

**PENELITIAN MANDIRI**

**STUDI MENGENAI SIFAT MEKANIS KOMPOSIT  
*POLYLACTIC ACID (PLA)* DIPERKUAT SERAT RAMI**



**Disusun Oleh:**

**Febrianto Amri Ristadi**

**10/ 306678/PTK/06912**

**PROGRAM PASCA SARJANA  
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS GADJAH MADA  
YOGYAKARTA  
2011**

## **Studi Mengenai Sifat Mekanis Komposit *Polylactic Acid (PLA)* Diperkuat Serat Rami**

### **1. Pendahuluan**

Pemanfaatan komposit alami diyakini akan mengalami kenaikan signifikan sehubungan dengan tuntutan pelestarian lingkungan yang semakin tinggi. Hal ini juga didukung oleh kebijakan pemerintah ke arah penggunaan barang-barang yang berasal dari sumberdaya terbarukan dan *biodegradable*. Untuk menghindari semakin merosotnya kualitas lingkungan akibat penggunaan material berbahan dasar minyak bumi, sekarang ini banyak dikembangkan komposit alami di mana beberapa jenis serat alami seperti rami [4], *hemp*, *jute*, *sisal* [1,6], bambu, pisang, kelapa sawit, dan lain-lain. Bahan-bahan ini difungsikan sebagai serat penguat komposit menggantikan serat gelas. *Flax*, *kenaf*, *hemp* dan serbuk kayu dapat digunakan sebagai penumpu beban dan penahan beban impak pada komponen kendaraan [3]. Pada beberapa aplikasi tertentu serat *flax* lebih disukai untuk aplikasi berbiaya rendah dan mampu bersaing dengan komposit anyaman serat gelas [6]. Perbandingan beberapa sifat serat gelas dan serat alami dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan antara serat alami dan serat gelas

	Serat alami	Serat gelas
Massa jenis	Rendah	2x serat alami
Biaya	Rendah	Rendah, lebih tinggi dari SA
Terbarukan	Ya	Tidak
Kemampuan didaur ulang	Ya	Tidak
Konsumsi Energi	Rendah	Tinggi
Distribusi	Luas	Luas
Menetralkan CO <sub>2</sub>	Ya	Tidak
Menyebabkan abrasi	Tidak	Ya
Resiko Kesehatan	Tidak	Ya
Limbah	Biodegradable	Tidak Biodegradable

Komposit alami dapat dibuat dengan perpaduan serat alami dan matriks alami. Perbandingan beberapa sifat serat alami dan serat gelas disajikan dalam tabel 1. Serat alami mempunyai banyak kelebihan jika dibandingkan dengan serat sintetis, di antaranya lebih ringan, dapat di daur ulang dan *biodegradable*. Di samping terbarukan, serat alami memiliki kekuatan dan kekakuan yang relatif tinggi. Untuk beban yang tidak terlalu tinggi, serat alam bahkan memiliki sifat mekanis yang lebih tinggi dari serat gelas [1]. Meskipun demikian serat alami mempunyai beberapa kelemahan, antara lain tidak tahan kelembaban, kualitas sangat bervariasi dan stabilitas termal yang rendah. Untuk beberapa kasus tertentu serat alami sendiri memiliki kekakuan yang tinggi namun komposisinya tidak mencapai tingkat kekuatan yang setara dengan komposit serat gelas [2]. Metode pembuatan komposit termoplastik dengan serat alami umumnya menggunakan lay-up/press moulding dengan metode *film stacking*.

Serat rami (*Boehmeria nivea*) banyak terdapat di daerah subtropis di antaranya Cina, Jepang, Asia Tenggara dan Brazil. Serat rami memiliki karakteristik serat panjang, kekuatan tinggi melebihi serat katun dan sutra dan hampir setara dengan serat sintetis. Kekuatan spesifik dari rami hampir menyamai serat gelas tipe E dan menunjukkan nilai perpanjangan yang lebih tinggi. Rami dapat dianyam dengan mudah dan merupakan salah satu komposit tekstil terbaik. Rami banyak digunakan untuk industri tekstil karena sifatnya yang halus, mampu *bleach* yang baik dan mudah diwarnai.

Upaya untuk memperbaiki sifat mekanis dari serat rami (tabel 2), dapat dilakukan dengan perlakuan kimia dan pemberian beban tarik seperti yang dilakukan Koichi Godha, dkk [4] dengan memperhatikan efek *mercerization*.

Tabel 2. Sifat fisik dan sifat kimia dari serat rami

Cellulose (wt%)	Lignin (wt%)	Hemicellulose (wt%)	Pectin (wt%)	Wax (wt%)	Microfibrillar angle (°)	Moisture content (wt%)	Density (mg/m <sup>3</sup> )
68.6–76.2	0.6–0.7	13.1–16.7	1.9	0.3	7.5	8.0	1.50

Sebagai bahan matriks, bahan alami *Polylactic acid* (PLA) cukup banyak digunakan. PLA dapat dibuat dengan polikondensasi langsung dari *lactic acid*. *Lactic acid* yang merupakan bahan baku untuk sintesa PLA diproduksi dengan fermentasi bahan alami, antara lain dari jagung[6]. *Polylactic acid* yang terbentuk dapat dilakukan proses manufaktur yang sama dengan *polyolefine* dan termoplastik lain.

Tabel 3. Sifat resin PLA yang digunakan sebagai matriks

Density (g/cm <sup>3</sup> )	1.2
Tensile strength (MPa)	32.5
Tensile modulus (GPa)	3.8
Flexural strength (MPa)	71.5
Flexural modulus (GPa)	4.9

Meskipun memiliki kekuatan relatif tinggi, plastisitas termal dan biokompatibilitas, namun PLA cukup getas. Salah satu cara untuk meningkatkan sifat mekanis dan sifat thermal dari PLA adalah dengan menambahkan serat dan material pengisi (*filler*). *Plasticizer* perlu ditambahkan untuk memperbaiki sifat perpanjangan dan impak.

Pengujian tarik dan kekakuan lengkung telah dilakukan oleh Shinji Ochi untuk komposit PLA dengan serat kenaf [5]. Metode yang sama digunakan dalam penelitian ini.

### 1.1. Perumusan Masalah

- a. Komposit alami dengan penguat serat rami dan matriks PLA sebagai material pengganti perlu diketahui sifat-sifat mekanisnya untuk keperluan aplikasi teknik.
- b. Penelitian mengenai komposit dengan serat alami dan matriks alami belum banyak dilakukan di Indonesia.

### 1.2. Keaslian Riset

Keaslian penelitian ini adalah penggunaan bahan komposit dengan serat dan matriks alami yang ada di Indonesia.

### **1.3. Faedah yang dapat diharapkan**

Keutamaan penelitian ini adalah penggunaan bahan-bahan alami yang tidak merusak lingkungan, tersedia dalam jumlah banyak dan terbarukan. Komposit serat dan matriks alami diharapkan dapat menggantikan material teknik untuk kebutuhan yang tidak memerlukan kekuatan sangat tinggi.

### **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan utama penelitian adalah mengetahui sifat mekanis dari komposit yang terbuat dari bahan alami dengan matriks PLA diperkuat serat rami dari tumbuhan yang tumbuh di Indonesia.

## **2. Metode Penelitian**

### **2.1. Bahan Penelitian**

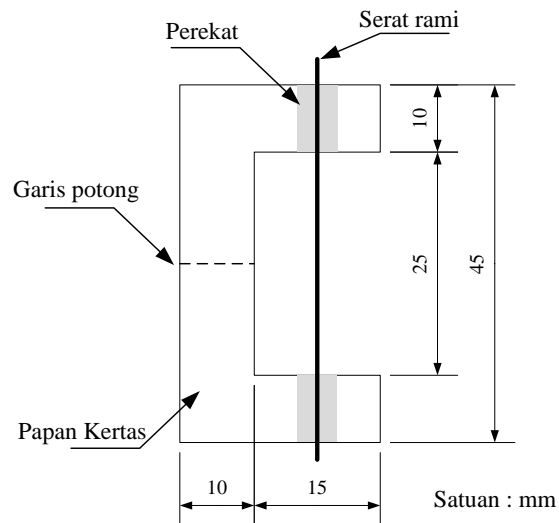
- Serat Rami yang digunakan berdiameter 50-150  $\mu\text{m}$  dengan panjang 500 mm.
- Resin PLA (poly-lactic acid) jenis emulsi digunakan sebagai matriks. Resin tersebut memiliki partikel halus dengan diameter sekitar 5  $\mu\text{m}$  dengan *mass content* sekitar 40%.

### **2.2. Peralatan Penelitian dan Mesin Uji**

Mesin yang digunakan untuk menguji kekuatan tarik dan modulus lentur adalah Instron Testing Machine (Model 4482 – BBLKI Serang). Uji tarik akan dilakukan dengan laju regangan 0,02 per menit dengan panjang terukur 50 mm. Uji lentur dilakukan dengan kecepatan *crosshead* 1 mm/min dengan panjang bentangan 32 mm. Dipersiapkan sepuluh buah spesimen untuk dianalisa.

Untuk menghindari kerusakan fiber selama persiapan digunakan papan kertas seperti pada gambar 2. Serat direkatkan pada papan kertas dan kemudian secara hati-hati dicekamkan pada mesin pengujian, kemudian di potong pada garis

potong yang ditentukan. Untuk menentukan kekuatan tarik digunakan metode standar JIS R 7601.



### 2.3. Proses Penelitian

Supaya didapatkan kondisi perekatan terbaik, serat rami dipanaskan di udara luar menggunakan dapur pengering pada temperatur 160, 180 dan 200°C selama 15, 30 dan 60 menit.

Pertama *prepeg* dibuat dengan memberikan resin pada permukaan serat rami dan dikeringkan dengan oven pada temperatur 105°C selama 120 menit. Serat dijaga tetap dalam keadaan terbebani tarik. Selanjutnya spesimen komposit dibuat dengan  *mold* logam dan mesin pres. Pada proses tersebut *prepeg* ditempatkan pada  *mold* logam dan dijaga tetap ada temperatur 160°C selama 5 menit dan dipres-panas pada tekanan 10 MPa selama 10 menit.

Ukuran dari spesimen komposit adalah 10 mm x 100 mm x 1 mm untuk uji tarik dan 10 mm x 50 mm untuk uji kekakuan lengkung. Fraksi volume divariasikan dari 30% hingga 60%. Komposit yang dihasilkan adalah komposit searah diperkuat serat panjang.

### 3. Referensi

- [1] PAUL WAMBUA, JAN IVENS, IGNAAS VERPOEST. Natural fibres: can they replace glass in fibre reinforced plastics. *Composites Science and Technology* 63 (2003) 1259–1264
- [2] YU TAO, LI YAN, REN JIE. Preparation and properties of short natural fiber reinforced poly(lactic acid) composites. *Transaction of non-ferrous Metal Society of China* (2009) s651–s655
- [3] M. FLIEGER, M. KANTOROVÁ, A. PRELL, T. ŘEZANKA, J. VOTRUBA. Biodegradable Plastics from Renewable Sources, *Folia Microbiol.* 48 (1), 27–44 (2003)
- [4] KOICHI GODA, M.S. SREEKALA, ALEXANDRE GOMES, TAKESHI KAJI, JUNJI OHGI. Improvement of plant based natural fibers for toughening green composites—Effect of load application during mercerization of ramie fibers. *Composites: Part A* 37 (2006) 2213–2220
- [5] SHINJI OCHI., Mechanical properties of kenaf fibers and kenaf/PLA composites. *Mechanics of Materials* 40 (2008) 446–452.
- [6] K. OKSMANA, M. SKRIFVARS, J.-F. SELINC., Natural fibres as reinforcement in polylactic acid (PLA) composites, *Composites Science and Technology* 63 (2003) 1317–1324