

Fabrikasi Dan Karakterisasi Sifat Bending Dan Daya Serap Air Komposit Hibrid Alkali Treated Sisal/Karbon/Pvc Dengan Variasi Serat Sisal Dan Serat Karbon

Yongky Eko Prabowo^a, Harini Sosiati^a, Sudarisman^a

^a Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
 Jl. Brawijaya, Tamantirto, Bantul, Yogyakarta 55183
yongky.eko.2014@ft.umy.ac.id

Abstrak

Material dasar pembuat raket yang banyak digunakan merupakan material sintetis yang umumnya sulit didaur ulang sehingga pada penelitian ini dibuat komposit hibrida yang menggabungkan antara serat sintetis dengan serat alam. Fabrikasi komposit hibrida dilakukan secara manual dengan mesin hot press hasil rekayasa pada temperatur 170oC dengan tekanan 120 Psi selama 15 menit. Komposisi komposit hibrida dengan perbandingan matriks/filler yaitu 80/20 % berat. Perbandingan filler sisal dan karbon 1:2, 1:1, dan 2:1 dengan perlakuan perendaman karbon nitrogen cair selama 10 menit. Serat sisal diberi perlakuan dengan direndam pada larutan NaOH berkonsentrasi 6% selama 4 jam. Pengujian bending dengan standar ASTM D790 dan pengujian daya serap air dengan standar ASTM D570 dilakukan pada semua spesimen komposit hibrida. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit hibrida PVC/sisal/karbon dengan perbandingan fraksi volume serat sisal/serat karbon 1:2 menunjukkan hasil tertinggi dengan kekuatan bending 123.57 MPa dan modulus elastisitas 2.25 GPa.

Kata kunci: Sisal, alkalisasi, karbon, PVC, komposit, uji bending, SEM

1. PENDAHULUAN

Komposit yang merupakan material yang mudah untuk didaur ulang merupakan suatu keharusan teknologi saat ini. Pada dasarnya komposit adalah gabungan dua material atau lebih yang berbeda, dimana salah satu dari material tersebut digunakan sebagai material induk (matrik) dan material yang lain digunakan sebagai material pengisi (*filler*). Beberapa negara maju mulai mengembangkan teknologi komposit hibrida serat sintetis dan serat alam sebagai material yang lebih ramah lingkungan. Pada dekade terakhir ini, komposit serat alam menjadi alternatif di beberapa negara maju seperti China, Amerika Serikat, dan negara – negara di Eropa dalam penggunaan peralatan olahraga seperti, stik golf, raket tenis, rangka sepeda, dan lain-lain (Zhang, 2015).

Komposit hibrida bermatriks *thermoplast poly vinyl chloride* (PVC) bertujuan untuk menciptakan material yang kuat dan serat alam dipilih karena mempunyai beberapa keunggulan sifat diantaranya, *low density*, *low cost*, dan ramah lingkungan, contohnya serat kenaf, sisal, dan jute (Mallick, 2007).

Serat karbon merupakan serat sintetis yang mempunyai sifat karakteristik yang paling tinggi dibandingkan dengan serat sintetis lainnya. Namun kelemahan dari serat karbon adalah serat karbon kurang mengikat dengan matriks pada komposit polimer, sehingga serat karbon perlu diberi perlakuan sebelum digunakan sebagai *filler* dari sebuah komposit polimer. (Zhang dkk, 2004) meneliti tentang pengaruh lama perendaman serat karbon didalam nitrogen cair menyebutkan bahwa waktu perendaman selama 10 menit adalah yang paling baik untuk serat karbon yang akan digunakan sebagai *filler* komposit bermatriks polimer.

Serat alam merupakan alternatif *filler* komposit untuk berbagai komposit polimer karena keunggulannya dibanding serat sintetis. Serat alam mudah didapatkan dengan harga yang relatif murah, mudah ketika proses fabrikasi, densitasnya rendah, ringan, ramah lingkungan, *repeatable* dan dapat diuraikan secara biologi. Akhir-akhir ini, pemanfaatan serat alam sebagai *filler* komposit telah diaplikasikan secara komersial di berbagai bidang seperti bidang otomotif, sipil, dan

perangkat olahraga. Di antara berbagai jenis serat alam, sisal merupakan salah satu tanaman yang paling banyak digunakan karena kekuatan mekaniknya yang paling tinggi dibandingkan dengan serat alam lainnya. Serat sisal dihasilkan dari daun sisal, pemanfaatan secara umum biasanya digunakan sebagai tali, benang, karpet, dan kerajinan karena kekuatannya yang baik, tahan lama, *stretch*, dan afinitas terhadap zat warna baik.

Pengujian bending merupakan salah satu pengujian untuk mengetahui sifat mekanis (tegangan bending, regangan bending, dan modulus elastisitas) suatu material. Pengujian bending dilakukan dengan cara meletakkan spesimen pada sebuah alat kemudian ditekan. Bagian atas spesimen akan mengalami tekanan dan bagian bawah spesimen akan mengalami tegangan tarik yang akan menyebabkan spesimen mengalami patahan (Wona dkk, 2015).

Persentase berat air yang mampu diserap sempel dan serat didalam air disebut penyerapan air, sedangkan banyaknya air yang terkandung dalam sampel dan serat disebut kadar air. Pengujian penyerapan air dilakukan terhadap semua variasi sampel yang ada, data hasil penimbangan berat sampel kering dan sampel basah. Serat alam yang mempunyai sifat hidrofilik membuat suatu komposit yang dipadukan dengan serat alam dapat menyerap air sesuai banyak sedikitnya serat alam yang ada didalam komposit. Meskipun matriks menggunakan bahan polimer yang umumnya bersifat hidrofobik, namun adanya pori-pori yang ada pada sebuah komposit membuat air masuk sehingga dapat diserap oleh serat alam.

2. METODE

2.1 Preparasi Serat

Serat yang digunakan dalam penelitian ini ada 2 jenis, serat sisal dengan perlakuan (*treated sisal*) dan serat karbon. Serat sisal alkalisasi dalam larutan NaOH 6% pada temperatur ruangan selama 4 jam sedangkan serat karbon dialkali menggunakan nitrogen (N₂) cair selama 10 menit. Serat karbon dan serat sisal alkalisasi yang sudah dikeringkan dipotong 5mm. PVC dipotong sesuai dengan ukuran cetakan. Perbandingan volume matriks dengan serat yaitu 80%:20%. Pada penelitian ini dibuat tiga variasi komposit dengan masing-masing variasi menggunakan perbandingan serat sisal dan serat karbon yaitu 2:1, 1:1, dan 1:2.

2.2 Pembuatan Komposit

Komposit dibuat dari serat sisal, serat karbon dan PVC yang sudah dihitung dan ditimbang. Fabrikasi komposit hibrida dilakukan secara manual dengan mesin *hot press* pada temperatur 170°C dengan tekanan 120 Psi dan di *hold* selama 15 menit. Spesimen kemudian dipotong sesuai dengan ukuran ASTM D790 untuk pengujian bending dan ASTM D570 untuk uji penyerapan air.

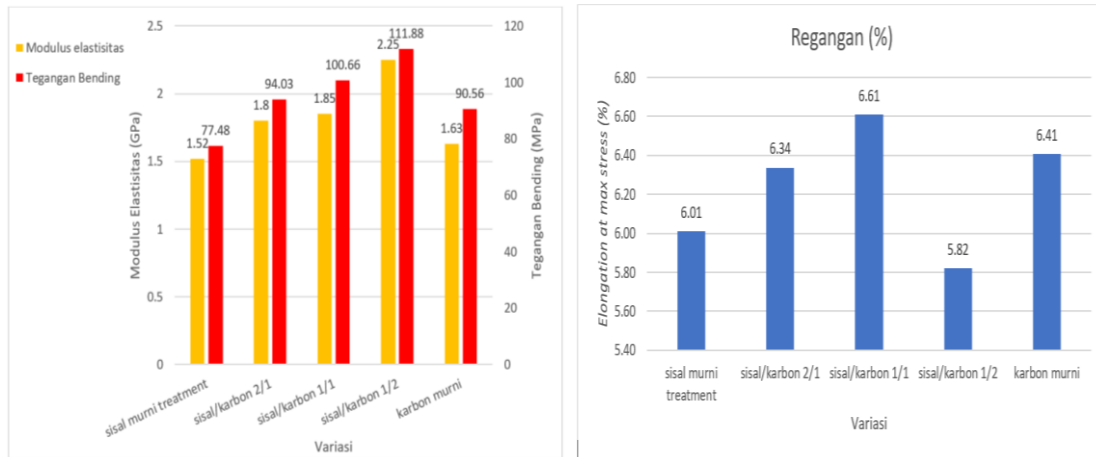
2.3 Uji Mekanis dan Karakterisasi

Pengujian mekanis dilakukan pada semua spesimen yang telah difabrikasi. Pengujian bending dilakukan dengan mengacu pada standar ASTM D790 menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) di Universitas Sebelas Maret (UNS) dengan panjang span 64 mm dan *rate speed* pengujian 2.1 mm/min. Lima sampel untuk setiap spesimen telah diuji, dan rata-rata *flexural strength*, modulus elastisitas (Eb) dan *elongation at max stress* (εb) telah diperoleh dari kurva tegangan-defleksi. Data ditampilkan dalam bentuk rata-rata. Sedangkan pengujian penyerapan air dilakukan dengan standart ASTM D570. Pengujian dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan cara merendam spesimen kedalam air dengan kadar Ph 6 selama 24 jam. Didapat data pertambahan berat dan pertambahan tebal spesimen. Data ditampilkan dalam bentuk rata-rata.

Morfologi permukaan patahan hasil uji tarik diamati menggunakan mesin scanning electron microscope (TESCAN SEM, VEGA 3, RUSIA) pada tegangan 10 kV. Area pengamatan dilakukan pada area perbesaran 300x menggunakan microm software untuk mengukur nilai diameter dan distribusi serat pada komposit.

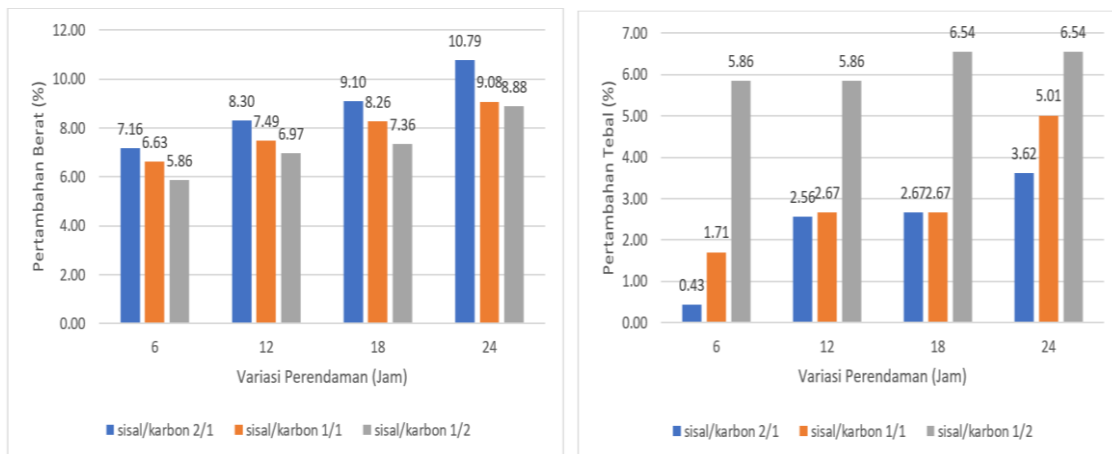
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Pengujian Mekanis



Gambar 3.1. Grafik kekuatan, modulus elastisitas dan regangan bending

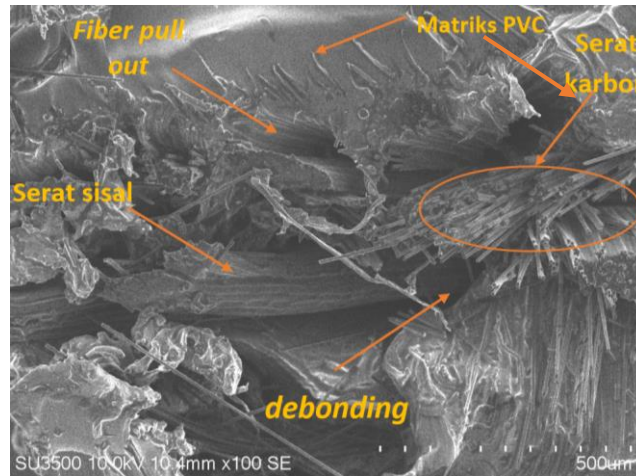
Dari dan gambar 3.1 menunjukkan jika kekuatan bending komposit hibrida PVC/sisal/karbon mengalami kenaikan. Hal ini berarti menunjukkan penambahan volume serat karbon mengakibatkan kenaikan kekuatan komposit. Sedangkan pada komposit PVC/sisal alkali dan komposit PVC/karbon mempunyai hasil tegangan bending dibawah komposit hibrida PVC/sisal/karbon yang berarti pencampuran kedua serat tersebut dapat meningkatkan sifat mekanis suatu komposit. Dari grafik regangan di atas dapat diketahui bahwa komposit hibrida sisal/karbon 1:1 memiliki regangan yang paling tinggi dengan nilai 6.61%. Hal ini berarti bahwa dengan perbandingan volume serat yang sama maka komposit hibrida sisal/karbon 1/1 akan terdefleksi sebelum mengalami patah saat diberi pembebanan bending.



Gambar 3.2. Grafik hasil uji penyerapan air

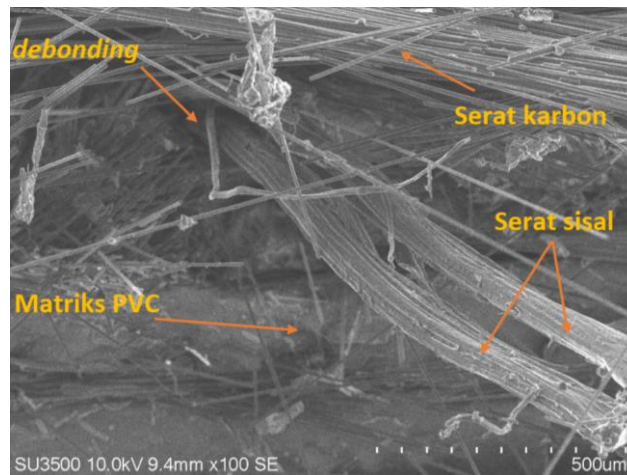
Dari Gambar 3.2. dapat diketahui penyerapan air paling banyak ada pada komposisi serat sisal/karbon 2/1 pada angka 7.16%, 8.30%, 9.10%, dan 10.79%. Hal tersebut menjelaskan bahwa semakin banyak serat alam yang terkandung pada sebuah material komposit semakin banyak pula penyerapan air yang dilakukan oleh komposit tersebut. Penyerapan air tersebut juga menambah berat pada komposit. Dari grafik thickness swelling di atas dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu perendaman komposit maka semakin bertambah pula tebal dari komposit tersebut.

3.2 Analisis SEM



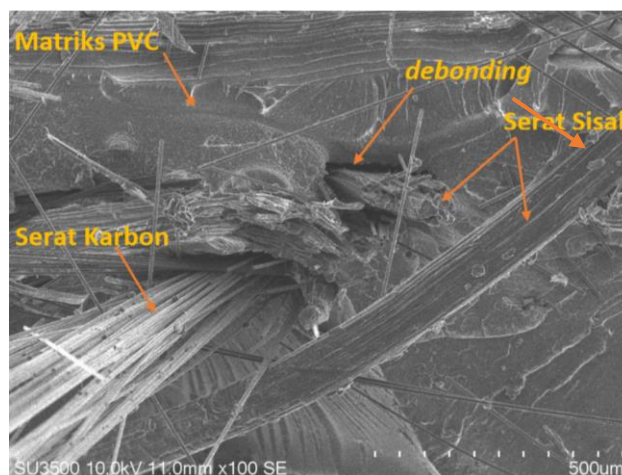
Gambar 3.4. Struktur patahan komposit sisal 2 : 1 karbon

Dari **Gambar 3.4** struktur patahan komposit dengan perbandingan sisal 2:1 karbon dapat dilihat serat karbon yang menggumpal menjadi satu. Hal ini dikarenakan sifat serat karbon yang cenderung menggumpal selain itu serat karbon sulit dipisahkan. Serat sisal yang memiliki sifat hidrofilik sehingga kurang bisa menyatu dengan matriks yang mempunyai sifat hidrofobik. Sifat hidrofilik serat sisal dapat dibuktikan dengan adanya *debonding* dan *fiber pull out* yang ada pada hasil patahan komposit.



Gambar 3.5. Struktur patahan komposit sisal 1 : 1 karbon

Pada **Gambar 3.5** Struktur patahan komposit dengan perbandingan sisal 1:1 karbon di atas dapat dilihat serat karbon yang masih menggumpal. Namun distribusi serat karbon merata pada setiap lapisan komposit. Volume serat karbon yang lebih banyak dari serat sisal membuat kekuatan bending komposit meningkat. Dapat dilihat juga serat karbon yang mengikat dengan matriks membuat kekuatan bending komposit juga meningkat. Pada serat sisal terlihat mengalami *debonding*. Tidak ditemukannya *fiber pull out* juga membuat kekuatan bending meningkat karena ikatan yang bagus antara serat sisal dengan matriks.



Gambar 3.6. Struktur patahan komposit sisal 1 : 2 karbon

Dari **gambar 3.6** dapat diketahui bahwa serat karbon menggumpal persebaran serat tidak merata. Hasil pengujian bending menunjukkan bahwa semakin banyak volume serat karbon maka semakin tinggi hasil tegangan bending yang didapat. Dari gambar di atas serat sisal mengalami *debonding* namun tidak mengalami *fiber pull out*. Ditemukan serat sisal yang mengalami patah.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil dari pengujian bending penambahan fraksi volume serat karbon akan meningkatkan kekuatan bending komposit hibrida sisal/karbon/PVC, modulus elastisitas komposit tersebut juga meningkat sesuai dengan penambahan volume serat karbon. Kekuatan bending tertinggi yang didapat adalah pada variasi serat sisal 1:2 serat karbon dengan hasil rata-rata 111.88 MPa dan modulus elastisitas tertinggi dengan hasil rata-rata 2.25 GPa.
2. Pada pengujian penyerapan air dan thickness swelling menunjukkan bahwa semakin banyak serat sisal maka semakin bertambah pula kemampuan penyerapan air. Dapat diketahui dengan bertambahnya berat pada spesimen dengan perbandingan sisal/karbon 2:1.
3. Hasil foto SEM menunjukkan dengan adanya *debonding* pada serat sisal menjadikan serat sisal tidak mengikat baik dengan matriks sehingga berpengaruh pada hasil uji bending.

REFERENSI

- ASTM Standard. D790-02. *Standard Test Method for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics Insulating Materials*. United States. ASTM International. 2002.
- Lin, Tiesong. Jia, Dechang. Wang, Meirong. He, Peigang. Liang, Defu (2009). *Effects of fire content on mechanical properties and fracture behaviour of short carbon fibre reinforced geopolymer matrix composites*. Bulletin of material science, volume 32, pp 77-81.
- Mallick, P. K. (2007). *Fiber Reinforced Composites, Materials, Manufacturing and Design*. Boca Raton, USA: Taylor & Francis, pp 201-226.
- Wona. H., Boimau. K., Maliwemu. E.U.K., (2015). Pengaruh Variasi Fraksi Volume Serat terhadap Kekuatan Bending dan Impak Komposit Polyester Berpenguat Serat Agave Cantula. LJTMU: Vol. 02, No. 01, April 2015, (39-50).

Zhang (2015). *The Application of Composite fiber Material in Sport Equipment*. 5th International Conference on Education, Management, Information and Medicine (EMIM 2015). Wuhan Textile University, Physical Education Department.

Zhang Hui, Zhang Zhong, Breidt Claudia (2004). *Comparison of Short Carbon Fibre Surface Treatments On Epoxy Composites I. Enhancement of The Mechanical Properties*. *Composites Science and Technology* 64 (2004) 2021–2029.