

**PENGARUH KETEBALAN PAPAN KOMPOSIT POLIESTER BERPENGUAT SERAT  
GEWANG TERHADAP KEKUATAN IMPAK**

**Kristomus Boimau<sup>1</sup>, Yeremias M. Pell<sup>2</sup>, Arifin Sanusi<sup>3</sup>, Jack C.A. Pah<sup>4</sup>, dan Defmit B. N. Riwu<sup>5</sup>**

<sup>1,2,3,4,5</sup>*Program Studi Teknik Mesin, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto, Penfui Kupang NTT*  
*Email: kristomus.boimau@staf.undana.ac.id*

**ABSTRAK**

Serat alam sebagai salah satu penguat komposit polimer telah diteliti dan terus dikembangkan untuk berbagai aplikasi di bidang teknik maupun untuk desain interior dan eksterior rumah hunian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan impak papan komposit berpenguat serat gewang dengan variasi ketebalan yang berbeda, yakni 0,5 cm, 0,8 cm, 1 cm dan 1,5 cm. Serat yang digunakan pada penelitian ini diambil dari pucuk daun gewang kemudian diserut dan dikeringkan. Selanjutnya serat tersebut direndam dalam larutan alkali 5% selama 1 jam. Perbandingan komposisi jumlah serat dan matriks diformulasikan dengan aturan *Rule of Mixture* (ROM). Fraksi volume serat ( $v_f$ ) yang digunakan sebesar 30%, dengan panjang serat 3 cm dan matriks yang digunakan adalah polyester. Papan komposit dibuat dengan metode *hand ly up*, kemudian cetakan ditekan selama 12 jam. Papan komposit hasil cetakan dibentuk menjadi spesimen uji impak tipe 'V' sesuai standar ASTM D256-97 dan diuji dengan alat uji impak. Hasil pengujian menunjukkan bahwa papan komposit dengan ketebalan 1,5 cm memiliki nilai energy serap yang lebih tinggi dibandingkan dengan ketebalan lainnya yaitu sebesar 1.27 Joule, sedangkan kekuatan impak tertinggi diperoleh pada komposit dengan ketebalan 0,5 cm yakni sebesar 0,017 J/mm<sup>2</sup>. Hasil foto makro menunjukkan bahwa model patahan yang terjadi didominasi oleh patahan getas dan sebagian lagi terjadi *debonding*.

Kata kunci: serat, gewang, komposit, poliester, impak

**1. PENDAHULUAN**

Kebutuhan akan kayu sebagai bahan bangunan (konstruksi) maupun untuk perabot rumah tangga semakin meningkat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk yang semakin pesat, namun kondisi hutan yang ada saat ini sulit untuk memenuhi peningkatan permintaan kayu tersebut. *Data forest watch* menunjukkan bahwa laju pengurangan wilayah hutan di Indonesia sekitar 2 juta hektar/tahun atau diperkirakan mencapai 78 juta m<sup>3</sup>/tahun (Walhi, 2004). Hal ini menyebabkan pasokan kayu dari hutan alam kian menurun, baik dari sisi volume maupun mutunya sehingga mengakibatkan harga kayu menjadi relatif mahal karena kecepatan antara pemanenan dan penanaman tidak seimbang. Meningkatnya harga kayu di pasaran, juga dialami oleh masyarakat Kota Kupang - NTT yang secara geografis tidak memiliki hutan alam penghasil kayu sehingga kebutuhan akan kayu biasanya didatangkan dari Sulawesi dan Kalimantan.

Beberapa alternatif telah dikembangkan sebagai upaya mengatasi minimnya pasokan kayu tersebut, antara lain dengan menciptakan produk-produk turunan dari kayu seperti papan partikel, papan semen dan papan serat. Bahan baku pembuatan papan partikel adalah serbuk kayu gergajian sedangkan untuk papan serat (*fiberboard*) biasanya digunakan serat alam yang diambil dari tanaman yang mengandung serat seperti kenaf, pisang, rami, sisal, dan flax. Pengembangan papan serat sangat potensial, karena Indonesia memiliki iklim yang cocok ditumbuhi oleh tanaman berserat. Di Pulau Timor Nusa Tenggara Timur terdapat pula tanaman penghasil serat, yakni pohon gewang yang jumlahnya ribuan pohon. Serat pada gewang terdapat pada pucuk daunnya dan sering dimanfaatkan sebagai bahan tali-temali yang digunakan oleh masyarakat sejak dahulu kala. Pemanfaatan daun gewang sebagai bahan rekayasa papan serat, diharapkan dapat meningkatkan nilai ekonomi dan nilai teknologi dari tanaman tersebut. Pada penelitian ini, pucuk daun gewang akan diolah terlebih dahulu sehingga diperoleh serat kemudian dikeringkan dan selanjutnya dipakai sebagai bahan penguat matriks poliester yang nantinya diaplikasikan untuk desain interior rumah hunian.

## Landasan Teori

Beberapa produk turunan dari kayu yang dilakukan dengan teknik perekatan dan mempunyai prospek untuk dikembangkan, antara lain kayu lapis indah, glulam, papan partikel, papan mineral, papan blok dan papan serat (*fiberboard*). Papan serat merupakan papan yang dihasilkan dari campuran antara polimer dan serat alam dengan teknologi rekayasa komposit. Serat yang digunakan biasanya berasal dari batang tanaman atau daun yang memiliki kandungan serat.

Bahan komposit dapat didefinisikan sebagai hasil dari pencampuran dua atau lebih bahan yang berbeda untuk menghasilkan jenis bahan baru dengan sifat yang sama sekali baru. Sifat-sifat baru yang dicapai adalah unik dan unggul dalam beberapa aspek dibandingkan dengan sifat-sifat material pembentuk. Biasanya, salah satu bahan komposit adalah diskontinyu, kuat, dan kaku, yang dikenal sebagai penguat, sedangkan yang lain adalah lebih lemah, kurang kuat dan kontinu, yang dikenal sebagai matriks (Aridi, dkk 2016b).

Umumnya komposit dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kategori utama, yaitu komposit logam, komposit keramik, dan komposit polimer (Ashby, 2005). Namun jika dilihat dari performancenya, komposit dibagi dalam dua kelompok utama, yaitu komposit dengan performance rendah hingga sedang, yang biasanya diperkuat oleh serat pendek atau bahkan partikel, yang memberikan tingkat kekakuan terbatas untuk bahan. Pada jenis komposit tersebut, matriks bertanggung jawab untuk menentukan karakteristik mekanik komposit. Selanjutnya komposit dengan performance tinggi yang secara teratur terbuat dari serat kontinu yang membangun kerangka komposit dan membawa kekakuan dan ketahanannya ke arah serat. Fase matriks di sini hanya melindungi dan mendukung serat, serta mentransfer strain dari satu serat ke serat lainnya. Di sisi lain, Interphase (ikatan antar muka) memainkan peran penting dalam mengurangi mekanisme kegagalan, meningkatkan kekuatan tarik, dan mengendalikan kinerja tegangan-regangan bahan komposit (AL-Oqla, dkk 2014; AL-Oqla & Omari, 2017). Beberapa fase tambahan, yang dikenal sebagai interfase, dapat terjadi akibat reaksi kimia atau efek lainnya. Dalam praktiknya, tiga faktor utama dapat mempengaruhi sifat komposit: sifat material pembentuk, geometri/distribusi fase, dan fraksi volume penguat (Aridi, dkk 2016a).

Fraksi volume serat sangat menentukan kandungan atau persentase antara matriks dan serat. Sebelum melakukan proses pencetakan komposit, terlebih dahulu dilakukan penghitungan mengenai fraksi volume serat ( $V_f$ ), dan massa serat ( $m_{\text{serat}}$ ) dengan menggunakan rumus berikut.

### a. Fraksi Volume Serat ( $V_f$ )

$$V_f = \frac{V}{V_c} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

- $V_f$  = Fraksi Volume serat (%)
- $v_f$  = volume serat ( $\text{cm}^3$ )
- $v_c$  = Volume komposit ( $\text{cm}^3$ )

### b. Fraksi Volume Matriks ( $V_m$ )

$$V_m = \frac{V}{V_c} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

- $V_m$  = Fraksi volume matrik (70%)
- $v_m$  = volume matrik ( $\text{cm}^3$ )
- $v_c$  = volume komposit ( $\text{cm}^3$ )

### c. Massa jenis atau *densitas* Serat ( )

$$\rho = \frac{m}{v_c} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana;

- $\rho_f$  = Massa jenis serat ( $\text{gram}/\text{cm}^3$ )
- $m_f$  = Massa serat (gram)
- $v_m$  = Volume serat ( $\text{cm}^3$ )

## 2. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Serat pucuk daun gewang, matriks polyester, NaOH, Air, WAX Mirror Glass. Pucuk daun gewang diambil kemudian diserut dan dikeringkan. Selanjutnya serat tersebut direndam dalam larutan alkali 5% selama 1 jam, kemudian dicuci dan dibilas dengan air bersih 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 3 cm dan ditimbang sesuai dengan kebutuhan serat untuk setiap ketebalan specimen uji yang disesuaikan dengan ukuran cetakan. Ada 4 buah cetakan kayu yang telah didesain sedemikian rupa sehingga dapat menghasilkan papan komposit dengan ketebalan 5 mm, 8mm, 10 mm dan 15 mm.



Gambar 1. *a.* Pohon Gewang, *b.* Pucuk Daun Gewang, *c.* Serat Gewang, *d.* NaOH, *e.* Perlakuan NaOH pada Serat, *f.* Serat dijemur setelah perlakuan NaOH, *g.* Serat ditimbang, *h.* Penekanan Cetakan, *i.* Hasil Cetakan Papan Komposit, *j.* Pembuatan specimen uji Impak, *k.* Alat uji impak, *l.* Uji Impak Spesimen

Perbandingan komposisi jumlah serat dan matrik diformulasikan dengan aturan *rule of mixture* (ROM). Fraksi volume serat ( $V_f$ ) yang digunakan sebesar 30%, dengan panjang serat 3 cm dan fraksi volume matriks sebesar 70%. Papan komposit dibuat dengan metode *hand ly up*, kemudian cetakan ditekan selama  $\pm 12$  jam. Papan komposit hasil cetakan dibentuk menjadi spesimen uji impact tipe 'v' sesuai standar ASTM D256 dan diuji dengan alat uji impact.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Uji Impact

Pengujian impact dilakukan terhadap spesimen uji impact dengan menggunakan alat uji impact charpy. Hasilnya seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Data Uji Impact

Tebal Spesimen (mm)	Kode Spesimen	Tebal, d (mm)	Lebar, b (mm)	$\beta^\circ$	$\alpha^\circ$	G (N)	Lengan R (m)
5	A1	5	10	148	156	9.81	0.83
	A2	5	10	152	156	9.81	0.83
	A3	5	10	143	156	9.81	0.83
	A4	5	10	146	156	9.81	0.83
	A5	5	10	145	156	9.81	0.83
8	F1	8	10	144	156	9.81	0.83
	F2	8	10	143	156	9.81	0.83
	F3	8	10	142	156	9.81	0.83
	F4	8	10	143	156	9.81	0.83
	F5	8	10	142	156	9.81	0.83
10	J1	10	10	140	156	9.81	0.83
	J2	10	10	138	156	9.81	0.83
	J3	10	10	142	156	9.81	0.83
	J4	10	10	140	156	9.81	0.83
	J5	10	10	142	156	9.81	0.83
15	N1	15	10	134	156	9.81	0.83
	N2	15	10	136	156	9.81	0.83
	N3	15	10	134	156	9.81	0.83
	N4	15	10	132	156	9.81	0.83
	N5	15	10	132	156	9.81	0.83

Data hasil uji impact pada tabel di atas, kemudian dihitung energy serap dan kekuatan impactnya menggunakan persamaan. Perhitungan Energi Serap menggunakan persamaan:

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

Sedangkan kekuatan impact dihitung menggunakan persamaan:

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

Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini.

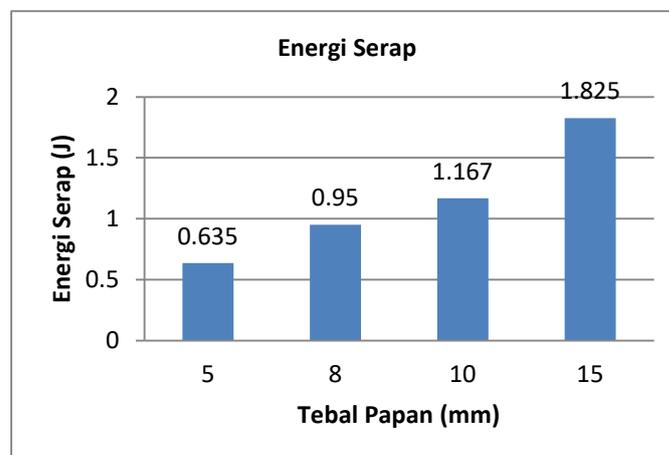
### 3.2. Energi Serap

Penyerapan energy papan komposit dengan variasi ketebalan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Energi Serap dan Kekuatan Impak

Tebal Spesimen (mm)	Kode Spesi men	b °	a °	cos b	cos a	cos b - cos a	G (N)	R (m)	E Serap (J)	E Serap Rata2 (J)	A <sub>0</sub> (mm <sup>2</sup> )	K impak (Joule/mm)	K impak rata2 (Joule/mm)
5	A1	148	156	-0.848	-0.914	0.0655	9.81	0.83	0.5333	0.6349	40	0.01333	0.01587
	A2	152	156	-0.883	-0.914	0.0306	9.81	0.83	0.2491		40	0.00623	
	A3	143	156	-0.798	-0.914	0.1149	9.81	0.83	0.9356		40	0.02339	
	A4	146	156	-0.829	-0.914	0.0845	9.81	0.83	0.6881		40	0.01720	
	A5	145	156	-0.819	-0.914	0.0944	9.81	0.83	0.7686		40	0.01921	
8	F1	144	156	-0.809	-0.914	0.1045	9.81	0.83	0.851	0.95	64	0.0133	0.01489
	F2	143	156	-0.798	-0.914	0.1149	9.81	0.83	0.936		64	0.01462	
	F3	142	156	-0.788	-0.914	0.1255	9.81	0.83	1.022		64	0.01597	
	F4	143	156	-0.798	-0.914	0.1149	9.81	0.83	0.936		64	0.01462	
	F5	142	156	-0.788	-0.914	0.1255	9.81	0.83	1.022		64	0.01597	
10	J1	140	156	-0.766	-0.914	0.1475	9.81	0.83	1.201	1.1667	80	0.0150	0.01458
	J2	138	156	-0.743	-0.914	0.1704	9.81	0.83	1.3875		80	0.0173	
	J3	142	156	-0.788	-0.914	0.1255	9.81	0.83	1.0221		80	0.0128	
	J4	140	156	-0.766	-0.914	0.1475	9.81	0.83	1.201		80	0.01501	
	J5	142	156	-0.788	-0.914	0.1255	9.81	0.83	1.0221		80	0.01278	
15	N1	134	156	-0.695	-0.914	0.2189	9.81	0.83	1.7822	1.8252	120	0.0149	0.0152
	N2	136	156	-0.719	-0.914	0.1942	9.81	0.83	1.5813		120	0.01318	
	N3	134	156	-0.695	-0.914	0.2189	9.81	0.83	1.7822		120	0.01485	
	N4	132	156	-0.669	-0.914	0.2444	9.81	0.83	1.9901		120	0.01658	
	N5	132	156	-0.669	-0.914	0.2444	9.81	0.83	1.9901		120	0.01658	

Data hasil perhitungan pada tabel di atas, selanjutnya ditampilkan dalam bentuk grafik sehingga dapat terlihat jelas perbandingan setiap ketebalan.

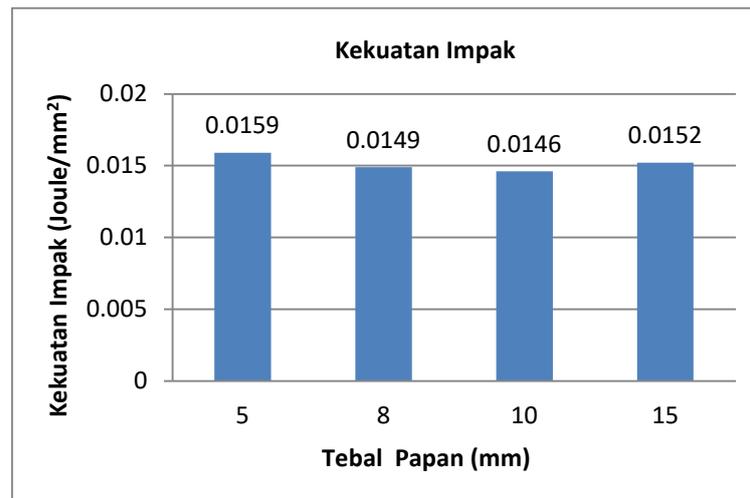


Gambar 2. Energi Serap Papan Komposit

Dari gambar 2 di atas, terlihat bahwa komposit dengan ketebalan 15 mm memiliki kemampuan menyerap energi tumbukan yang lebih besar dibandingkan dengan ketebalan lainnya. Hal ini disebabkan karena energy yang dibutuhkan untuk mematahkan papan komposit dengan ketebalan 15 mm lebih besar dibandingkan dengan energy untuk mematahkan komposit dengan ketebalan 5 mm, 8 mm dan 20 mm. Selain itu, komposit dengan ketebalan 15 mm mengandung jumlah serat yang lebih banyak dibandingkan dengan ketebalan lainnya, sehingga saat tumbukan mengenai specimen uji, maka energy tumbukan yang diserap oleh serat lebih besar.

### 3.3. Kekuatan Impak

Selain energi yang diserap, dari pengujian impact pun dapat diketahui nilai kekuatan impact ( $K_{\text{impak}}$ ) specimen uji, seperti tampak pada tabel 2 di atas dan grafik di bawah ini



Gambar 3. Kekuatan Impak ( $K_{\text{impak}}$ ) Komposit Dengan Variasi Ketebalan

Kekuatan Impak ( $K_{\text{impak}}$ ) Komposit pada gambar 3 di atas menggambarkan bahwa komposit dengan ketebalan 5 mm memiliki nilai  $K_{\text{impak}}$  yang lebih besar dibandingkan dengan ketebalan lainnya. Perbedaan nilai  $K_{\text{impak}}$  pada gambar di atas sangat kecil dan hampir sama pada ketebalan 5 mm dan 15 mm. Hal ini disebabkan karena kualitas papan komposit hasil cetakan dengan ketebalan 15 mm tidak sempurna komposit dengan ketebalan 5 mm. Ketidaksempurnaan ini terjadi karena jumlah serat yang digunakan pada papan dengan ketebalan 15 mm lebih banyak sehingga resin tidak membasahi semua serat yang berakibat pada lemahnya ikatan interfacial anatar serat dan matrik.

## 4. KESIMPULAN

1. Kekuatan impact tertinggi diperoleh pada komposit dengan ketebalan 5 mm yakni sebesar 0.0159 Joule/mm<sup>2</sup>
2. Energi Serap tertinggi diperoleh pada komposit dengan ketebalan 15 mm yakni sebesar 1.825 Joule.

## DAFTAR PUSTAKA

- AL-Oqla, F. M., & Omari, M. A. (2017). "Sustainable biocomposites: Challenges, potential and barriers for Development". In M. Jawaid, S. M. Sapuan, & O. Y. Alothman (Eds.), "Green biocomposites: Manufacturing and properties". Cham, Switzerland: Springer International Publishing (Verlag).
- Aridi, N., Sapuan, S. M., Zainudin, E., & AL-Oqla, F. M. (2016b). "Mechanical and morphological properties of injection-molded rice husk polypropylene composites". *International Journal of Polymer Analysis and Characterization*, V21, 305–313.
- Aridi, N., Sapuan, S. M., Zainudin, E., & AL-Oqla, F. M. (2016a). "Investigating morphological and performance deterioration of injection molded rice husk-polypropylene composites Due to various liquid uptakes". *International Journal of Polymer Analysis and Characterization*, v21(8), 675–685.
- Asbhy, M. F (2005), *Material Selection in Mechanical Design*, Cambridge: Butterworth-Heinemann.