

# OPTIMASI PROSES PEMBUATAN SERAT ECENG GONDOK UNTUK MENGHASILKAN KOMPOSIT SERAT DENGAN KUALITAS FISIK DAN MEKANIK YANG TINGGI

Aji Prasetyaningrum; Nur Rokhati dan Anik Kristi Rahayu<sup>\*)</sup>

## Abstrak

*Eceng gondok yang dikenal sebagai gulma perairan dapat memiliki nilai ekonomi yang tinggi dengan memanfaatkannya sebagai material serat alam alternatif dalam pembuatan komposit. Penelitian ini bertujuan menentukan kualitas fisik dan mekanik yang baik dalam pembuatan komposit serat dengan bahan baku eceng gondok. Tahapan yang dilakukan adalah dengan melakukan uji dampak; uji tarik; dan uji bending terhadap komposit, dan menentukan jenis resin yang sesuai sebagai bahan pembuatan komposit. Penelitian ini menemukan bahwa semakin panjang serat maka harga dampak akan semakin menurun, kekuatan dampak maksimum terjadi pada panjang serat 50 mm, dengan kekuatan harga dampak  $0,002344 \text{ J/mm}^2$ . Resin yang paling sesuai untuk pembuatan komposit dengan serat eceng gondok apabila ditinjau dari aspek teknis – ekonomis adalah unsaturated polyester resin.*

**Kata kunci** : serat alam, serat eceng gondok, komposit

## Latar Belakang

Penggunaan dan pemanfaatan material komposit dewasa ini semakin berkembang, seiring dengan meningkatnya penggunaan bahan tersebut yang semakin meluas mulai dari yang sederhana seperti alat-alat rumah tangga sampai sektor industri baik industri skala kecil maupun industri skala besar. Komposit mempunyai keunggulan tersendiri dibandingkan dengan bahan teknik alternative lain seperti kuat, ringan, tahan korosi, ekonomis dan sebagainya.

Serat eceng gondok merupakan salah satu material *natural fibre* alternatif dalam pembuatan komposit. Secara ilmiah pemanfaatannya belum banyak digunakan, oleh sebab itu material komposit yang menggunakan serat eceng gondok perlu dikembangkan. Serat eceng gondok sekarang banyak digunakan dalam industri-industri mebel dan kerajinan rumah tangga karena selain mudah didapat, murah, dapat mengurangi polusi lingkungan (biodegradability) sehingga komposit ini mampu mengatasi permasalahan lingkungan, serta tidak membahayakan kesehatan. Pengembangan serat eceng gondok sebagai material komposit ini sangat dimaklumi mengingat dari segi ketersediaan bahan baku serat alam, Indonesia memiliki bahan baku yang cukup melimpah.

Pemanfaatan serat alam sebagai material komposit selama ini hanya sebatas penelitian saja karena belum ada implementasi yang nyata, baik berupa produk maupun industrinya. Penelitian terdahulu yang sudah

menggunakan serat alam sebagai komposit, diantaranya serat nanas (BPPT Jakarta & Balai Besar Tekstil Bandung), serat rami (BBT Bandung), serat bamboo (ITS), serabut kelapa (ITB), eceng gondok (UMS & UNDIP), dan serat jagung (Widya Mandala Surabaya). Penelitian tersebut masih bersifat skala laboratorium dan belum di scale-up menjadi produk yang berdaya guna. Hal yang paling utama adalah sukarnya mendapatkan data-data yang akurat untuk men-scale up komposit tersebut menjadi suatu produk tertentu, misalnya *particles board* atau *fiber board*. Hambatan lain dalam aplikasi material komposit umumnya adalah soal biaya, prosesnya dinilai belum ekonomis dan belum layak untuk dijadikan skala pabrik. Meskipun sering kali proses manufaktur material komposit lebih efisien, namun material mentahnya masih terlalu mahal dan belum teruji. Material komposit memang masih belum bisa secara total menggantikan material konvensional seperti baja, serat carbon, dll. Tetapi dalam banyak kasus kita memiliki kebutuhan akan hal itu. Tidak diragukan, dengan teknologi yang terus berkembang, penggunaan baru dari material komposit akan bermunculan dan menjadi prospek yang menguntungkan.

## Perumusan Masalah

Bahan baku eceng tersedia secara melimpah di sepanjang perairan / sungai di kota Semarang. Pertumbuhan eceng gondok yang sangat pesat dapat menyebabkan pendangkalan sungai dan

<sup>\*)</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro Semarang

kerusakan ekosistem. Di sisi lain eceng gondok dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan material komposit alami yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Untuk itu, perlu dilakukan penelitian guna mendapatkan komposit alami dengan bahan baku serat eceng gondok sehingga diperoleh material komposit dengan kualitas fisis dan mekanik yang baik.

### **Landasan Teori**

Eceng gondok (Latin: *Eichhornia crassipes*) adalah tanaman yang tumbuh di perairan yang berlumpur. Selain dikenal dengan nama eceng gondok, di beberapa daerah di Indonesia, eceng gondok mempunyai nama lain seperti di daerah Palembang dikenal dengan nama Kelipuk, di Lampung dikenal dengan nama Ringgak, di Dayak dikenal dengan nama Ilung-ilung, di Manado dikenal dengan nama Tumpe. Akarnya menyentuh lumpur walaupun batang eceng gondok terlihat mengambang. Eceng gondok hidup dari tanah berlumpur, air yang kotor yang banyak mengandung limbah berbahaya dan menyerap sarinya.

Eceng gondok merupakan salah satu tumbuhan air yang pertama kali ditemukan secara tidak sengaja oleh ilmuwan bernama Karl Von Mortius pada tahun 1824 ketika sedang berekspedisi di Sungai Amazon Brazilia (Pasha, 2008). Karena kerapatan pertumbuhan eceng gondok yang tinggi (1,9 % per hari), tumbuhan ini dianggap sebagai gulma yang dapat merusak lingkungan perairan.

Kualitas serat yang dihasilkan dari eceng gondok tersebut dipengaruhi oleh kandungan airnya (kadar air mencapai 90%), karena sebagian besar hidup eceng gondok berada di wilayah perairan. Serat eceng gondok yang basah lebih rentan patah ketimbang serat eceng gondok kering. Oleh karena itu, eceng gondok ditreatment awal perlu ditreatment dahulu dengan jalan mengeringkannya di bawah sinar matahari selama  $\pm 10$  hari.

Penelitian yang dilakukan oleh Soewardian Utomo (1975) menunjukkan bahwa komposisi kimia eceng gondok adalah : protein kasar 13,03% ; serat kasar 20,6% ; Lemak 1,1% ; BETN 25,98% ; dan abu 23,8%. Chatterjee dan Abdulhye (1938) dalam Soewardi Utomo (1975) melaporkan bahwa kandungan mineral eceng gondok dalam bahan kering adalah K<sub>2</sub>O (5%), Cl (3-4%), CaO (3-9%), Mg (0,96%), dan PO<sub>4</sub> (0,36%). Menurut Abdul Rahmi (1998), eceng gondok merupakan bahan yang sangat potensial untuk digunakan sebagai bahan organik karena berdasarkan hasil analisis di laboratorium mengandung antara lain : 1,681%

N; 0,275% P; 14,286%K; 37,654%C, dengan nisbah C/N 22, 399.

Dari komposisi kimia tersebut, eceng gondok memiliki kadar serat yang cukup tinggi (20,6%) namun memiliki kadar abu dan pengotor (vortex) yang tinggi pula. Untuk mendapatkan seratnya diperlukan ketelatenan dan tangantangan yang terampil karena serat-serat tersebut dibungkus dalam susunan vortex yang tebal. Dari analisis bahan baku awal, serat tersebut perlu penanganan yang khusus, yakni eceng gondok dikeringkan terlebih dahulu sebelum seranya diambil.

Komposit serat adalah komposit yang terdiri dari fiber didalam matriks. Secara alami serat yang panjang mempunyai kekuatan yang lebih dibanding serat yang berbentuk curah (bulk). Serat panjang mempunyai struktur yang lebih sempurna karena struktur kristal tersusun sepanjang sumbu serat dan cacat internal pada serat lebih sedikit dari pada material dalam bentuk curah. Bahan pengikat atau penyatu serat dalam material komposit disebut matriks. Matriks secara ideal seharusnya berfungsi sebagai penyambung serat dari kerusakan antar serat berupa abrasi, pelindung terhadap lingkungan (serangan zat kimia, kelembaban), pendukung dan menginfiltrasi serat, transfer beban antar serat, dan perekat serta tetap stabil secara fisika dan kimia setelah proses manufaktur. Matriks dapat berbentuk polimer, logam, karbon, maupun keramik. [MEDIA MESIN UMY, Vol. 7, No. 2, Juli 2006, 70-76 71 dalam Pramuko 2006]

Umumnya industri komposit yang berbau serat (terutama serat alam) tidak banyak diberitakan di Indonesia, karena sebagian besar didominasi oleh serat karbon (carbon fibre) atau serat kaca (glass fiber). Maka dari itu, beberapa tahun terakhir ini penelitian tentang komposit berpenguat serat alam mulai dikembangkan dengan dalih sebagai bahan alternatif yang ramah lingkungan dan memanfaatkan kekayaan alam yang melimpah. Beberapa jenis serat alam yang digunakan dan diteliti adalah serat bamboo, serabut kelapa, serat nanas, serat eceng gondok, terbu, dan bahan-bahan organik lain. Bahan-bahan tersebut dipilih karena mengandung serat kasar rata-rata 20 %, murah dan mudah didapat, serta berasal dari sumber yang terbarukan. Dengan keunggulan tersebut, sewajarnya sudah mendorong para peneliti untuk mengembangkan satu terobosan baru di dunia komposit saat ini, terutama dengan pengembangan teknologi yang berbasis limbah di alam. Perbandingan keunggulan penggunaan serat eceng gondok dibandingkan dengan serat yang lain (serat nanas) adalah sebagai berikut :

**Tabel 1**  
**Keunggulan dan kelemahan penggunaan serat alami**

No	Jenis Serat	Keunggulan	Kelemahan
1	Eceng Gondok	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mudah didapat</li> <li>• murah</li> <li>• dapat mengurangi polusi lingkungan /biodegradable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengambilan serat sulit.</li> <li>• Kekuatan serat rendah</li> </ul>
2	Serat Nanas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengambilan serat mudah</li> <li>• Limbah yang bisa dimanfaatkan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sulit diperoleh</li> <li>• Harga lebih mahal</li> </ul>
3	Serat bambu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kekuatan serat tinggi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Harga mahal</li> <li>• Dimanfaatkan dalam bentuk lain</li> </ul>

Matriks merupakan material pengikat serat penguat pada komposit. Sifat dari matriks umumnya ductile dan mempunyai kekuatan yang lebih rendah dibandingkan dengan material penguatnya. Dalam pembuatan komposit serat (fiber reinforced plastic) matriks yang digunakan

adalah thermosetting polimer, atau lebih dikenal dengan resin. Resin yang paling sering digunakan dalam aplikasi industri komposit serat dikelompokkan menjadi tiga kelompok besar, yakni **Epoxy**, **Vinyl Ester**, dan **Polyester**.

**Tabel 2**  
**Perbandingan Sifat – Sifat Fisik Resin Epoxy dan Polyester**

Jenis Resin	Tensile Yield Strength (Mpa)	Flexural Strength (Mpa)	Tensile of Modulus Elasticity (Gpa)	Impact Strength (J/m)	Density (lb/in <sup>3</sup> )	Harga* (USD \$)
Epoxy	72 [3]	110 [4]	3.1 [2]	8.8 [3]	1.15 [3]	4.1895/kg [1]
Polyester	40 [3]	60 [3]	17.5 [4]	10.6 [3]	1.10 [3]	0.897/kg [4]

\*Jurnal CIC Oktober 2008

**Sumber :** Kenneth Buddinksy "Engineering Materials"

Dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa resin polyester memiliki kualitas yang baik berupa kekuatan mekanik yang cukup baik dan didukung oleh harga yang lebih murah (ekonomis).

Umumnya matriks yang dipakai adalah orthophthalic polyester resin. Resin tipe ini harganya paling murah dibandingkan tipe resin lainnya, dan termasuk *unsaturated thermosetting* polimer, yaitu suatu polimer yang memiliki ikatan silang dengan ketahanan terhadap temperatur yang tinggi.

#### Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini akan dilakukan proses pembuatan komposit dengan bahan baku serat eceng gondok. Serat eceng gondok diambil dari tanaman eceng gondok yang tumbuh liar di sepanjang sungai daerah Genuk Kecamatan Semarang Timur Kota Semarang. Tahapan penelitian diawali dengan pembuatan serat eceng gondok. Pertama-tama tanaman eceng gondok dicuci, kemudian dikeringkan selama kurang lebih 10 hari. Pengambilan serat dari

tanaman eceng gondok dengan menggunakan bantuan sikat kawat.

Selanjutnya dilakukan tahapan percobaan melalui uji – uji sebagai berikut :

#### Uji Impak [ASTM D 256-03]

Metode Pengujian Impak [Metode Ipak IZod]

Metode ini mengukur energy yang diserap untuk mematahkan benda uji. Prinsipnya : benda uji diberi beban kejut yang membentur seluruh permukaan benda uji sehingga terjadi deformasi plastic yang mengakibatkan perpatahan.

#### Uji Tarik [ASTM D 638-0]

Bertujuan untuk mengetahui sejauh mana deformasi yang terjadi akibat tarikan dan daya regang komposit. Prinsipnya: ujung benda uji ditarik dengan mendadak dan menganalisis daerah patahan yang terjadi. uji ini menghitung energy yang digunakan untuk mematahkan benda uji tersebut

\*) Staf Pengajar Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro Semarang

**Uji Bending [ASTM D 790-01]**

Digunakan untuk mengukur kekuatan lentur komposit, dilakukan pada tiga titik dimana satu titik sebagai pembeban dan dua titik sebagai tumpuan. Pengujian ini dilakukan secara perlahan-lahan sampai benda uji mencapai titik leleh. Uji ini mengukur gaya pada saat terjadi patahan pertama pada benda uji.

**Hasil dan Pembahasan**

Karakteristik eceng gondok di Kaligawe lebih rendah daripada eceng gondok di Rawa Pening. Di Rawa Pening ukuran eceng gondok lebih besar, tangkai lebih panjang dan terlihat kehijauan. Dalam keadaan kering, (ketika dibelah) maka terlihat campuran antara vorteks dan serat dan vorteksnya lebih rekat, warna mengkilat, dan memiliki kekuatan serat yang lebih kuat.

Tahapan selanjutnya adalah pemilihan jenis resin. Kualitas serat alami dipengaruhi oleh beberapa variabel seperti jenis resin yang digunakan. Dalam hal ini, resin yang akan digunakan adalah *resin thermoplastic liquid*. Resin ini dikelompokkan menjadi tiga kelompok besar yang paling sering digunakan dalam aplikasi industri komposit serat, yakni Epoxy, Polyester, dan Vinyl ester. Untuk memilih resin yang cocok digunakan sebagai bahan pembuatan komposit serat eceng gondok, dilakukan tahapan melakukan perbandingan nilai masing – masing sifat fisik tersebut, sehingga diperoleh nilai score yang paling tinggi.

Skala yang digunakan untuk menentukan jenis resin yang digunakan adalah skoring dengan interval 1 sampai dengan 4 untuk tiap aspek yang diukur. Hasil scoring ditunjukkan dalam tabel di bawah :

**Tabel 3**  
**Hasil Scoring Resin Epoxy dan Polyester**

Jenis Resin	Tensile Yield Strength (Mpa)	Flexural Strength (Mpa)	Tensile of Modulus Elasticity (Gpa)	Impact Strength (J/m <sup>2</sup> )	Density (sp.gr)	Harga* (USD \$)	Jumlah Skor
Epoxy	72 [2]	110 [3]	3.1 [1]	8.8 [1]	1.15 [2]	4.1895/kg [1]	10
Polyester	40 [1]	60 [2]	17.5 [4]	10.6 [1]	1.10 [3]	0.897/kg [4]	15

\*Jurnal CIC Oktober 2008

Dari metode tabulasi dan skoring di atas, diperoleh bahwa resin polyester memperoleh skor 15, sedangkan epoxy 10. Hal ini menjadi dasar pemilihan unsaturated polyester resin sebagai matriks yang dipakai dalam pembuatan komposit dengan bahan baku serat eceng gondok.

Dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa resin polyester memiliki kualitas yang baik berupa kekuatan mekanik yang cukup baik dan didukung oleh harga yang lebih murah (ekonomis). Resin polyester juga memiliki sifat-sifat berupa :

- Memiliki daya adhesi yang cukup baik, namun lebih rendah dari epoxy

- Ketahanan yang baik terhadap panas, bahan kimia, asam, maupun basa.
- Membentuk gabungan yang baik (komposit) dengan kayu, logam, serat gelas, plastik, serat alam & batu.

Panjang serat sangat mempengaruhi kekuatan komposit. Dilakukan percobaan dengan melakukan pembuatan komposit dengan variabel panjang serat eceng gondok (panjang serat 25 mm, 50 mm, dan 100 mm). Hasil uji sifat sifis (energi yang diserap, dan harga impact) komposit dengan perbandingan variabel di atas adalah sebagai berikut :

**Tabel 4**  
**Hasil Analisis Harga Impak pada Variabel Panjang Serat Eceng Gondok**

Jenis komposit	No	$\alpha^\circ$	$\beta^\circ$	$A_o$ (mm <sup>2</sup> )	Energi Yang Diserap (J)	harga Impak(J/mm <sup>2</sup> )	Harga Impak Rata-rata(J/mm <sup>2</sup> )
Serat Eceng Gondok 25 mm	1	158	156	76.7163	0.1137	0.001482	0.001615
	2	158	155.5	75.065	0.14361	0.001913	
	3	158	156	78.032	0.1137	0.00145	
Serat Eceng Gondok 50 mm	1	158	155	75.348	0.1740	0.00230	0.002344
	2	158	154	73.440	0.2367	0.00322	
	3	158	156	75.795	0.1137	0.001500	
Serat Eceng Gondok 100 mm	1	158	156	82.712	0.1182	0.00142	0.0010836
	2	158	156.5	79.575	0.0844	0.001060	
	3	158	157	72.122	0.0556	0.0007709	

Temperatur curing adalah temperatur yang dibutuhkan suatu polimer (resin), untuk berubah sifat fisiknya. Sifat fisik yang dimaksud di sini terutama adalah wujudnya. Dalam pemasarannya, resin dibuat dalam bentuk cair. Untuk membuatnya menjadi keras (padat) dibutuhkan suatu perlakuan khusus, yaitu pemberian panas. Namun, saat ini telah banyak dikembangkan suatu hardener (pengeras) yang digunakan untuk membuat resin tersebut menjadi padat tanpa melalui proses pemanasan. Hal ini tentu saja sangat menghemat energi, dan pada akhirnya menghemat biaya pula. Tentu saja kita tidak dapat memungkiri bahwa setiap energi yang kita keluarkan memerlukan biaya.

Hardener untuk tiap resin berbeda-beda. Khusus untuk unsaturated polyester resin digunakan suatu organik peroxide yang bernama dagang MEKPO (Methyl Ethyl Ketone Peroxyde). Hardener ini bersifat sebagai katalis, yaitu menurunkan energi aktivasi suatu resin untuk berubah sifat dari fase cair ke fase padat. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, dengan menggunakan sejumlah kecil MEKPO (perbandingan dengan jumlah polyester sangat kecil) maka suatu polyester resin cair akan berubah menjadi padat tanpa melalui proses pemanasan. Dengan kata lain, proses pembuatan komposit dapat dilakukan pada suhu kamar. Ini jauh akan menekan biaya operasional.

Untuk epoxy resin, digunakan hardener yang berbeda dengan polyester. Rasio perbandingan epoxy dengan hardenernya adalah 1 : 1. Dengan kata lain, untuk mengeringkan epoxy sejumlah

tertentu, dibutuhkan hardener dengan jumlah yang sama pula. Hal ini tentu tidak lebih ekonomis dibandingkan polyester. Sehingga dalam pemasarannya harga epoxy jauh lebih mahal daripada polyester.

Waktu curing ( *cure time* ) adalah waktu yang diperlukan suatu resin untuk berubah sifatnya, dari cair menjadi padat. Karena pemilihan resin yang akan digunakan untuk pembuatan komposit tersebut telah ditentukan, maka langkah yang perlu dilakukan untuk mengetahui waktu curing tersebut adalah merespon waktu tersebut.

#### Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Semakin panjang serat maka harga impak akan semakin menurun, karena ikatan antara matriks dan serat semakin kuat sehingga serat akan patah pada garis patahnya
2. Kekuatan impak maksimum terjadi pada panjang serat 50 mm, dengan kekuatan harga impak 0,002344 J/mm<sup>2</sup>
3. Resin yang paling sesuai untuk pembuatan komposit dengan serat eceng gondok apabila ditinjau dari aspek teknis – ekonomis adalah adalah unsaturated polyester resin.
4. Temperature curing dapat diturunkan hingga mencapai suhu kamar dengan penambahan hardener, dengan menurunkan energi aktifasinya.

**Daftar Pustaka**

- ASTM. 1990. *Standards and Literature References for Composite Materials*, 2nd. American Society for Testing and Materials, Philadelphia: PA.
- Budinsky, Kenneth. 2000. *Engineering Materials Properties and Selection*, sixth ed, New Jersey: Prentice Hall.
- Gibson, Ronald F. 1994. *Principles of Composite Material Mechanics*. New York: Mc Graw Hill Inc.
- Jamasri. 2002. *Buku Pegangan Kuliah Komposit*. Surakarta.
- Jones, M.R. 1975. *Mechanics of Composite Materials*. Mc Graw Hill Kogakusha, Ltd.
- Roseno, Seto. 2003. *Karakteristik dan Model Mekanis Material Komposit Berpenguat Serat Alam*. Jakarta: BPPT.
- Shackelford, James F. 1996. *Introduction to Materials Science for Engineers*. London: Prentice Hall International Inc.
- Staf Laboratorium Bahan Teknik. 2005. *Petunjuk Praktikum Ilmu Logam*. Yogyakarta: Teknik Mesin UGM.
- Surdia T, Saito S. 1991. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Vlack, Lawrence H. Van. 1995. *Ilmu dan Teknologi Bahan*, terjemahan Ir. Sriati Djaprie. Jakarta: Erlangga.