

## SIFAT MEKANIS SERAT ENCENG GONDOK SEBAGAI MATERIAL KOMPOSIT SERAT ALAM YANG *BIODEGRADABLE*

Sri Hastuti<sup>1)</sup>, Catur Pramono<sup>2)</sup>, Yafi Akhmad<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar  
email: hastutisri10@gmail.com

<sup>2)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar  
email: caturpramono@untidar.ac.id

<sup>3)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar  
email: yafiakhmad52@gmail.com

### Abstrak

Serat tumbuhan enceng gondok (*Eichornia crassipes*) berpotensi sebagai material penguat komposit. Komposit berpenguat serat alam mempunyai keuntungan, yaitu: ringan, tahan korosi, tahan air, *performance* menarik, dan tanpa proses pemesinan. Tujuan penggunaan serat alam sebagai material alternatif pengganti material komposit serat gelas dengan serat enceng gondok yang ramah lingkungan dan murah. Bahan penelitian menggunakan serat enceng gondok, NaOH, Etanol, dan H<sub>2</sub>O. Pengolahan serat enceng gondok yaitu pencucian enceng gondok dengan air, pengeringan alami ± 10 hari di bawah terik matahari, pengambilan serat dengan sikat baja. Serat enceng gondok kering mendapatkan perlakuan kimia larutan NaOH dan Etanol 10%, 20%, 30% dengan variasi waktu perendaman 2, 4, 6 jam, penetralisiran dengan H<sub>2</sub>O, dan pengeringan pada suhu kamar. Spesimen uji tarik serat tunggal dibuat dengan variasi jenis perlakuan pada larutan NaOH dan Etanol (10%,20%,30%), waktu perendaman 2, 4, dan 6 jam. Spesimen uji serat tunggal mengacu standar ASTM D 3379. Hasil pengujian kekuatan tarik serat optimum pada treatment NaOH 20% variasi waktu perendaman 4 jam: 28.402 N/mm<sup>2</sup> dan pada treatment Etanol 20% variasi waktu perendaman 2 jam: 48.197 N/mm<sup>2</sup>.

**Kata kunci:** serat enceng gondok, komposit, serat tunggal, kekuatan tarik serat

### Abstract

*The Eichornia crassipes fiber have potentially as a composite reinforcing material. The advantage of composites with natural fibers like to light weight, corrosion resistance, water resistance, attractive performance, and without machining process. The purpose of using natural fiber as an alternative material to replace glass fiber composite material with Eichornia crassipes fibers are friendly and cheap. The research material used Eichornia crassipes fiber, NaOH, Etanol, and H<sub>2</sub>O. Processing of Eichornia crassipes fiber is washing with water, natural drying ± 10 days in enviromental, fiber taking with steel brush. Dry fibre were subjected to 10%, 20%, 30% NaOH and ethanol solution with variations of immersion time of 2, 4, 6 hours, neutralization with H<sub>2</sub>O, and drying at room temperature. The Single fiber tensile test specimens were made with variations of treatment type in NaOH and Ethanol solution (10%, 20%, 30%), immersion time of 2, 4, and 6 hours. Single fiber test specimens refer to standard ASTM D 3379. Optimum tensile strength test results on NaOH treatment 20% variation of immersion time 4 hours: 28.402 N / mm<sup>2</sup> and on ethanol treatment 20% variation of immersion time 2 hours: 48.197 N / mm<sup>2</sup>.*

**Keywords:** *eichornia crassipes fiber, composite, single fiber, tensile strength*

## PENDAHULUAN

Selama ini, enceng gondok belum banyak digunakan di dunia industri. Penggunaannya masih terbatas pada pembuatan tas dan mebel anyam. Padahal, akhir-akhir ini para ilmuwan memberikan perhatian yang lebih terhadap material komposit yang ramah lingkungan. Material komposit yang banyak digunakan adalah komposit penguatan serat. Keuntungan penggunaan komposit antara lain ringan, tahan korosi, tahan air, *performance*-nya menarik, dan tanpa proses pemesinan. Harga produk komponen yang dibuat dari komposit *glass fibre reinforced plastic* (GFRP) dapat turun hingga 60%, dibanding produk logam (Abdullah dan Handiko, 2000). Berbagai industri komposit di Indonesia masih menggunakan serat gelas sebagai penguat produk bahan komposit, seperti PT. INKA, PT.New Armada, PT. Induro International, dan PT. Restindo. Penggunaan komposit di industri mampu mereduksi penggunaan bahan logam import yang lebih mahal dan mudah terkorosi.

Dalam perkembangannya, komposit yang terbuat dari *glass fibre reinforced plastic* (GFRP) merupakan polutan, sehingga banyak peneliti yang beralih menggunakan serat alam (Sigit, 2007). Salah satu jenis serat alam yang berpotensi untuk digunakan sebagai penguat bahan komposit adalah serat dari tumbuhan enceng gondok (*Eichornia crassipes*). Tumbuhan enceng gondok (termasuk dalam kelompok gulma perairan memiliki kecepatan berkembang biak vegetatif yang sangat tinggi, terutama di daerah tropis dan subtropis (Aniek, 2003). Selain itu, enceng gondok juga mempunyai kemampuan yang sangat besar untuk menyesuaikan diri terhadap perubahan keadaan lingkungan.

Potensi serat enceng gondok (*Eichornia crassipes*) sebagai material komposit sangat potensial mengingat dari segi ketersediaan bahan baku serat alam Indonesia cukup melimpah. Data perkembangan enceng gondok di Rawa Pening, Ambarawa - Jawa Tengah saat ini telah mencapai jumlah yang sangat banyak. Dari permukaan air Rawa Pening yang berkisar 7200 hektar,  $\pm$  6000 hektar diantaranya tertutup enceng gondok. Tingkat pertumbuhan enceng gondok yang pesat yaitu satu batang enceng gondok dalam waktu 52 hari mampu menghasilkan tanaman baru seluas 1 m<sup>2</sup> (Aniek, 2003). Hal ini merupakan potensi besar enceng gondok untuk dapat dimanfaatkan dalam pembuatan komposit pada dunia industri manufaktur komposit. Serat enceng gondok sekarang banyak digunakan dalam industri-industri mebel dan kerajinan rumah tangga karena selain mudah didapat, murah, dapat mengurangi polusi lingkungan (*biodegradability*), serta tidak membahayakan kesehatan (Purboputro, 2006).

Dari segi ekonomis, serat enceng gondok (*Eichornia crassipes*) jauh lebih murah dibanding serat gelas (*fiber glass*). Nilai jual enceng gondok kering di pengrajin enceng gondok seharga Rp 3.000,00 setiap kilogram enceng gondok (Daryo, 2008). Sedangkan serat gelas mencapai harga Rp 25.000,00 (Sigit, 2007). Oleh karena itu, untuk kedepannya diharapkan serat enceng gondok (*eichornia crassipes*) dapat digunakan sebagai bahan penguat komposit serat alam yang lebih murah dan ramah lingkungan.

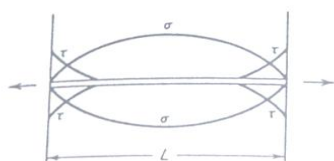
Dari segi internasional, konsep *back to nature* pun semakin digalakkan. Bahkan anjuran FAO kepada dunia industri dengan dideklarasikannya *International Year of Natural Fibres 2009* (IYNF 2009) oleh FAO pada tanggal 20

Desember 2006 yang menganjurkan agar mulai tahun 2009 sudah menggunakan bahan baku yang ramah lingkungan dan mudah terdegradasi. Hal ini merupakan peluang bagi pemanfaatan serat enceng gondok.

Penelitian sifat mekanis serat enceng gondok dipandang sangat penting untuk dilakukan. Oleh karena itu, perlu diteliti kekuatan tarik dan kompatibilitas serat enceng gondok matrik *unsaturated polyester* type 157 BQTN-EX. Variabel yang berpengaruh terhadap kekuatan tarik dan kompatibilitas dalam penelitian ini adalah pengaruh *treatment* serat enceng gondok dengan larutan alkali dan larutan etanol. Variabel-variabel tersebut menjadi acuan penting untuk mengetahui sifat mekanis tegangan tarik serat enceng gondok dan tegangan *interfacial* serat enceng gondok pada matrik *unsaturated polyester* type 157 BQTN-EX serta bentuk dari penampang patahannya.

#### Analisa Kekuatan Tarik

Penurunan rumus kekuatan dan modulus dari komposit yang diperkuat serat oleh kaidah campuran (pendekatan) dirumuskan oleh Dieter (1987). Distribusi tegangan geser  $\tau$  dan tegangan tarik aksial dalam serat  $\sigma$  sepanjang serat seperti gambar berikut.



Gambar 1. Variasi Tegangan Sepanjang Serat (Dieter, 1987)

Bila pada komposit bekerja gaya tarik  $P$  dalam arah serat, dapat dianggap bahwa serat dan matriks mengalami regangan yang sama yaitu  $e_f = e_m = e_c$  maka gaya tarik  $P$  menurut Dieter (1987) seperti persamaan 1 :

$$P = \sigma_f A_f + \sigma_m A_m \quad (1)$$

dengan  $A_f$  adalah penampang serat dan  $A_m$  adalah penampang matriks. Kekuatan rata-rata komposit adalah

$$\sigma_c = \frac{P}{A_c}$$

dengan  $A_c = A_f + A_m$

$$\sigma_c = \frac{P}{A_c} = \frac{\sigma_f A_f}{A_c} + \frac{\sigma_m A_m}{A_c} \quad (2)$$

dengan  $A_f/A_c$  adalah fraksi luas serat dan bila ini dikalikan dengan panjang total komposit, nilai ini adalah fraksi volum serat,  $f_f$ . Sama halnya dengan  $A_m/A_c$ , akan diperoleh  $f_m$  dan  $f_m + f_f = 1$ . Setelah disubstitusikan menjadi persamaan 3 :

$$\sigma_c = \sigma_f f_f + (1 - f_f) \sigma_m \quad (3)$$

Karena menyangkut perilaku elastik,  $\sigma_f = E_f e_f$  dan  $\sigma_m = E_m e_m$ , maka

$P_c = E_f e_f A_f + E_m e_m A_m$  dan  $P_c = E_c e_f A_c$  dengan permissalan  $e_f = e_m = e_c$  dan setelah ditransformasikan dari perbandingan luas ke fraksi volum, diturunkan kaidah campuran sehingga didapatkan modulus komposit seperti persamaan 4 :

$$E_c = E_f f_f + (1 - f_f) E_m \quad (4)$$

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan Alat Penelitian

Bahan-bahan yang diperlukan dalam pembuatan spesimen uji tarik serat yaitu serat enceng gondok (*Eichhorniae Crassipes*), larutan alkali (NaOH), Etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) dan H<sub>2</sub>O.

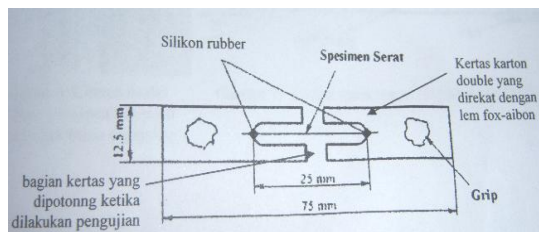
Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat uji tarik-mulur di laboratorium UII.

**Teknik Pengolahan Enceng Gondok**

Tanaman enceng gondok dicuci pada bak pencuci hingga bersih kemudian dikeringkan selama ±10 hari. Pengambilan serat dari tanaman enceng gondok dengan menggunakan bantuan sikat kawat. Teknik pengambilan serat enceng gondok setelah kering disikat dengan cara membujur searah dengan sikat kawat tersebut, lalu serat tersebut akan memisah dari daging tanaman tersebut. Serat kemudian direndam dengan larutan alkali (NaOH 10%, 20%, 30%) dan larutan Etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH 10%, 20%, 30%) dengan variasi perlakuan perendaman 2, 4, dan 6 jam. Pengangkatan serat dilakukan dengan menggunakan kawat strimin dan dinetralisir dengan larutan akuades. Kemudian serat dikeringkan secara alami pada suhu kamar.

**Pembuatan Spesimen uji**

Spesimen serat enceng gondok dibuat dengan dua perlakuan masing-masing dengan perlakuan perendaman dengan larutan alkali (NaOH 10%, 20%, 30%) dan perendaman larutan etanol (10%, 20%, 30%) dengan variasi perlakuan perendaman 2, 4, 6 jam. Sampel uji tersebut kemudian di uji tarik mulur. Ukuran spesimen uji tarik serat sesuai dengan standar acuan ASTM D 3379 seperti gambar 2.

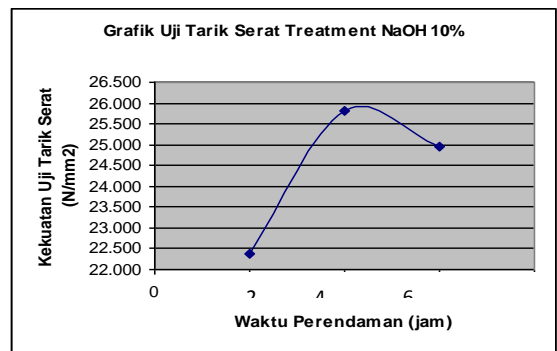


Gambar 2. Uji Tarik Serat

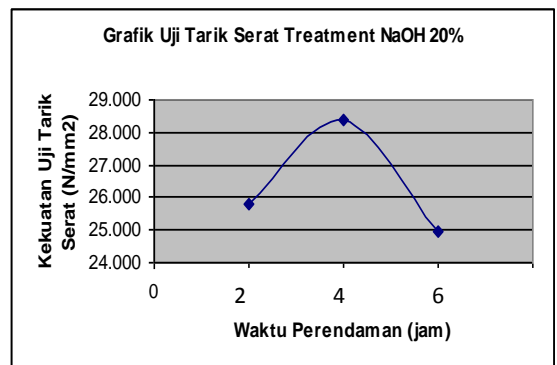
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pengujian tarik serat tunggal sebagai berikut:

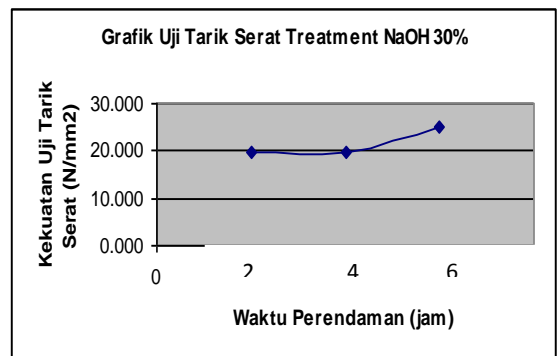
- a. *Treatment* NaOH 10 %, 20%, dan 30% dengan variasi perlakuan perendaman 2, 4, dan 6 jam



(a)



(b)



(c)

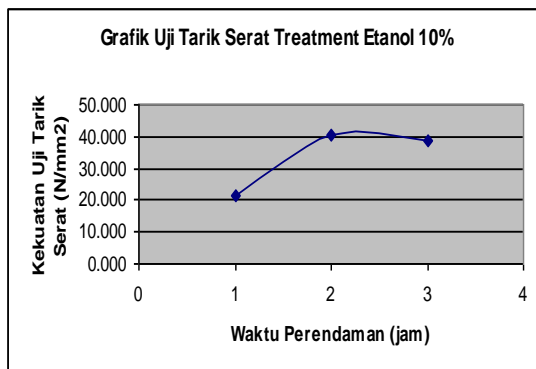
Gambar 3. (a) Grafik Uji Tarik Serat *Treatment* NaOH 10%

(b) Grafik Uji Tarik Serat *Treatment* NaOH 20%

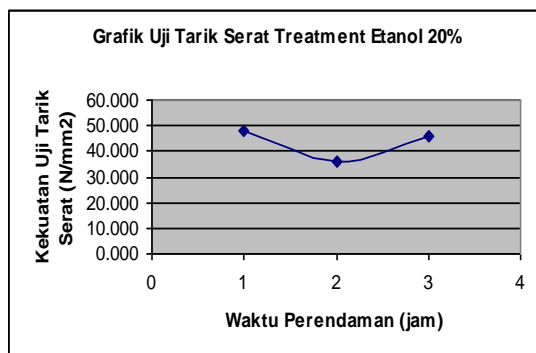
(c) Grafik Uji Tarik Serat *Treatment* NaOH 30%

Berdasarkan hasil pengujian spesimen uji tarik serat *treatment* NaOH 10%, 20%, dan 30% dengan variasi perlakuan perendaman 2, 4, dan 6 jam, maka didapat kekuatan tertinggi pada *treatment* NaOH 10% yaitu pada perendaman 4 jam dan kekuatan tarik seratnya 25,820 N/mm<sup>2</sup>, kekuatan tertinggi pada *treatment* NaOH 20% yaitu pada perendaman 4 jam dan kekuatan tariknya 28,402 N/mm<sup>2</sup>, tetapi kekuatan tertinggi pada *treatment* NaOH 30% yaitu pada perendaman 6 jam dan kekuatan tariknya 24,959 N/mm<sup>2</sup>.

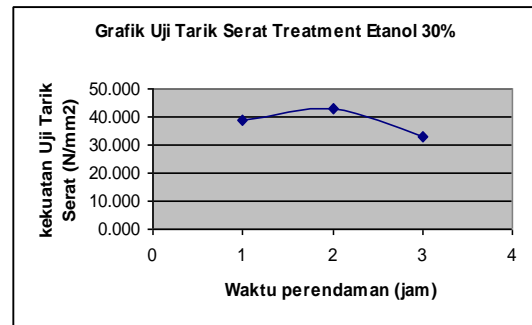
b. *Treatment* Etanol 10 %, 20%, dan 30% dengan variasi perlakuan perendaman 2, 4, dan 6 jam.



(a)



(b)



(c)

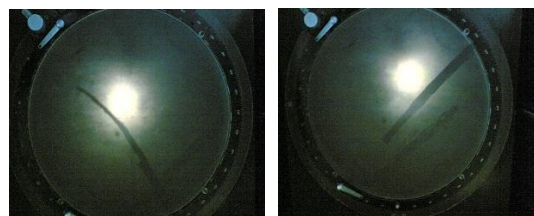
Gambar 4. (a) Grafik Uji Tarik Serat *Treatment* NaOH 10%

(b) Grafik Uji Tarik Serat *Treatment* NaOH 20%

(c) Grafik Uji Tarik Serat *Treatment* NaOH 30%

Berdasarkan hasil pengujian spesimen uji tarik serat *treatment* Etanol 10%, 20%, dan 30% dengan variasi perlakuan perendaman 2, 4, dan 6 jam, maka didapat kekuatan tertinggi pada *treatment* Etanol 10% yaitu pada perendaman 4 jam dan kekuatan tarik seratnya 40,451 N/mm<sup>2</sup>, kekuatan tertinggi pada *treatment* Etanol 20% yaitu pada perendaman 2 jam dan kekuatan tariknya 48,197 N/mm<sup>2</sup>, tetapi kekuatan tertinggi pada *treatment* Etanol 30% yaitu pada perendaman 4 jam dan kekuatan tariknya 43,033 N/mm<sup>2</sup>.

**Gambar Mikro Patahan Serat Akibat Pengujian Tarik Serat**



(a) (b)

Gambar 5. (a) Ujung patahan seratnya runcing, (b) Ujung patahan seratnya tumpul

Berdasarkan pengamatan dengan foto mikro pembesaran 50X, patahan serat yang diakibatkan pengujian tarik serat yaitu ujung patahan seratnya berbentuk runcing dan tumpul karena tidak mampu menahan beban pada saat pengujian dan mengakibatkan patahannya serat ada yang ditengah dan pinggir dekat *framenya*.

### SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan tersebut diatas maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Waktu perendaman tidak dapat dipastikan mempengaruhi peningkatan kekuatan optimumnya pada pengujian tarik serat.
2. Pada pengujian tarik serat patahan seratnya tidak semua pada bagian tengah.
3. Pengujian tarik serat dengan jenis perlakuan larutan NaOH didapatkan kekuatan optimumnya yaitu pada kadar NaOH 20% 4 jam : 28,402 N/mm<sup>2</sup>. Pada jenis perlakuan larutan Etanol didapatkan kekuatan uji tarik serat optimumnya pada kadar Etanol 20% 2 jam : 48,197 N/mm<sup>2</sup>.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aniek S.H., dkk. 2003. "*Kerajinan Tangan Enceng Gondok*" Balai Pengembangan Pendidikan Luar Sekolah dan Pemuda (BPPLSP)-Jawa Tengah.
- Anonim. 1998. "*Annual Book ASTM Standart*". USA.
- Anonim. 1981. "*JIS Hand Book*", Japan
- Abdullah G. dan Handiko G.W. 2000. "*Aplikasi Komposit GFRP untuk Front end KRL-Nas dan KRLI*", INKA, Madiun.
- Budinski, Kenneth. 2000. *Engineering Materials Properties and Selection sixth Edition*. Prentice Hall. New Jersey.

- Callister D.W. 1996. "*Materials Science And Engineering*". John Willey & Sons. Univ of Utah.
- Daryo. 2008. "*Diskusi Penggunaan Enceng Gondok*" Kudus.
- Deklarasi FAO. 2006. "*International Year of Natural Fibres 2009 (IYNF 2009)*"
- Dieter G.E. 1987. "*Mechanical Metallurgy*", 2<sup>nd</sup> Edition. McGraw Hills Company. Tokyo.
- Diharjo K., dan Triyono. 2002-2003. "*Rancang bangun Dinding Kereta Api Dengan Komposit Sandwich Serat gelas*". Surakarta.
- Morisco. 1999. *Rekayasa Bambu*. Nafiri Ofset. Yogyakarta
- Nairn J.A., dkk. 2001. "*Fracture Mechanics Analysis Of The Single-Fiber Pull-Out Test And The Microbond Test Including The Effects Of Friction And Thermal Stresses*". Univ. of Utah. Salt Lake City. USA
- Purboputro I.P. 2006. "*Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Impak Komposit Enceng Gondok Dengan Matriks Poliester*" Teknik Mesin FT.UMS. Surakarta
- Ray, dkk. 2001. "*Effect of alkali Treated Jute Fiber on Composites properties*", Bulletin of material science, vol 24, No.2, pp.129-134, Indian Academy of Science.
- Shackelford. 1992. "*Introduction to Materials Science for Engineer*". Third Edition, MacMillan Publishing Company. New York. USA.
- Sigit. 2007. "*Diskusi Pembuatan Komposit Sandwich dengan RTM Infusion*". PT.INKA. Madiun
- Smith F.W. 1986. "*Principles of Materials Science And Engineering*". Mc.Graw-Hill. Univ. of Central Florida.
- Taurista , dkk. 2006. "*Komposit Laminat Bambu Serat Woven Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Fiber Glass Pada Kulit Kapal*Jurusan Teknik

Material. Institut Teknologi Sepuluh  
Nopember. Surabaya.

Zhu Y.T., dkk. " *Mechanical Properties of  
Bone-Shaped-Short-Fiber Reinforced  
Composites*". Los Alamos National  
Laboratory. Los Alamos.