

## KARAKTERISTIK MEKANIK KOMPOSIT SERAT CANTULA (AGAVE CANTULA ROXB) SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN PENGUAT TERHADAP PARTISI RUMAH

Lidi Wilaha<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Surakarta (UNSA)  
Email: attaufik@gmail.com

Masuk: 05 Januari 2019, Revisi masuk: 15 Januari 2019, Diterima: 20 Januari 2019

### ABSTRACT

*Using of natural fiber as ingredients of particle board products, still have to various studies to gain the character of the product's standard. Study of Cantula fiber utilization with matrix of Yukalac 157 BQTN-EX unsaturated polyester as the design of composite manufacturing partition (simplicity wall) of housing is professionally researched and potential, it's important to do immediately investigation potential of characteristic Cantula's fiber as alternative composite material to partition housing.*

*Cantula fiber that has been cleaned, then soaked with a solution of NaOH 10% for 4 hours, then recleaned back, and let it dry naturally in the room without stright sunlight for 3 days until moisture content ranged from 8-10%. The composite samples are made with combination method hand laying and press shape with the fractional volume of 10%, 20%, 30%, 40%, and 50%. For matrix and hardener, using the Polyester Yukalac Type 157 BQTN-EX and MEXPO, the formal press is made by steel. To tool test impact standard is JIS K-7113, the spesimen test use ASTM D-5941, with microphoto, and SEM cross analysis used to for failure or errors (broken) analysis.*

*The results have overall due to the fiber volume fraction Cantula-polyester compound against mechanical characteristics is grow up experienced of toughness impact with consecutive average volume fraction 10%, 20%, 30%, 40% therefore 6831.5 J/M<sup>2</sup>, 7464.5 J/M<sup>2</sup>, 8549 J/M<sup>2</sup> and 10151.5 J/M<sup>2</sup>. But on the fraction of the fiber volume 50% started to droppen the value until 9515 J/M<sup>2</sup>. The increasing of absorby energy is caused by adding of fiber to compound, therefore be able to increase traits of toughness or properties and reversal. The fracturing of test impact on composite V<sub>f</sub> 10%, 20%, 30% are failure is due to the outcome of matric failure increasingly, but at V<sub>f</sub> 40% has a strengthening of fiber that is marked with the broken fiber and matrix tend to be simultaneously. in V<sub>f</sub> 50%. The failure of the dominant due to the composition of the matrix that is less, the reinforcement of apparent comes only from the fiber, like sawn by the cross-section, that shows the debt phenomenon of the as much as number of fibre pulled out.*

**Keywords:** *Cantula-Polyester Composite, Impact, Partition.*

### INTISARI

Penggunaan serat alam sebagai bahan baku produk papan partikel, masih membutuhkan berbagai penelitian untuk mendapatkan sifat produk yang memenuhi standar. Kajian pemanfaatan serat Cantula dengan matrik unsaturated polyester yukalac 157 BQTN-EX sebagai rancangan pembuatan komposit partisi (dinding sekat) perumahan berpotensi diteliti secara profesional dan menjadi penting untuk segera dilakukan. Penelitian ini menyelidiki potensi pemanfaatan serat cantula (Agave cantula roxb) sebagai alternatif bahan penguat komposit terhadap partisi rumah.

Serat Cantula yang sudah bersih kemudian direndam dengan larutan NaOH 10% selama 4 jam, lalu dicuci kembali dan dikeringkan secara alami di dalam ruangan tanpa sinar matahari berlangsung selama 3 hari hingga kadar air berkisar 8-10%. Spesimen komposit dibuat dengan metoda kombinasi *hand lay up* dan *press mold* dengan fraksi volume 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%. Matrik dan *hardener* yang dipakai adalah poliester yukalac tipe 157 BQTN-EX dan MEXPO, sedangkan cetakan yang digunakan

adalah cetakan baja. Pengujian memakai alat uji impact izot, spesimen uji dibuat menurut ASTM D-5941, foto mikro, dan SEM digunakan untuk analisis penampang patahan.

Hasil penelitian menunjukkan secara keseluruhan akibat fraksi volume serat komposit *Cantula*-poliester terhadap karakteristik mekanik mengalami peningkatan ketangguhan impact rata-rata berturut-turut fraksi volume 10%, 20%, 30%, 40% sebesar 6831.5 J/m<sup>2</sup>, 7464.5 J/m<sup>2</sup>, 8549 J/m<sup>2</sup> dan 10151.5 J/m<sup>2</sup> tetapi pada fraksi volume serat 50% mulai terjadi penurunan nilai yaitu sebesar 9515 J/m<sup>2</sup>. Meningkatnya energi serap tersebut diakibatkan penambahan serat sehingga komposit mampu meningkatkan sifat ketangguhan impactnya atau sebaliknya terjadinya *debonding* (serat semakin dominan), sehingga kegagalan terjadi pada tegangan rendah. Perilaku patahan uji impact pada komposit  $V_f$  10%, 20%, 30%, kegagalan cenderung dikarenakan akibat kegagalan matrik terlebih dahulu, tetapi pada  $V_f$  40% menunjukkan adanya penguatan serat yaitu ditandai dengan patahnya serat dan matrik cenderung bersamaan. Pada  $V_f$  50%, kegagalan dominan akibat komposisi matrik yang kurang, sehingga penguatan seakan hanya berasal dari serat, jika dilihat dari penampang patahan menunjukkan fenomena semakin banyaknya *fiber pull out*.

**Kata-kata kunci:** Impact, Komposit *cantula*-poliester, Partisi.

## PENDAHULUAN

Perkembangan material komposit di bidang rekayasa sangat pesat, seiring hasil riset komposit yang mampu bersaing dengan produk-produk berbahan logam atau produk lain. Keuntungan penggunaan material komposit antara lain tahan korosi, rasio antara kekuatan dan densitasnya cukup tinggi (ringan), murah, dan proses pembuatannya mudah (Gay, 2003).

Material komposit berpenguat serat alam merupakan salah satu material yang ramah lingkungan dibanding dengan material sintetis. Di samping ramah lingkungan komposit berpenguat serat alam mempunyai berbagai keunggulan diantaranya harga yang murah, mampu meredam suara, mempunyai densitas rendah, jumlahnya melimpah, dan kemampuan mekanik tinggi (Raharjo, 2002). Penelitian Raharjo (2002) menyatakan bahwa serat *Agave cantula roxb* adalah salah satu jenis serat alam yang mempunyai kemampuan mekanik tinggi. Material ini termasuk kuat, ringan, tahan lama, murah, serta ramah lingkungan. Berdasarkan hasil penelitian Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Departemen Perindustrian Yogyakarta, serat *Agave cantula roxb* mempunyai kandungan selulose sekitar 64,3%, sehingga berpotensi sebagai bahan penguat komposit. Namun menurut Raharjo (2002) penambahan kadar air

akan menyebabkan penurunan kekuatan impact dan modulus impact *cantula*. Sementara Ariawan (2003) menyatakan bahwa perlakuan pemanasan terhadap serat *cantula* menghasilkan kekuatan impact tertinggi. Produk papan partikel dari serat Abaka dan Sisal masih memiliki kelemahan, yaitu sifat pengembangan tebal yang masih tinggi (Syamani dkk., 2006).

Matrik perekat yang biasa digunakan dalam rekayasa panel komposit adalah bahan polimer *thermosetting*. Pemilihan matrik *unsaturated polyester yukalac 157 BQTN-EX* karena banyak digunakan untuk aplikasi komposit pada dunia industri dengan pertimbangan harga relatif murah Rp 35.000,-/Kg, waktu *curing* cepat hanya 6 jam, warna jernih, kestabilan dimensional baik, dan mudah penanganannya.

Dari pemaparan tersebut di atas, maka dapat dikatakan bahwa kajian pemanfaatan serat *Cantula* dengan matrik *unsaturated polyester yukalac 157 BQTN-EX* sebagai rancangan pembuatan komposit partisi (dinding sekat) perumahan sangat berpotensi diteliti secara profesional dan menjadi penting untuk segera dilakukan. Variabel penting dalam penelitian ini berupa *treatment* serat *Cantula* dengan perendaman NaOH 10% selama 4 jam dan fraksi volume 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50% serat pada komposit terhadap ketangguhan impact komposit serta interaksi

kekuatan ikatan serat *Cantula*-poliester pada foto makro/mikro penampang patahan partisi komposit.

## METODOLOGI

### Survei Data Penelitian Sebelumnya

Penggunaan bahan komposit serat sangat efisien dalam menerima beban dan gaya. Serat *cantula* itu bahan komposit serat sangat kuat dan kaku apabila dibebani searah serat, sebaliknya sangat lemah jika dibebani dalam arah tegak lurus serat (Hadi, 2000). Komposit serat pendek dengan orientasi yang benar akan menghasilkan kekuatan yang lebih besar, apabila dibandingkan *continuous fiber*.

Faktor yang mempengaruhi variasi panjang serat *chopped fiber composites* adalah *critical length* (panjang kritis). Panjang kritis yaitu panjang minimum serat pada suatu diameter serat yang dibutuhkan terhadap tegangan, untuk mencapai tegangan saat patah yang tinggi (Schwartz, 1992).

Komposit Polyester 157 BQTN-serat rami dengan diberi perlakuan NaOH 5% selama 2 jam, memiliki kekuatan impact komposit menjadi lebih tinggi. Namun serat yang dikenai perlakuan alkali terlalu lama, dapat menyebabkan mengalami degradasi kekuatan yang signifikan yaitu memiliki kekuatan yang lebih rendah (Diharjo, 2006).

Komposit serat *cantula* dengan matrik resin BQTN EX menghasilkan kekuatan *bending* tertinggi (Ariawan, 2003). Pengujian *bending*, komposit yang dengan *mat* yang lebih tipis akan menghasilkan sifat lenturnya semakin tinggi. Selain alasan tersebut, jumlah fraksi volume serat pada *mat* yang lebih tipis juga semakin kecil (Yanuar dan Diharjo, 2003).

Pada komposit kenaf-PP, pada fraksi berat serat 60% (atau fraksi volume serat sekitar 49%), kekuatan komposit mencapai 74 Mpa. Harga modulus impact dan modulus flexural komposit kenaf-PP-MAPP dengan  $W_f=50\%$  memiliki harga yang sama atau lebih besar daripada komposit serat gelas-PP-MAPP dengan  $W_f=40\%$  (Sanadi dkk., 1986).

Penelitian Pramono dkk. (2007) pada komposit dari serat gelas orientasi serat 0/90, 45/-45, dan 30/60 matrik UP Yukalac type 157 BQTN-EX fraksi volume 40% memberikan hasil bahwa kekuatan impact tertinggi dan pada pengujian lentur komposit menunjukkan bahwa kekuatan tertinggi terjadi pada perlakuan 4 jam.

Pada penelitian Purboputro (2006), komposit yang diperkuat serat enceng gondok dengan variasi panjang 25 mm, 50 mm, dan 100 mm dengan fraksi volume 80% matrik polyester dan 20% serat enceng gondok. Dari hasil pengujian didapat harga impact tertinggi dimiliki oleh komposit dengan panjang serat 50 mm yaitu  $0,002344 \text{ J/mm}^2$ .

Penelitian yang dilakukan oleh Pramono dkk. (2007) pada material komposit berpenguat serat enceng gondok acak dengan perendaman NaOH 10% lama perendaman 2 jam dan variasi fraksi volume (10%, 20%, 30%, 40% dan 50%) diperoleh kekuatan impact tertinggi pada komposit enceng gondok fraksi volume 50% sebesar  $0,0059 \text{ N/mm}^2$  dan energi serap yang terjadi sebesar sebesar 1,17 J.

### Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang dipakai adalah serat *cantula*, poliester tipe 157 BTQN, mexpo, *realeaser mirror glase wax*/FRP Wax, dan fluida uji (NaOH 10%). Peralatan yang digunakan adalah gergaji, ampelas, cetakan, timbangan digital, alat bantu uji, kamera digital, dan alat uji impact izot.

### Pembuatan Spesimen Uji

Serat yang sudah kering, dibuat menjadi bentuk *mat* serat *cantula* acak. Pembuatan *mat* dilakukan dengan mengaduk serat di dalam bak air secara merata hingga homogen yang di bawahnya sudah diletakkan strimin. *Density* *mat* serat acak tersebut dirancang berdasarkan rancangan fraksi volume serat yaitu 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%.

### Pengukuran Densitas

Pengukuran densitas digunakan untuk memprediksikan sifat mekanik

komposit, serta mengecek spesimen sesuai dengan standar deviasi, dengan mengacu pada ASTM D1037.

### Pengujian ketangguhan Impak

Spesimen komposit dibuat dengan metoda kombinasi *hand lay up* dan *press mold* dengan fraksi volume 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%. Matrik dan hardener yang dipakai adalah *poliester yukalac* tipe 157 BQTN-EX dan MEXPO dari PT Justus Kimia Raya Semarang. Pengujian memakai alat uji impak izot, spesimen uji dibuat menurut ASTM D-5941, foto mikro dan SEM digunakan untuk analisis penampang patahan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Pengukuran Densitas Komposit *Cantula-poliester*

Hasil pengukuran densitas komposit *Cantula-poliester* terhadap variasi fraksi volume dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Densitas komposit *Cantula-poliester*

No.	Vf Serat	Dimensi (mm)			Berat (g)	Volume (mm <sup>3</sup> )	Densitas (g/mm <sup>3</sup> )	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )
		Panjang	Lebar	Tebal				
1	10%	194.03	50.15	6.18	23.86	60135.14	0.00039675	396.75
2	20%	194.04	50.15	6.17	22.97	60035.39	0.00038264	382.64
3	30%	194.04	50.15	6.19	20.55	60189.41	0.00034137	341.37
4	40%	194.03	50.15	6.19	18.87	60230.44	0.00031327	313.27
5	50%	194.01	50.14	6.19	17.03	60232.96	0.00028265	282.65

Hasil pengukuran densitas akibat variasi fraksi volume 10% hingga 50% menunjukkan bahwa komposit *Cantula-poliester* terjadi penurunan nilai yang signifikan. Nilai rata-rata densitas komposit *Cantula-poliester* tertinggi terjadi pada fraksi volume 10% sebesar 396,75 kg/m<sup>3</sup> dan densitas terendah pada fraksi volume serat 50% sebesar 282,65 kg/m<sup>3</sup>. Hal ini menunjukkan meningkatnya jumlah serat berpotensi mengurangi kerapatan komposit atau sebaran matrik semakin sedikit (jumlah serat *cantula* lebih dominan) sehingga densitas komposit juga semakin rendah atau komposit akan lebih ringan.

### 2. Ketangguhan Impak Komposit *Cantula-poliester*

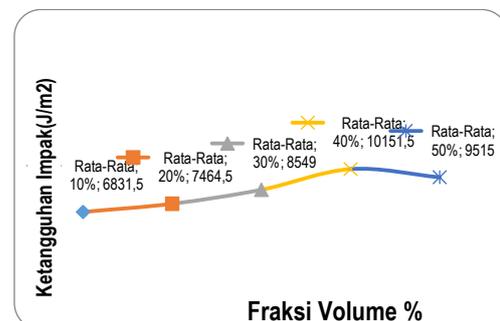
Tabel 2 menunjukkan karakteristik ketangguhan impak komposit serat *Cantula-poliester* dengan perlakuan

perendaman larutan NaOH 10% selama 4 jam dan fraksi volume 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%.

Tabel 2. Ketangguhan impak

No.	Variasi (Vf) %	Ketangguhan Impak (J/m <sup>2</sup> )		
		Minimal	Maksimal	Rata-Rata
1	10%	6673	6990	6831.5
2	20%	7095	7834	7464.5
3	30%	8157	8941	8549
4	40%	9916	10387	10151.5
5	50%	9188	9842	9515

Data hasil uji impak pada Gambar 1 menunjukkan ketangguhan impak komposit rata-rata berturut-turut fraksi volume 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50% sebesar 6831.5 J/m<sup>2</sup>, 7464.5 J/m<sup>2</sup>, 8549 J/m<sup>2</sup>, 10151.5 J/m<sup>2</sup> dan 9515 J/m<sup>2</sup>. Dari data ketangguhan impak tersebut menunjukkan bahwa nilai ketangguhan impak semakin meningkat dari fraksi volume 10% dan paling tinggi 40%, tetapi pada fraksi volume 50% nilai ketangguhan impak menurun.



Gambar 1. Grafik ketangguhan impak

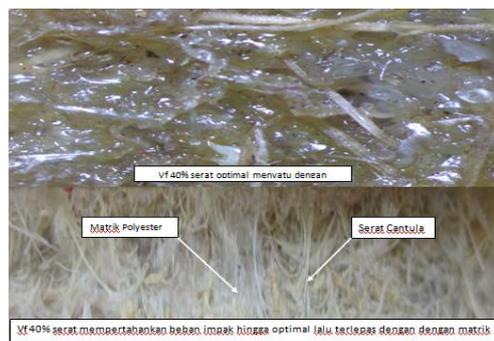
Meningkatnya energi serap tersebut sesuai dengan hukum ROM merupakan akibat penambahan serat sehingga komposit akan mampu meningkatkan sifat ketangguhan impaknya. Namun, setelah melampaui nilai optimal akan cenderung kembali menurun, hal ini dikarenakan ikatan antara matrik dengan serat semakin rendah, sehingga menurunkan energi serap dari impak tersebut. Ketangguhan impak yang paling optimum pada komposit *Cantula-poliester* diketahui pada fraksi volume serat 40%. Grafik ketangguhan impak komposit *Cantula-poliester* terhadap variasi fraksi volume dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Penampang patahan komposit akibat uji impak

### 3. Penampang Patahan Hasil Pengujian Impak

Gambar 3 menampilkan penampang patahan komposit akibat uji impak dengan  $V_f = 10\%$ ,  $20\%$ ,  $30\%$ ,  $40\%$ , dan  $50\%$ .



Gambar 3. Foto makro penampang patahan komposit akibat uji impak

Dari penampang patahan uji impak pada komposit  $V_f$   $10\%$ ,  $20\%$ ,  $30\%$  kegagalan cenderung dikarenakan akibat kegagalan matrik terlebih dahulu, namun pada  $V_f$   $40\%$  kegagalan menunjukkan adanya penguatan dari serat yaitu ditandai dengan patahnya serat dan matrik yang cenderung bersamaan. Sedangkan pada  $V_f$   $50\%$  kegagalan dominan akibat komposisi matrik yang kurang sehingga penguatan seakan hanya berasal dari serat, jika dilihat dari penampang patahan menunjukkan fenomena yang semakin banyaknya *fiber pull out*. Perilaku patahan yang bersamaan antara matrik dan serat pada  $V_f$   $40\%$  mengindikasikan bahwa serat dan matrik memiliki interaksi ikatan kuat.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa data, maka dapat disimpulkan sementara sebagai berikut:

1. Meningkatnya energi serap komposit *Cantula-poliester* merupakan akibat penambahan serat sehingga komposit akan mampu meningkatkan sifat ketangguhan impak.
2. Ketangguhan impak optimal terjadi pada fraksi volume serat  $40\%$ .
3. Perilaku patahan yang bersamaan pada  $V_f$   $40\%$  antara matrik-serat mengindikasikan bahwa serat dan matrik memiliki interaksi ikatan yang kuat, sehingga memungkinkan dipakai sebagai bahan partisi rumah.

Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menambahkan variasi panjang serat atau variasi perlakuan thermal pada serat cantula.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ariawan, D., 2003, *Pengaruh Modifikasi Serat Terhadap Karakteristik Komposit UPRs-Cantula*, Jurnal Teknik Mesin Poros, Universitas Sebelas Maret, Vol. 9, No. 3, Hal. 200-206.
- Diharjo, K., 2006, *Kajian Pengaruh Teknik Pembuatan Lubang terhadap Kekuatan Impak Komposit Hibrid Serat Gelas dan Serat Karung Plastik*, TEKNOIN, Vol. 11, No. 1, Hal. 55-64.
- Gay, 2003, *Composite Material, Design and Applications*, Boca Raton: CRC Press.
- Gibson, O. F., 1994, *Principle of Composite Materials Mechanics*, McGraw-Hill Inc., New York, USA.
- Hadi, K. B., 2000, *Mekanika Struktur Komposit*, Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta, Hal. 29-30.
- Maloney, T. M., 1993, *Modern Particle-board and Dry Process Fiberboard Manufacturing*, Miller Freeman Inc., New York.
- Pramono, C., Kusuma, D., dan Sudrajat, A., 2007, *Kajian Optimasi Kekuatan Bending dan Impak Panel Komposit Sandwich GFRP dengan Core Limbah Kayu Sengon Laut untuk Panel*

*Struktur Car Body Otomotif*, PKMP DIKTI, Jakarta.

Purboputro, I. P., 2006, *Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Impak Komposit Enceng Gondok Dengan Matriks Poliester*, Teknik Mesin, Fakultas Teknik, UMS, Surakarta

Raharjo, W. W., 2002, Pengaruh Waktu Perendaman Pada Sifat mekanik Komposit Unsaturated Polyester yang Diperkuat Serat Cantula, *Simposium Nasional I RAPI*, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Ray, D., Sarkar, B. K., Rana, A. K., dan Bose, N. R., 2001, Effect of Alkali Treated Jute Fibres on Compo-sites Properties, *Bulletin of Materi-als Science*, Vol. 24, No. 2, pp. 129-135, Indian Academy of Science.

Sanadi, A. R., Prasad, S. V., dan Rohatgi, P. K., 1986. *Sunhemp Fibre-Reinforced Polyester*, *Journal of Materials Science*, Vol. 21, pp. 4299-4304.

Schwartz, 1992, *Composite Materials Handbook*, New York: McGraw Hill Inc.

Shackelford, 1992, *Introduction to Materials Science for Engineer*, Third Edition, MacMillan Publishing Company, New York, USA.

Syamani, F. A., Prasetyo, K. W., Budiman, I., Subyakto, dan Subiyanto, B., 2008, *Sifat Fisis Mekanis Papan Partikel dari Serat Sisal atau Serat Abaka setelah Perlakuan Uap*, IPB, Bogor, *Jurnal Tropical Wood Science and Technology*, Vol. 6, No. 2 , Hal. 56-62.

Yanuar D., dan Diharjo K., 2003, *Karakteristik Mekanis Komposit Sandwich Serat Gelas Serat Chopped Strand Mat dengan Penambahan Lapisan Gel Coat*, Skripsi, Teknik Mesin FT UNS, Surakarta.

Wilaha, L. dan Anjarwulan, S.P., 2017, *Uji Kekuatan Tarik Pada Komposit Partisi Berbahan Baku Serat Cantula*, *Architecture Journal: Architecture Innovation*, No.1, vol.1, Universitas Podomoro.

#### **BIODATA PENULIS**

**Lidi Wilaha, S.T., M.T.**, lahir di Cilacap tanggal 29 Desember 1974, menyelesaikan pendidikan S1 pada bidang Teknik Arsitektur dari Universitas Sebelas Maret tahun 1999, dan S2 pada bidang Teknik Arsitektur dari Universitas Gadjah Mada tahun 2005. Saat ini tercatat sebagai Dosen Tetap pada Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik, Universitas Surakarta (UNSA) dengan bidang minat struktur-konstruksi, material bahan, dan utilitas arsitektur.