

**KEKUATAN IMPAK KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT DAUN GEWANG DAN
RESIN POLIESTER DENGAN VARIASI PANJANG SERAT**

Kristomus Boimau¹

¹*Program Studi Teknik Mesin, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto, Penfui Kupang NTT*
Email: kristomus.boimau@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Pemilihan Komponen dan struktur yang terbuat dari bahan ringan semakin diminati oleh ahli teknik untuk menghasilkan sebuah karya konstruksi yang ringan namun memiliki kekuatan yang sifatnya luar biasa. Material Komposit polimer yang diperkuat serat alam merupakan salah satu contoh bahan ringan yang dimaksud. Selain sifat mekaniknya, serat alam memiliki beberapa keuntungan, antara lain ramah lingkungan, kinerja mekanik spesifik yang tinggi, dapat didaur ulang, kepadatan rendah, biaya produksi dan pemrosesan yang rendah.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh panjang serat terhadap perilaku mekanik komposit poliester akibat diberikan beban secara tiba-tiba (impak). Serat alam yang digunakan pada penelitian ini adalah serat daun gewang dengan berbagai panjang serat yaitu 1 cm, 3 cm, 5 cm dan 7 cm, sedangkan matriks yang dipakai adalah poliester. Serat daun gewang terlebih dahulu direndam dalam larutan alkali 5% selama 1 jam sebelum digunakan sebagai penguat material komposit. Proses pembuatan komposit dengan teknik *hand-ly-up* diikuti dengan penekanan selama 12 jam, kemudian dibentuk menjadi specimen uji dampak sesuai standar ASTM D256-97 dan diuji dengan alat uji Impak. Dari hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa energy serap (Joule) maksimum diperoleh pada komposit yang diperkuat serat dengan panjang 7 cm, sedangkan kekuatan minimum dimiliki oleh komposit dengan panjang serat 1 cm. Sedangkan kekuatan dampak (Joule/mm²) maksimum diperoleh pada komposit yang diperkuat serat dengan panjang 7 cm dan kekuatan dampak minimum diperoleh pada komposit dengan panjang serat 1 cm.

Kata kunci: panjang serat, komposit poliester, kekuatan dampak

1. PENDAHULUAN

Saat ini minat para ilmuwan dan teknologi terhadap serat alami semakin meningkat karena berbagai keunggulannya dibandingkan serat konvensional. Karakteristik penting serat alami adalah ekonomis, kepadatan rendah, sifat spesifik tinggi dan bahan tersebut dapat terurai secara alami dan nonabrasif. (Bisaria, 2015)

Serat sintetis konvensional, seperti kaca, karbon, boron dan aramid telah banyak digunakan sebagai bahan penguat dalam matriks termoplastik atau termoseting selama beberapa dekade terakhir (Bledzki, 2007) untuk banyak aplikasi dengan meningkatkan sifat mekanik dalam komposit, serta mengurangi biaya keseluruhan. Namun, pembuatan komposit serat sintetis tidak hanya mengonsumsi energi yang besar tetapi juga pembuangannya pada akhir siklus hidup sangat sulit karena hampir tidak ada opsi daur ulang. Oleh karena itu, dengan meningkatnya kepedulian terhadap lingkungan, penelitian tentang komposit berbasis serat alami telah mendapatkan momentum dalam teknologi komposit saat ini, karena mereka dianggap sebagai kandidat kuat untuk menggantikan serat glass karena, biaya rendah, sumber daya terbarukan, dan dapat terdegradasi (Azwa, 2013) sepenuhnya dengan proses pengomposan dan tidak mengeluarkan komponen beracun. Sifat kasar serat alami juga jauh lebih rendah dibandingkan serat glass, yang menawarkan keuntungan sehubungan dengan teknik pemrosesan dan daur ulang.

Menurut Joshi dkk, (2004), material komposit yang diperkuat terutama serat alam merupakan material alternatif yang sangat menguntungkan. Serat alam dapat diperoleh dari berbagai variasi tumbuhan. Serat ini telah digunakan dalam sektor industri seperti otomotif, tekstil, produksi kertas dan dalam komposit material. Terkait dengan penggunaan serat alam sebagai penguat dalam komposit, mereka mempunyai keuntungan antara lain

kekuatan spesifik dan modulusnya yang tinggi, densitas rendah, harga rendah, melimpah di banyak negara, emisi polusi yang lebih rendah dan dapat di daur ulang.

Peningkatan penggunaan material berbasis serat alam yang dapat diperbaharui adalah salah satu isu penting untuk mengurangi pemakaian material komposit berbasis serat sintesis yang dapat merusak lingkungan dan membawa pada perubahan iklim secara global. Sebagai alasan, komponen dengan bahan yang diperkuat serat alam dapat diuraikan oleh bakteri (*biodegradability*) sehingga dapat menyelamatkan lingkungan dari pencemaran. Dengan demikian upaya terus dilakukan sebagai usaha pengembangan bahan komposit yang dapat diuraikan secara alami (*biocomposites*). Pertimbangan lain penggunaan serat alam adalah sumber yang melimpah, variasi serat, biaya rendah, density rendah, spesifik kekuatan dan modulus yang tinggi.

Selanjutnya menurut P. Sudhakara, dkk (2013), sifat komposit tergantung pada matriks, serat dan ikatan antar muka antara serat penguat dan matriks, karena transfer tegangan antara matriks dan serat menentukan efisiensi penguatan. Ketika serat alami digunakan sebagai penguat dalam bahan komposit, gugus hidroksil serat alami menyebabkan ikatan antar muka yang buruk dengan matriks polimer yang bersifat hidrofobik. Oleh karena itu, modifikasi permukaan serat alam dapat meningkatkan kompatibilitas dan kekuatan ikatan antar muka. Salah satu bahan kimia yang sering digunakan untuk memodifikasi permukaan serat adalah NaOH. Selain itu, factor panjang seratpun ikut mempengaruhi kekuatan mekanik material komposit. Dalam penelitian ini akan difokuskan pada penggunaan panjang serat yang berbeda sebagai penguat pada matriks polyester.

Landasan Teori

Bahan komposit diproduksi dengan menggabungkan dua bahan yang berbeda untuk membentuk bahan baru yang mungkin cocok untuk aplikasi spesifik dibandingkan dengan bahan pembentuknya. Sifat utama komposit adalah kekakuan dan ringan.

Komposit tersusun dari dua phase, yaitu pengikat (matriks) dan bahan penguat (*reinforcing*) yang bisa berbentuk serat, partikel maupun lempengan-lempengan tipis (*flake*) yang tersebar di dalam matriks dengan orientasi tertentu. Fungsi matriks selain sebagai pengikat serat dan mendistribusikan beban kepada serat tetapi juga untuk melindungi serat dari pengaruh lingkungan (Gibson, 2016).

Menurut Gibson (2016), komposit dapat dibedakan menurut phase matriks yang digunakan, yaitu:

- 1) Komposit Matrik polimer (*Polymer Matrix Composite*, PMC); matriksnya dapat berupa resin thermoset (poliester dan poliester) atau resin thermoplastic (polypropelene dan polyethelena), sedangkan phase *reinforcing*-nya berupa serat (serat alam atau serat sintesis)
- 2) Komposit Matrik Logam (*Metal Matrix Composite*, MMC), matriks dan penguatnya adalah logam
- 3) Komposit Matrik Keramik (*Ceramic Matrix Composite*, CMC), matriksnya berupa bahan keramik (*fly ash*, kaolin) sedangkan penguatnya berupa unsur logam, seperti oksida aluminium, karbida silikon, MgO dan Zirconia.

Sedangkan bila ditinjau dari tipe penguat yang digunakan, maka komposit dibagi atas 3 jenis, yaitu:

1. *Fibrous Composites* (Komposit Serat)
2. *Laminated Composites* (Komposit Laminat)
3. *Particulate Composites* (Komposit Partikel)

Biaya pembuatan komposit juga lebih sedikit jika dibandingkan dengan metode konvensional. Saat ini, penggunaan serat sintesis dibatasi karena kemampuannya untuk terurai sangat terbatas. Studi mengungkapkan bahwa sifat akhir komposit tergantung pada sifat serat dan ikatan antar muka dari matriks & penguat, metode pembuatan dan pengawetan.

Sifat komposit tergantung pada matriks, serat dan ikatan antar muka antara serat penguat dan matriks, karena transfer tegangan antara matriks dan serat menentukan efisiensi penguatan. Ketika serat alami digunakan sebagai penguat dalam bahan komposit, gugus hidroksil serat alami menyebabkan ikatan antar muka yang buruk dengan matriks polimer hidrofobik serta peka terhadap penyerapan air. Oleh karena itu, modifikasi permukaan serat alami adalah salah satu area terbesar dari penelitian saat ini untuk meningkatkan kompatibilitas dan kekuatan ikatan antar muka (Sudhakara, dkk 2013).

Sifat komposit tergantung pada matriks, serat dan ikatan antar muka antara serat penguat dan matriks, karena transfer tegangan antara matriks dan serat menentukan efisiensi penguatan. Ketika serat alami digunakan sebagai penguat dalam bahan komposit, gugus hidroksil serat alami menyebabkan ikatan antar muka yang buruk dengan matriks polimer yang bersifat hidrofobik. Oleh karena itu, modifikasi permukaan serat alami adalah salah satu area terbesar dari penelitian saat ini untuk meningkatkan kompatibilitas dan kekuatan ikatan antar muka (Bisaria, 2015). Menurut Gibson (2016), perbandingan jumlah matriks dan serat yang digunakan dalam membuat komposit dapat dihitung dengan persamaan berikut:

a. Fraksi Volume Serat (V_f)

$$V_f = \frac{v_f}{v_c} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

- V_f = Fraksi Volume serat (%)
- v_f = volume serat (cm³)
- v_c = Volume komposit (cm³)

b. Fraksi Volume Matriks (V_m)

$$V_m = \frac{v_m}{v_c} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

- V_m = Fraksi volume matrik (70%)
- v_m = volume matrik (cm³)
- v_c = volume komposit (cm³)

2. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat daun gewang yang diperoleh dari pucuk/tunas daun gewang dan daun gewang tua, matriks polyester, NaOH, Air, WAX Miror Glass. Pucuk daun gewang diambil kemudian diserut dan dikeringkan, sedangkan pada daun yang sudah tua tidak lagi diserut tetapi hanya dikeringkan. Selanjutnya serat tersebut diberi perlakuan alkali dengan cara direndam dalam larutan alkali 5% selama 1 jam, kemudian dicuci dengan air bersih dan dibilas sampai PH air menjadi normal. Hal ini dilakukan untuk menghilangkan sisa NaOH pada serat. Setelah itu serat dikeringkan dengan bantuan sinar matahari selama sehari. Selanjutnya serat dipotong dengan ukuran panjang 1cm, 3 cm, 5cm dan 7cm. Selanjutnya serat ditimbang sesuai dengan kebutuhan serat untuk fraksi volume serat 30% dengan ketebalan 8 mm. Komposit dicetak dengan metode hand ly up diikuti dengan penekanan selama ± 12 jam, kemudian komposit hasil cetakan dibentuk menjadi specimen uji impak sesuai standar ASTM D256.



Gambar 1. a. Pohon Gewang, b. Serat Pucuk Daun Gewang, c. Serat yang telah dipotong-potong, d. Proses Pencetakan komposit, e dan f, Spesimen Uji Impak

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Pengujian impact terhadap specimen uji, menghasilkan data uji seperti tampak pada tabel 1 di bawah ini. Dalam pengujian ini, data yang tertera pada alat uji adalah sudut β yang besarnya berbeda antara specimen uji.

Tabel 1. Data Uji Impact Spesimen Komposit berpenguat Daun Muda (Pucuk Daun Gwang) dan Daun Tua

Panjang Serat (cm)	Kode Spesimen	Tebal, d (mm)	Lebar, b (mm)	Serat Daun Muda		Serat Daun Tua		G (N)	R (m)
				β°	α°	β°	α°		
1	F1	8	10	146	156	148	156	9.81	0.83
	F2	8	10	147	156	152	156	9.81	0.83
	F3	8	10	145	156	143	156	9.81	0.83
	F4	8	10	146	156	152	156	9.81	0.83
	F5	8	10	148	156	150	156	9.81	0.83
3	G1	8	10	146	156	150	156	9.81	0.83
	G2	8	10	143	156	147	156	9.81	0.83
	G3	8	10	146	156	148	156	9.81	0.83
	G4	8	10	145	156	148	156	9.81	0.83
	G5	8	10	146	156	146	156	9.81	0.83
5	H1	8	10	144	156	148	156	9.81	0.83
	H2	8	10	143	156	145	156	9.81	0.83
	H3	8	10	144	156	147	156	9.81	0.83
	H4	8	10	146	156	146	156	9.81	0.83
	H5	8	10	145	156	147	156	9.81	0.83
7	I1	8	10	142	156	146	156	9.81	0.83
	I2	8	10	144	156	145	156	9.81	0.83
	I3	8	10	144	156	145	156	9.81	0.83
	I4	8	10	143	156	144	156	9.81	0.83
	I5	8	10	144	156	145	156	9.81	0.83

Data hasil uji impact pada tabel di atas, kemudian dihitung energy serap dan kekuatan impactnya menggunakan persamaan matematik.

Perhitungan Energi Serap menggunakan persamaan:

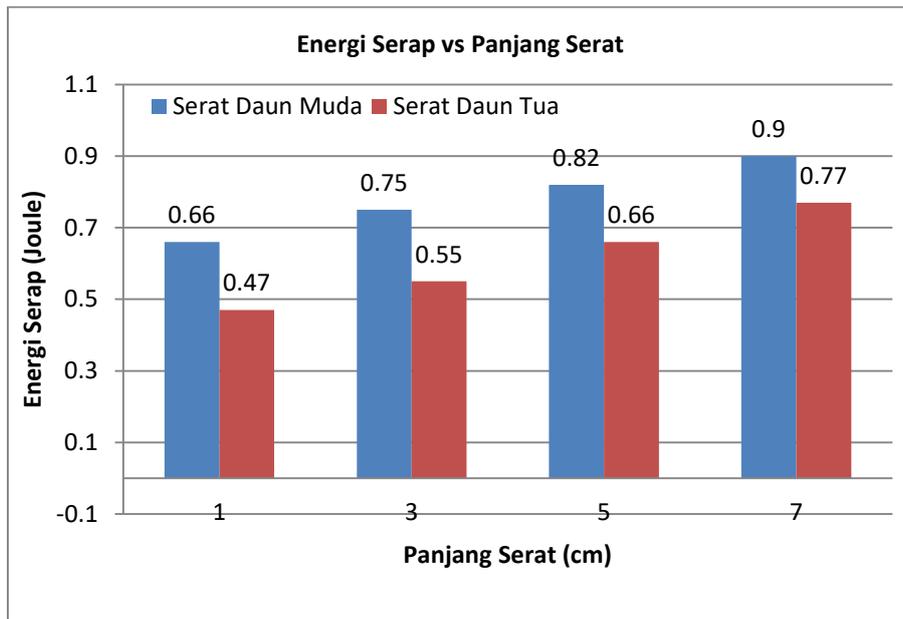
$$W_{\text{patah}} = G \times R (\cos\beta - \cos\alpha)$$

Sedangkan kekuatan impact dihitung menggunakan persamaan:

$$K_I = \frac{W_p}{A_0}$$

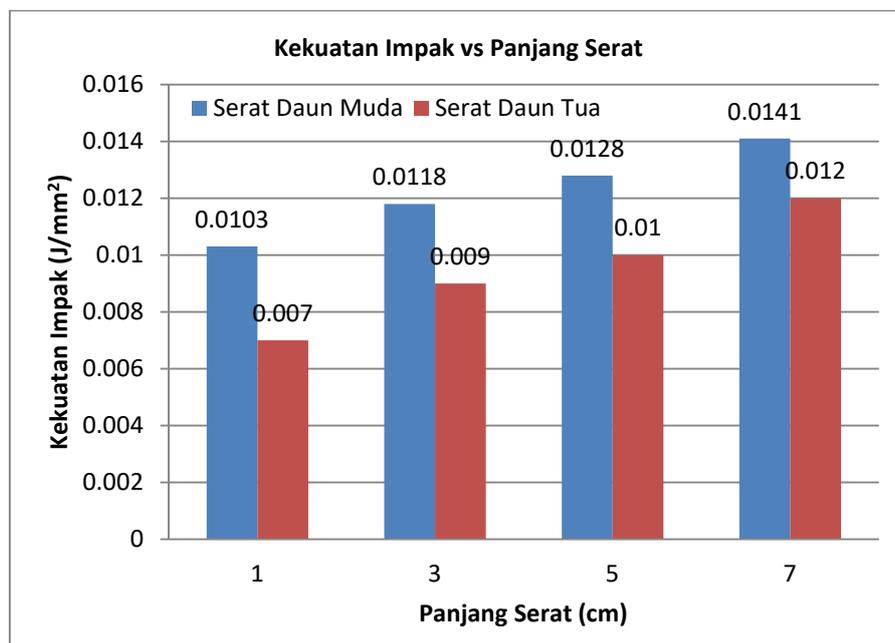
Pembahasan

Hasil perhitungan yang dilakukan terhadap semua data dengan menggunakan persamaan di atas, ditampilkan dalam bentuk grafik sehingga memudahkan untuk dilihat perbedaan antara panjang serat dan juga jenis serat yang digunakan. Pada gambar 2 terlihat bahwa komposit dengan panjang serat 7 cm memiliki nilai energi serap yang lebih tinggi dibandingkan dengan panjang serat yang lain, begitu juga dengan nilai kekuatan impactnya. Hal ini menunjukkan bahwa komposit berpenguat serat dengan panjang serat 7 cm memiliki ikatan interfacial serat-matrik yang lebih baik untuk kedua tipe serat yang digunakan.



Gambar 2. Energi Serap Komposit dengan Panjang Serat dan Jenis Serat yang berbeda

Dari gambar 2 di atas, terlihat pula bahwa komposit berpenguat serat daun muda lebih kuat dibandingkan dengan komposit berpenguat serat daun tua. Hal ini disebabkan karena daun tua yang telah kering lebih rapuh/getas jika dibandingkan dengan daun muda yang telah diserut.



Gambar 3. Kekuatan Impak Komposit dengan Panjang Serat dan Jenis Serat yang berbeda

Nilai kekuatan impak komposit dengan penguatan serat daun muda lebih tinggi dibandingkan dengan serat daun tua, seperti tampak pada gambar 3 di atas. Dari gambar terlihat pula bahwa semakin panjang serat, maka nilai kekuatannya cenderung naik. Hal ini disebabkan karena komposit dengan serat yang lebih panjang memberikan penguatan yang lebih baik dibandingkan dengan serat yang lebih pendek. Proses pencetakan komposit dengan orientasi serat acak, memungkinkan letak serat panjang berada pada sepanjang penampang membujur komposit sehingga saat menerima beban tumbukan maka energi tersebut ditransfer ke seluruh serat.

4. KESIMPULAN

Dari pembahasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa:

1. Komposit berpenguat serat daun muda yang diserut memiliki nilai kekuatan impact yang lebih tinggi dibandingkan dengan serat daun tua.
2. Kekuatan impact komposit berpenguat serat panjang lebih tinggi dibandingkan dengan serat pendek.

DAFTAR PUSTAKA

- Azwa, Z. N., Yousif, B. F., Manalo, A. C., & Karunasena, W. (2013). "A review on the degradability of polymeric composites based on natural fibres". *Materials and Design*, 47, 424–442.
- Bledzki, K., Mamun, A. A., & Faruk, O. (2007). "Abaca fibre reinforced PP composites And comparison with jute and flax fibre PP composites". *Express Polymer Letters*, 1, 755–762.
- Himanshu Bisaria, M.K.Gupta, P.Shandilya, R.K.Srivastava, (2015),. "Effect of fibre length on mechanical properties of randomly oriented short jute fibre reinforced epoxy composite". *Materials Today: Proceedings*, Vol. 2, 1193 – 1199
- Joshi, S.V., Drzal, L.T., Mohanty, A.K., dan Arora, S., (2004). "Are Natural Fiber Composites Environmentally Superior to Glass Fiber reinforced Composites", *Composites: Part A*, **35**, 371-376.
- P. Sudhakara, Dani. Jagadeesh, Yi Qi Wang, C. Venkata Prasad, A.P. Kamala Devi, Balakrishnan, B.S. Kim, J.I. Song. (2013). "Fabrication of Borassus fruit lignocellulose fiber/PP composites and comparison with jute, sisal and coir fibers". *Carbohydrate Polymer*, Vol. 98, 1002–1010
- Ronald F. Gibson, (2016). "*Principles of Composite Material Mechanics*", Fourth Edition, CRC Press, Taylor & Francis Group.