

KARAKTERISTIK MEKANIK KOMPOSIT SERAT CANTULA (*Agave cantula roxb*) SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN PENGUAT TERHADAPPARTISI RUMAH

Lidi Wilaha^{1*}

¹Program Studi Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Surakarta (UNSA)

Jl. Raya Palur Km. 5, Surakarta - 57772

*E-mail: attaufik@gmail.com

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) rumahan sangat berpotensi diteliti secara professional dan menjadi penting untuk segera dilakukan. Penelitian ini bertujuan menyelidiki potensi pemanfaatan serat cantula (*Agave cantula roxb*) sebagai alternative 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 langsung 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 sedang cetakan yang digunakan adalah cetakan baja. Pengujian memakai alat uji impak 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 impak rata-rata berturut-turut fraksi volume 10%, 20%, 30%, 40% sebesar 6831.5J/m², 7464.5J/m², 8549J/m² dan 10151.5 J/m² tetapi pada fraksi volume serat 50% mulai terjadi penurunan nilai yaitu sebesar 9515J/m². Meningkatnya energi serap tersebut diakibatkan penambahan serat sehingga komposit akan mampu meningkatkan sifat ketangguhan impaknya atau sebaliknya terjadinya debonding (serat semakin dominan), sehingga kegagalan terjadi pada tegangan rendah. Perilaku patahan uji impak pada komposit V_f 10%, 20%, 30% kegagalan cenderung dikarenakan akibat kegagalan matrik terlebih dahulu, tetapi pada V_f 40% menunjukkan adanya penguatan dari serat yaitu ditandai dengan patahnya serat dan matrik cenderung bersamaan. Sedang 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.

Kata kunci :komposit cantula-poliester, impak, partisi

1. PENDAHULUAN

Perkembangan material komposit dibidang 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, dkk, 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 (Raharjo, dkk, 2002) diantaranya yaitu harga murah, mampu meredam suara, mempunyai densitas rendah, jumlahnya melimpah dan kemampuan mekanik tinggi.

Penelitian Raharjo (2002) menyatakan serat *Agave cantula Roxb* adalah salah satu jenis serat alam yang mempunyai kemampuan mekanik yang tinggi. Material ini termasuk material yang kuat, ringan, tahan lama, murah serta ramah lingkungan. Dari hasil penelitian Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Departemen Perindustrian Yogyakarta, mempunyai kandungan selulose sekitar 64,3%, sehingga serat ini berpotensi sebagai bahan penguat komposit. Namun menurut

Raharjo (2003) penambahan kadar air akan menyebabkan penurunan kekuatan impact dan modulus impact cantula. Ariawan dkk, (2006) menyatakan 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 *etal.* 2006).

Matrik perekat yang biasa digunakan dalam rekayasa panel komposit adalah bahan polimer *thermosetting*. Pemilihan matrik *unsaturated polyester yukalac 157 BQTN-EX* 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) rumah 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.

2. METODOLOGI

2.1 Survey 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 K., 2006).

Komposit serat cantula dengan matrikresin BQTN EX menghasilkan kekuatan bending tertinggi (Ariawan D., 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, 1995).

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 J/mm².

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 N/mm² dan energi serap yang terjadi sebesar 1,17 J.

2.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang dipakai adalah serat cantula, polyester tipe 157 BTQN, mexpo, *realeaser mirror glase wax*/FRP Wax dan fluida uji (NaOH 10%).

Peralatan yang digunakan gergaji, ampelas, cetakan, timbangan digital, alat bantu uji, camera digital dan alat uji impact izot.

2.3 Pembuatan specimen 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 dibawahnya sudah diletakkan strimin. Density mat serat acak tersebut dirancang berdasarkan rancangan fraksi volume serat yaitu 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%.

2.4 PengukuranDensitas

Pengukuran densitas digunakan untuk memprediksikan sifat mekanik komposit, serta mengecek spesimen sesuai dengan standar deviasi, dengan mengacu pada ASTM D1037.

2.5 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 impact izot, spesimen uji dibuat menurut ASTM D-5941, foto mikro dan SEM digunakan untuk analisis penampang patahan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengukuran Densitas Komposit *Cantula-poliester*

Hasil pengukuran densitas komposit *Cantula-poliester* terhadap variasi fraksi volume dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Densitas komposit *Cantula-poliester*

No.	Vf Serat	Dimensi (mm)			Berat (g)	Volume (mm ³)	Densitas (g/mm ³)	Densitas (kg/m ³)
		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/m³ dan densitas terendah pada fraksi volume serat 50% sebesar 282,65 kg/m³. 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.

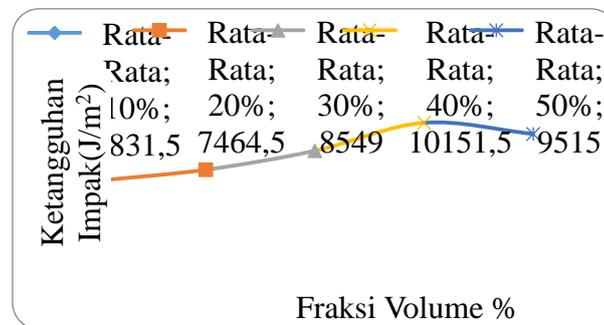
3.2 Ketangguhan Impak Komposit *Cantula-poliester*

Pada Tabel 3.2. di bawah menunjukkan karakteristik ketangguhan impact komposit serat *Cantula-poliester* dengan perlakuan perendaman larutan NaOH 10% selama 4 jam dan fraksi volume 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%.

Tabel 3.2. Ketangguhan impact

No.	Variasi (V_f) %	Ketangguhan Impact (J/m^2)		
		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 impact menunjukkan ketangguhan impact komposit rata-rata berturut-turut fraksi volume 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50% sebesar $6831.5 J/m^2$, $7464.5 J/m^2$, $8549 J/m^2$, $10151.5 J/m^2$ dan $9515 J/m^2$. Dari data ketangguhan impact tersebut menunjukkan bahwa nilai ketangguhan impact semakin meningkat dari fraksi volume 10% dan paling tinggi 40%, tetapi pada fraksi volume 50% nilai ketangguhan impact menurun.



Gambar 3.1 Grafik ketangguhan impact

Meningkatnya energi serap tersebut sesuai dengan hukum ROM merupakan akibat penambahan serat sehingga komposit akan mampu meningkatkan sifat ketangguhan impactnya. Namun, setelah melampaui nilai optimal akan cenderung kembali menurun, hal ini dikarenakan ikatan antara matrik dengan serat semakin rendah, sehingga menurunkan energi serap dari impact tersebut. Ketangguhan impact yang paling optimum pada komposit *Cantula-poliester* diketahui pada fraksi volume serat 40%. Grafik ketangguhan impact komposit *Cantula-poliester* terhadap variasi fraksi volume dapat dilihat pada Gambar 3.1.

3.3 Penampang Patahan Hasil Pengujian Impact

Gambar berikut adalah penampang patahan komposit akibat uji impact dengan $V_f = 10\%$, 20%, 30%, 40% dan 50%.



Gambar 3.2 Penampang patahan komposit akibat uji impact



Gambar 3.3 Fotomakro penampang patahankomposit akibat uji impact

Dari penampang patahan uji impact 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 yang kuat.

4. KESIMPULAN

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

- Meningkatnya energi serap komposit *Cantula-poliester* merupakan akibat penambahan serat sehingga komposit akan mampu meningkatkan sifat ketangguhan impact.
- Ketangguhan impact optimal terjadi pada fraksi volume serat 40%.
- 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.

Saran

Penelitian 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 Impact 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 Particleboard and Dry Process Fiberboard Manufacturing*. Miller Freeman Inc, New York, p.43.

- 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 FT.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 Composites Properties”, *Bulletin of Materials 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 21*, pp. 4299-4304, UK.
- 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