarta.