

PENENTUAN KEKUATAN OPTIMUM SERAT *AGAVE CANTULA* DENGAN MENGGUNAKAN PERLAKUAN TERMAL

Dody Ariawan¹, Wijang Wisnu R¹

Abstract : *Agave Cantula fiber is a kind of fiber that can reinforce thermoset resin for composites application. For getting optimum strength after fibres extraction, the fiber need thermal treatment to decrease internal strength and water content of fiber. In order to that condition, the research to investigate the thermal treatment of agave-cantula fiber to find the fibres optimum strength is needing. For the first, the thermal treatment was carried out at different temperature (70°C, 80°C, 95°C, 110°C, 120°C, 140°C) for an hour, to find optimum temperature (105°C) for an hour treatment. For the second, the thermal treatment was conducted at 105°C for many different times (15 minutes, 30 minutes, 45 minutes and 60 minutes), it is to find optimum time (45 minutes) for thermal treatment at 110°C. As the result, the research can find the optimum temperature (110°C) and optimum time (45 minutes) to get the highest strength (37 kg/mm²) and minimum water content (decrease 10%) of agave cantula fiber.*

Key word : *thermal treatment, fiber strength, water content*

LATAR BELAKANG

Menurut Kurruvula Joseph dkk (1995), serat bersifat ringan, hemat energi dan lebih murah daripada fiber glass. Serat alam juga mempunyai ratio kekuatan-berat lebih baik daripada komposit fiber glass dan mempunyai kekuatan impak yang baik pada temperatur rendah, Sherman, (1999).

Serat *agave cantula roxb.* merupakan salah satu jenis serat alam yang banyak terdapat di pulau Jawa. Serat ini mempunyai sifat yang hampir sama dengan serat *agave sisalana perrine*, yang telah digunakan sebagai material komposit, Barkakaty (1986). Serat cantula memiliki bentuk yang cenderung kasar dan kaku, sehingga membuat serat ini lebih cocok digunakan untuk komponen yang memiliki bagian yang rata.

Serat cantula diperoleh dengan proses ekstraksi menggunakan teknik penjepitan daun untuk memperoleh serabut serat dengan kandungan air yang masih tinggi. Proses ini menimbulkan adanya tegangan dalam pada serat cantula, yang dapat mengurangi kekuatan tarik serat dan menimbulkan konsentrasi tegangan pada serat. Jadi jika diaplikasikan, kekuatan komposit akan menjadi lemah dan memiliki kekuatan fatik yang rendah.

TINJAUAN PUSTAKA

Bila dibandingkan dengan serat anorganik. Serat organik memiliki berbagai keunggulan, yaitu murah, berat jenis rendah, kekuatan dan modulus spesifik tinggi, dapat diperbaharui dan mudah diproses (Karmaker dkk, 1994).

Serat cantula merupakan salah satu jenis komposit alam (*natural composite*). Hal ini bisa dilihat dari kandungannya sbb: *celulose* 64,23 %, *moisture* 13,13%, *ash* 4,98%, *lignin* 5,91%, *extractives* 1,1% (Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Deperindag Yogyakarta, 1994).

Kandungan air (*moisture*) dari serat alam sangat menentukan kekuatan ikatan antar selulose dan ketahanan serat terhadap lingkungan. Jumlah kandungan air yang terlalu besar akan mengurangi daya ikat antar selulosa dan lignin penyusun serat. sedangkan kadar air yang kurang akan menimbulkan serat menjadi rapuh dan tidak fleksibel. Oleh karena perlu adanya kontrol kadar air serat, sehingga diperoleh kadar air serat paling optimum.

¹ Staf Pengajar T.Mesin FT UNS

Selain itu kandungan air sangat mempengaruhi daya ikat (*adhesi*) antara serat dan resin. Jadi jika serat dengan kadar air tinggi diaplikasikan dengan resin polimer, maka ikatan interfasial menjadi lemah. Hal ini disebabkan kandungan air bisa mengisi daerah antar serat dan resin, sehingga menyebabkan ikatan ini menjadi licin. Jadi dengan pengurangan kadar air diharapkan akan diperoleh kekuatan optimal dari serat cantula. Pengurangan kadar air ini biasanya menggunakan pemanasan pada suhu dan waktu tertentu. Sebab pemakaian suhu yang terlalu tinggi (atau tidak terkontrol) akan menimbulkan kerusakan pada serat.

H. Li, dkk (1998) menjelaskan bahwa dengan adanya 2 jenis material atau lebih pembentuk bahan, maka akan ada perbedaan yang berdampak terhadap performanya bila ada pengaruh lingkungan, seperti halnya pemanasan dan pendinginan. Hal ini sesuai dengan penelitian R.C. Wetherhold dkk (1998) yang menjelaskan bahwa perlakuan termal yang dilakukan pada suhu tinggi akan menurunkan kekuatan sisa komposit lebih cepat dibanding pada suhu yang lebih rendah. Selain itu F. Chmelík dan P. Lukáč (2000) menjelaskan bahwa tegangan komposit internal akibat perbedaan tegangan termal serat dan matrik dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\sigma_{TS} = \frac{E_f \cdot E_m}{E_f \cdot \nu + E_m \cdot (1 - \nu)} \cdot \nu \cdot \Delta\alpha \cdot \Delta T \quad (1)$$

dengan E_f = modulus young serat, E_m = modulus young matrik ν = fraksi volume, $\Delta\alpha$ = perbedaan koefisien pertambahan panjang antara matrik dan serat, ΔT = perubahan suhu. Berdasarkan rumus dan penjelasan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan akan meningkatkan pula kemungkinan kerusakan ikatan antara serat (selulose) dan matrik (lignin).

Waktu pemanasan merupakan faktor penting bagi kekuatan serat. Lamanya pemanasan ini sangat menentukan penurunan kadar air dalam serat. Sehingga dengan mengatur lama pemanasan, akan diperoleh kadar air yang paling optimum untuk kekuatan serat yang paling tinggi.

LANDASAN TEORI

Kekuatan tarik merupakan nilai rata-rata yang diukur dari pengujian serat tunggal yang dilakukan dengan laju pembebanan konstan sampai serat putus, R.J. Crawford (1989).

$$\sigma_{fu} = \frac{F_u}{A_f} \quad (2)$$

$$E_f = \frac{L_f}{CA_f} \quad (3)$$

dengan :

F_u = Gaya tertinggi pada serat

A_f = Luas rata-rata serat

L_f = Panjang ukuran

C = Laju pembebanan

Pada pengujian ini luas serat diambil dari panjang diameter serat pada 3 titik yang berbeda tiap spesimennya.

Spesimen serat menggunakan kertas karton sebagai pemegang serat, sesuai standard ASTM D 3379.

JALAN PENELITIAN

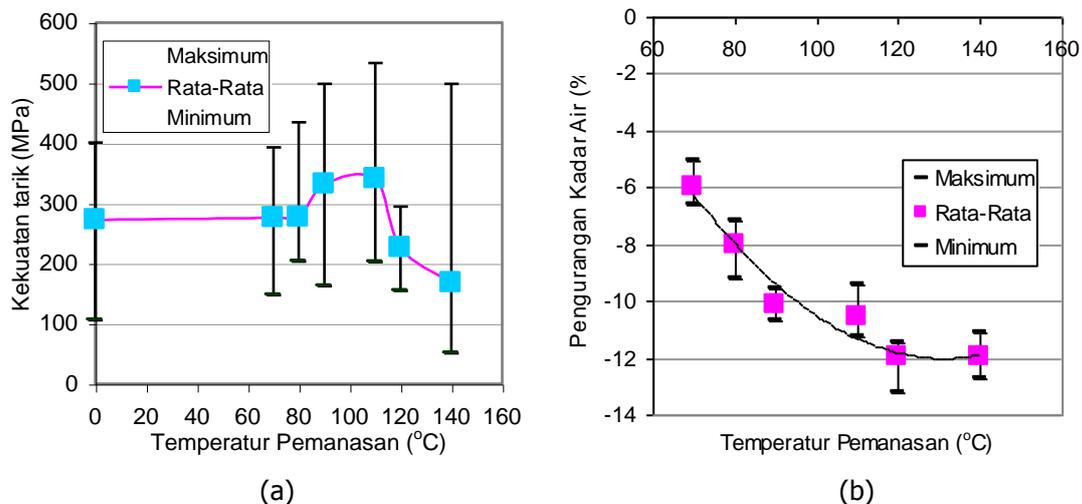
1. Serat diekstraksi dari daun agave cantula yang mempunyai panjang rata-rata 1,5-2 meter dari pangkal sampai ujung daun. Pengekstrasian ini menggunakan metode penjepitan dari kedua belah sisi daun, yang diikuti dengan penarikan.
2. Setelah serat diekstraksi, sebagian bundel serat dipanaskan pada suhu yang berbeda-beda (70°C, 80°C, 95°C, 110°C, 120°C, 140°C). Dari hasil pemanasan ini, dilakukan pengujian kadar air dan diambil 30 serat untuk diuji kekuatan tariknya sesuai standard ASTM D 3379. Dari hasil pengujian tarik ini akan didapat kekuatan tarik tertinggi pada salah satu temperatur.
3. Beberapa bundel serat yang masih asli dipersiapkan lagi untuk dipanaskan pada suhu perlakuan, yang menghasilkan kekuatan tarik tertinggi. Serat dipanaskan pada temperatur tersebut pada waktu yang berbeda (15 menit, 30 menit, 45 menit, dan 60 menit). Serat yang sudah dipanaskan, dibiarkan selama 1 jam pada temperatur ruangan untuk menghilangkan pengaruh temperatur pemanasan.
4. Serat yang sudah dipanaskan diuji kadar airnya dan kekuatan tariknya.

PEMBAHASAN

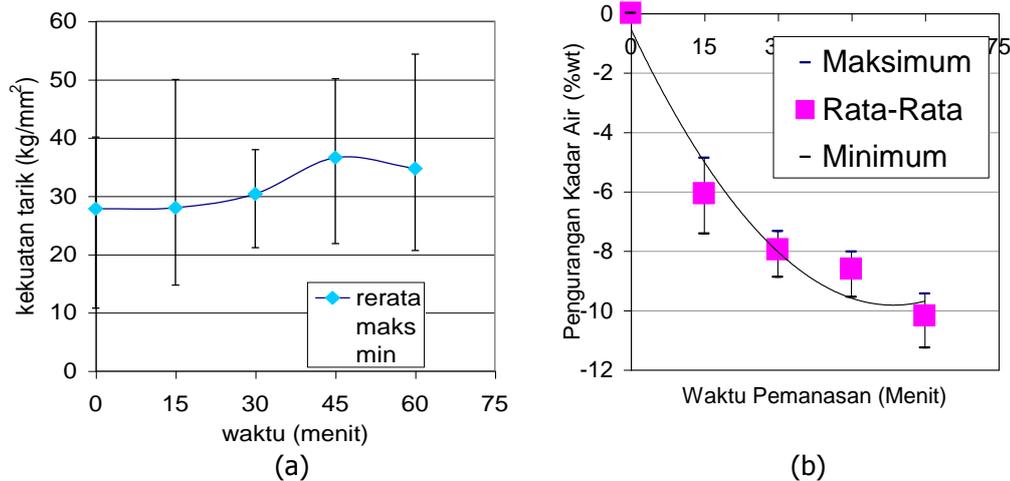
Dari hasil pengujian pemanasan yang pertama selama rata-rata waktu 1 jam, diperoleh hasil bahwa temperatur yang menghasilkan kekuatan tarik tertinggi adalah suhu perlakuan 105°C. Pada temperatur tersebut, kekuatan tarik yang dihasilkan bisa mencapai 34,67 kg/mm² atau 346,7 MPA dan kadar air yang hilang pada suhu tersebut adalah 10,5 %.

Dari pemanasan pada suhu 110°C selama waktu yang bervariasi, diperoleh data bahwa kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada pemanasan selama 45 menit. Dengan rata-rata kekuatan tarik serat 35,98 kg/mm² dan pengurangan kadar air 8 %.

Dari pengujian kadar air, terlihat pula bahwa kadar air yang hilang dari kandungan serat meningkat seiring variasi temperatur dan variasi waktu pengukuran. Selain itu terlihat bahwa kadar air yang memungkinkan serat memperoleh kekuatan tarik optimal telah pada posisi kadar air yang konstan, baik pada pemanasan pertama maupun kedua. Kadar air merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kekuatan tarik serat, sebab kadar air merupakan salah satu campuran pengikat pada selulosa. Sehingga jika kadar air dalam serat terlalu besar atau terlalu kecil, hal ini akan menimbulkan fluktuasi penurunan kekuatan serat akibat rusaknya ikatan sel selulose.



Gambar 1. (a) Hasil uji tarik serat 1 jam pemanasan dengan variasi suhu
(b) Hasil uji kadar air serat 1 jam pemanasan dengan variasi suhu



Gambar 2. (a) Hasil uji tarik serat pemanasan 110 °C dengan variasi waktu
(b) Hasil uji kadar air pemanasan 110°C dengan variasi waktu

Selain itu pemanasan yang terlalu tinggi akan menimbulkan kerusakan pada ikatan interfasial antar selulosa dan lignin yang mempunyai koefisien muai panas yang berbeda. Pemuaihan yang terlalu tinggi akan menimbulkan deformasi plastis pada ikatan interfasial penyusun serat.

KESIMPULAN

Pemanasan optimal serat terjadi pada suhu 110°C selama 45 menit, yang menghasilkan penurunan kadar air sebesar 10% dan peningkatan kekuatan tarik serat (37 kg/mm²) Pemanasan yang dilakukan pada temperatur dan waktu yang berbeda menghasilkan penurunan kekuatan tarik serat

DAFTAR PUSTAKA

- Barkakaty, B.C., 1986, *Some Structural Aspect of Sisal Fibers*, Journal of Applied Polymer Science, Vol. 20, 2921-2940.
- Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Departemen Perindustrian dan Perdagangan, 1994, *Pengolahan Daun Nanas Menjadi Bahan Baku Pembuatan Jok Kursi dan Hiasan Dinding*, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Kerajinan dan Batik, Yogyakarta
- Chmelík, František; Lukáč, Pavel, *Characteristics of Thermal Cycling in a Magnesium Alloy Composite*, Research Goal No. 190-01/206054 supported by the Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic.
- Joseph, Kuruvilla, Thomas, Sabu, Pavithran, C., 1995, *Effect of Ageing on the Physical and Mechanical Properties of Sisal-Fiber-Reinforced Polyethylene Composites*, Journal of Composites Science and Technology, Vol 53, 99-110.
- Karmaker, A.C., Hoffmann, A., Hinrichsen, G., 1994, *Influence of Water Uptake on the Mechanical Properties of Jute Fiber-Reinforced Polypropylene*, Journal of Applied Polymer Science, Vol. 54, 1803-1807.
- Li, H., Li, J.B., Wang, Z.G., Chen, C.R. and Wang, D.Z., January 1998, *Depence of Thermal Residual Stress on Temperature in a SiC Particle-Reinforced 6061 Al Alloy*, Metalurgical and Material Transactions A, Vol. 29A.
- Sherman, Lilli Manolis, 1999, *Natural Fiber: The New Fashion in Automotive Plastics*, Plastic Technology, Vol. 45, 62-68.
- Wetherhold, Robert C., Westfall, Leonard J., 1998, *Thermal Cycling of Tungsten-Fiber-Reinforced Superalloy Composites*, Journal of Material Science, Vol. 23, 713-717.

