



## Sifat Tarik Dan Sifat Impak Komposit Polipropilena *High Impact* Berpenguat Serat Rami Acak Yang Dibuat Dengan Metode *Injection Molding*

Mardiyati<sup>1\*</sup>, Nurdesri Srahputri<sup>2</sup>, Steven<sup>1</sup>, Rochim Suratman<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kelompok Keahlian Ilmu dan Teknik Material, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha no. 10. 40132, Indonesia.

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Metalurgi dan Material, Institut Teknologi dan Sains Bandung, Jl. Ganesha Boulevard, Lot-A1 CBD Kota Deltamas, Bekasi, Indonesia.

\*Email: mardiyati@material.itb.ac.id

**Abstrak.** Rami merupakan salah satu jenis serat alam yang banyak tumbuh di Indonesia dan memiliki sifat mekanik yang baik. Hingga saat ini, pemanfaatan rami sebagai material penguat pada komposit polimer berpenguat serat alam telah banyak dipelajari. Namun, penggunaan serat rami sebagai bahan penguat dan polipropilena *high impact* (PPHI) yang banyak digunakan dalam industri otomotif sebagai matriks dalam komposit untuk aplikasi di bidang otomotif belum banyak dipelajari. Pada penelitian ini dipelajari pengaruh fraksi volume serat rami terhadap sifat tarik dan sifat impak komposit PPHI berpenguat serat rami. Komposit PPHI dibuat dengan menggunakan *injection molding* pada temperatur 190 °C dengan fraksi volume serat rami sebesar 5%, 10%, dan 15%. Pengujian densitas dan pengujian fraksi volume bahan penyusun diukur dengan mengacu pada ASTM D 792 dan ASTM D 3171. Kekuatan tarik komposit diukur dengan mengacu pada standar ASTM 3039. Harga Impak dari komposit diukur dengan mengacu pada ASTM D 6110-04. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kekuatan tarik komposit tertinggi dimiliki oleh komposit PPHI berpenguat serat rami dengan fraksi volume serat sebesar 10%, yaitu sebesar 18.17 Mpa, lebih tinggi 21% dibandingkan dengan kekuatan tarik PPHI yang tidak diperkuat oleh serat rami. Harga impak komposit tertinggi juga dimiliki oleh komposit PPHI berpenguat serat rami dengan fraksi volume serat 10%, yaitu sebesar 46.39 KJ/m<sup>2</sup>, lebih tinggi 15.5% dibandingkan dengan PPHI yang tidak diperkuat oleh serat rami.

**Kata kunci:** komposit, polipropilena *high impact*, serat rami, sifat impak, sifat tarik.

### 1 Pendahuluan

Komposit polimer berpenguat serat hayati merupakan komposit yang tersusun atas polimer sebagai bahan pengikat dan serat alam sebagai penguat [1, 2]. Dalam pemanfaatannya, komposit polimer berpenguat serat hayati sering dimanfaatkan dalam aplikasi otomotif terutama untuk aplikasi interior [3]. Saat ini, didalam dunia otomotif pemanfaatan komposit polimer berpenguat serat masih

didominasi oleh serat gelas [4]. Namun secara perlahan pemanfaatan komposit polimer berpenguat serat gelas mulai digantikan oleh komposit polimer berpenguat serat hayati karena serat hayati memiliki sifat mekanik yang cukup baik, murah, ringan serta ramah lingkungan [5, 6]. Salah satu jenis serat hayati yang umum digunakan dalam pembuatan komposit polimer berpenguat serat hayati adalah rami [7, 8]. Rami merupakan salah satu jenis serat hayati yang banyak tumbuh di Indonesia sehingga pemanfaatan rami dalam industri otomotif di Indonesia sangat menjanjikan. Hingga saat ini, studi komposit polimer berpenguat serat rami di Indonesia belum banyak dilakukan.

Polipropilena *high impact* (PPHI) merupakan salah satu polimer yang umum digunakan dalam industri otomotif Indonesia [9]. Ketahanan terhadap beban impact yang tinggi menjadikan PPHI sangat menjanjikan untuk dimanfaatkan sebagai bahan pengikat pada komposit polimer berpenguat serat hayati. Studi mengenai pemanfaatan PPHI sebagai bahan pengikat pada komposit polimer berpenguat serat hayati masih belum banyak dipelajari. Oleh karena itu, dilakukan studi sifat tarik dan sifat impact dari komposit PPHI berpenguat serat rami, dimana PPHI dimanfaatkan sebagai bahan pengikat dan serat rami berfungsi sebagai bahan penguat dengan berbagai fraksi volum.

## **2 Metodologi Penelitian**

### **2.1 Bahan**

Serat rami yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Garut, Indonesia. Pelet polipropilena *high impact* (PPHI) diperoleh dari PT. Chandra Asri Petrochemical.

### **2.2 Preparasi Serat Rami**

Serat rami dipotong sepanjang 25 cm dan disisir secara manual dengan menggunakan sisir kawat khusus serat hingga serat rami saling terpisah. Kemudian serat rami yang telah saling terpisah digunting halus hingga memiliki ukuran lebih kecil dari 1200 mesh.

### **2.3 Proses Pembuatan Komposit Polipropilena *High Impact* Berpenguat Serat Rami**

Serat rami yang telah digunting halus dicampurkan dengan pelet PPHI dengan fraksi volume serat terhitung sebesar 0%, 5%, 10% dan 15%. Kemudian, campuran serat dan pelet PPHI dimasukkan kedalam mesin *extruder dan pelletizer* untuk membentuk filamen dan pelet komposit PPHI berpenguat serat rami. Pelet komposit PPHI berpenguat serat rami acak dimasukkan kedalam

mesin *injection molding*, diproses pada temperatur 190 °C dan dicetak membentuk spesimen uji tarik dan uji impak dengan dimensi yang disesuaikan dengan standar pengujian.

## 2.4 Karakterisasi dan Pengujian

Pengujian kandungan lignoselulosa pada serat rami dilakukan dengan menggunakan metode Chesson-Datta. Pengujian tarik serat rami dilakukan dengan menggunakan mesin Textechno Favigraph dengan mengacu pada standar ASTM D 3822 di Balai Besar Tekstil Bandung. Pengujian densitas dan fraksi volume bahan penyusun komposit dilakukan dengan mengacu pada standar ASTM D 792 dan ASTM D 3171 yang telah dimodifikasi. Pengujian tarik komposit PPHI berpenguat serat rami mengacu pada ASTM D 3039, dilakukan dengan menggunakan mesin Tensilon RTF 1310 dengan kecepatan tarik 5 mm/menit di Laboratorium Teknik Produksi Institut Teknologi Bandung. Pengujian impak komposit dilakukan dengan menggunakan alat Tinius *Olsen Machine Test* dengan mengacu pada ASTM D 6110-04 di Laboratorium Teknik Metallurgi dan Material Fisik ITB.

## 3 Hasil dan Analisis

### 3.1 Pengujian Kandungan Lignoselulosa Pada Serat Rami

Kandungan lignoselulosa di dalam serat rami diukur dengan menggunakan metode Chesson-Datta. Hasil persentase kandungan lignoselulosa pada serat rami yang diukur dengan menggunakan metode Chesson-Datta ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1** Hasil pengujian kandungan lignoselulosa didalam serat rami dengan menggunakan metode Chesson-Datta.

Kandungan Lignoselulosa	Persentase (%)	Literatur (%) [4]
Ekstraktif	5.28	-
Hemiselulosa	8.83	13.1-16.7
Selulosa	84.53	68.6-76.2
Lignin	1.36	0.6-0.7

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa kandungan selulosa pada serat rami yang digunakan dalam penelitian ini lebih tinggi 23.2% dibandingkan dengan data kandungan selulosa serat rami yang diperoleh dari literatur. Perbedaan kandungan selulosa pada penelitian ini dan literatur kemungkinan disebabkan

oleh perbedaan umur serat rami ketika dipanen dan daerah tumbuh dari serat rami [6].

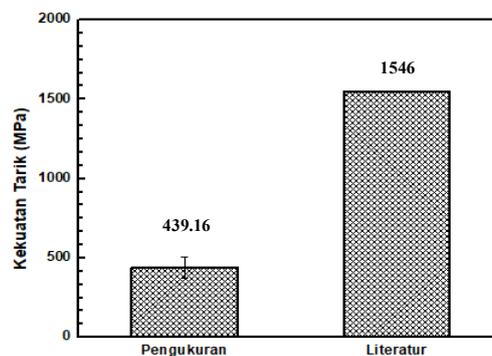
### 3.2 Pengujian Tarik Serat Rami

Spesimen uji tarik komposit PPHI yang diperkuat serat rami yang dibuat dengan mesin *injection molding* dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1** Spesimen uji tarik komposit PPHI yang diperkuat serat rami

Perbandingan hasil pengujian tarik dari serat rami yang digunakan beserta data kekuatan tarik serat rami yang diperoleh dari literatur [7] dapat dilihat pada Gambar 2.

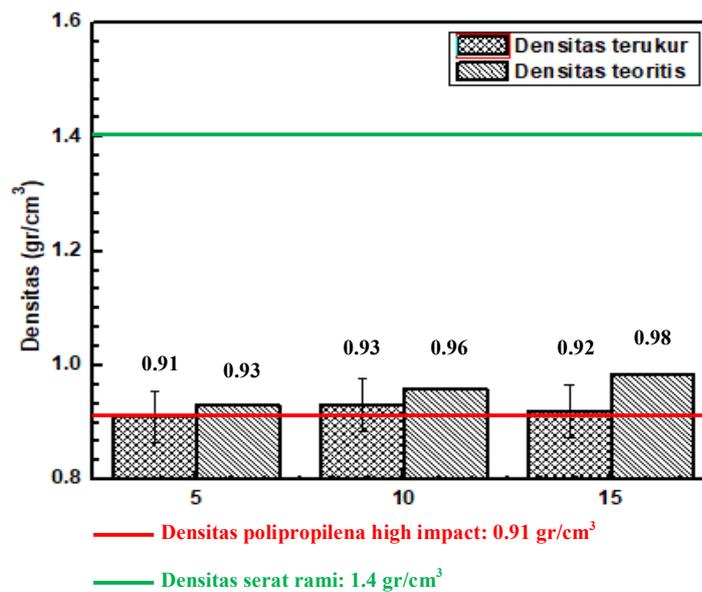


**Gambar 2** Perbandingan hasil pengujian tarik serat rami yang digunakan pada penelitian ini beserta data kekuatan tarik serat rami yang diperoleh dari literatur.

Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa kekuatan serat rami yang digunakan dalam penelitian ini jauh lebih rendah dibandingkan dengan data kekuatan serat rami yang diperoleh dari literatur. Hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh terjadinya degradasi pada serat rami selama proses penyimpanan. Selama proses penyimpanan, serat rami dapat menangkap uap air yang terdapat di udara karena banyaknya kandungan yang bersifat hidrofilik didalam serat rami. Peningkatan kandungan air didalam serat rami dapat menjadi media tempat bakteri untuk berkembang, memicu terjadinya proses degradasi pada serat rami dan menyebabkan penurunan kekuatan tarik dari serat rami.

### 3.3 Pengujian Densitas dan Fraksi Volume Bahan Penyusun Komposit

Pengujian densitas meliputi pengujian densitas serat rami, densitas PPHI, serta densitas komposit PPHI berpenguat serat rami dengan fraksi volume terukur sebesar 5%, 10%, dan 15%. Hasil pengujian densitas serat rami, komposit PPHI berpenguat serat rami beserta nilai densitas teoritis dari komposit yang dihitung menggunakan *rule of mixture* dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3** Hasil pengujian densitas serat rami, komposit PPHI berpenguat serat rami serta nilai densitas teoritis dari komposit yang dihitung menggunakan metode *rule of mixture*.

Berdasarkan hasil pengujian densitas yang ditunjukkan pada Gambar 3, dapat disimpulkan bahwa densitas komposit tertinggi dimiliki oleh komposit PPHI dengan fraksi volume serat sebesar 10%.

Penurunan nilai densitas komposit PPHI berpenguat serat rami pada fraksi volume 15% disebabkan tingginya nilai fraksi volume void pada komposit PPHI berpenguat serat rami dengan fraksi volume sebesar 15%. Data nilai fraksi volume void komposit PPHI berpenguat serat rami pada fraksi volume 5%, 10% dan 15% dapat dilihat pada Tabel 2. Selain itu, dari Gambar 3 juga dapat disimpulkan bahwa nilai densitas terukur komposit pada seluruh fraksi volume serat rami lebih rendah dibandingkan dengan densitas teoritis yang dihitung dengan menggunakan metode *rule of mixture*.

Nilai densitas terukur komposit yang lebih rendah dibandingkan dengan densitas teoritisnya kemungkinan disebabkan oleh perbedaan fraksi volume serat terukur dan terhitung pada komposit dan tingginya fraksi volume void didalam komposit. Data perhitungan fraksi volume bahan penyusun komposit pada fraksi volume serat rami 5%, 10% dan 15% dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2** Data perhitungan fraksi volume bahan penyusun komposit

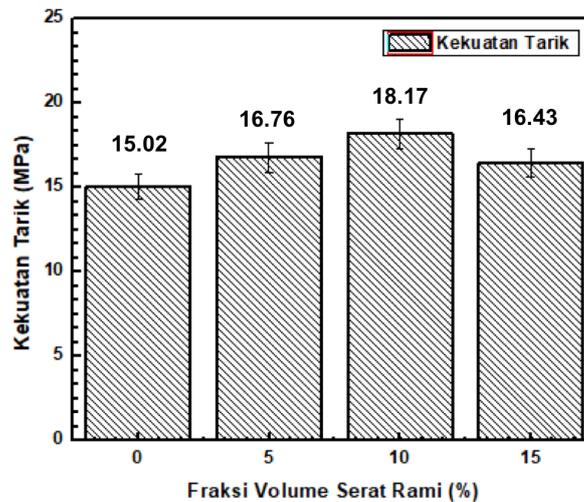
Fraksi volume serat terhitung (%)	Fraksi volume serat terukur (%)	Fraksi volume matriks (%)	Fraksi volume void (%)
5	3.86	89.98	6.16
10	8.91	89.16	1.92
15	13.86	79.08	7.04

### 3.4 Pengujian Tarik Komposit Polipropilena *High Impact* Berpenguat Serat Rami

Hasil pengujian tarik komposit PPHI berpenguat serat rami dengan fraksi volume serat sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15% dapat dilihat pada Gambar 4.

Berdasarkan data kekuatan tarik komposit yang ditunjukkan pada Gambar 4, dapat disimpulkan bahwa PPHI yang diperkuat oleh serat rami memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan PPHI tanpa diperkuat oleh serat rami.

Nilai kekuatan tarik PPHI yang diperkuat oleh serat rami yang diperoleh lebih tinggi disebabkan oleh terhadangnya pergerakan rantai PPHI oleh serat untuk bergerak sehingga dibutuhkan energi yang lebih besar untuk menggerakkan rantai-rantai polimer PPHI sehingga kekuatan tarik komposit PPHI yang diperkuat oleh serat rami lebih tinggi dibandingkan dengan kekuatan tarik PPHI tanpa diperkuat oleh serat rami. Selain itu, dari Gambar 4 dapat disimpulkan pula kekuatan tarik komposit tertinggi dimiliki oleh komposit PPHI berpenguat serat rami dengan fraksi volume serat sebesar 10%.



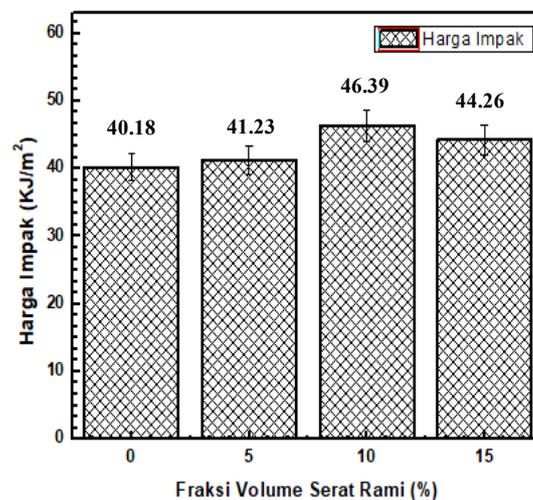
**Gambar 4** Kekuatan tarik komposit PPHI berpenguat serat rami dengan fraksi volume serat 0%, 5%, 10%, dan 15%.

Komposit PPHI berpenguat serat rami dengan fraksi volume 15% memiliki kekuatan tarik yang lebih rendah dibandingkan dengan komposit PPHI berpenguat serat rami dengan fraksi volume serat rami 10% karena fraksi volume *void* komposit PPHI berpenguat serat rami dengan fraksi volume serat 15% lebih tinggi dibandingkan dengan komposit PPHI berpenguat serat rami dengan fraksi volume serat sebesar 10%. Fraksi volume *void* yang cukup tinggi pada komposit dapat menyebabkan berkurangnya interaksi antara serat dan matriks sehingga akan menghasilkan komposit yang memiliki sifat mekanik yang kurang baik.

### 3.5 Pengujian Impak Komposit Polipropilena *High Impact* Berpenguat Serat Rami

Hasil pengujian impak dari komposit PPHI berpenguat serat rami dengan fraksi volume serat 0%, 5%, 10% dan 15% ditunjukkan pada Gambar 5. Berdasarkan data harga impak komposit yang ditunjukkan pada Gambar 5, dapat dilihat bahwa harga impak komposit PPHI yang diperkuat serat rami lebih tinggi dibandingkan PPHI tanpa penambahan serat rami. Selain itu dari Gambar 5 dapat disimpulkan pula harga impak komposit tertinggi dimiliki oleh komposit PPHI berpenguat serat rami dengan fraksi volume 10%. Harga impak komposit PPHI yang diperkuat dengan serat rami dengan fraksi volume 15% lebih rendah dibandingkan dengan komposit PPHI yang diperkuat serat rami dengan fraksi volume 10% disebabkan oleh fraksi volume *void* pada komposit PPHI yang diperkuat dengan serat rami dengan fraksi volume serat 15% jauh lebih tinggi dibandingkan dengan komposit PPHI yang diperkuat serat rami dengan fraksi

volume serat 10%. Kandungan *void* yang tinggi dapat mereduksi jumlah daerah kontak antara PPHI dan serat rami yang dapat mengurangi efektifitas transfer beban pada komposit sehingga harga impact komposit akan menjadi lebih rendah dibandingkan dengan seharusnya [10]. Fraksi volume void didalam komposit PPHI/serat rami sangat dipengaruhi oleh parameter mixing, ukuran partikel dari serat rami serta interface dari serat rami dan PPHI yang dibahas pada publikasi lain. Pada komposit PPHI/serat rami dengan fraksi volume 10% memiliki volume void yang lebih rendah dibandingkan dengan komposit lainnya kemungkinan disebabkan ukuran partikel serat rami yang digunakan lebih kecil dibandingkan komposit lainnya sehingga dispersi serat rami didalam PPHI menjadi lebih baik dan mengurangi kemungkinan terjadinya aglomerasi didalam komposit PPHI/serat rami. Terjadinya aglomerasi didalam komposit PPHI/serat rami dapat meningkatkan fraksi volume void didalam komposit.



**Gambar 5** Harga Impact komposit PPHI berpuangat serat rami dengan fraksi volume serat 0%, 5%, 10%, dan 15%.

#### 4 Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan serat rami dapat mempengaruhi sifat tarik dan sifat impact dari polimer PPHI. Pada penelitian ini, penambahan serat rami dapat meningkatkan kekuatan tarik PPHI sebesar 21% dan meningkatkan harga impact PPHI sebesar 15.5%.

## Referensi

- [1] Chapman dan Hall, *Manufacturing of Polymer Composite*, 1997.
- [2] F. L. Matthews dan R. D. Rawlings, *Composite Materials: Engineering and Science*, London, 1993.
- [3] Ing. Eva Aková, *Development of Natural Fiber Reinforced Polymer Composites*, Trenčín, 2013.
- [4] Muhammad Pervaiz, Suhara Pathapulakkal, Mohini Sain, Jimi Tjong, *Emerging Trends in Automotive Lightweighting through Novel Composite Materials*, 2016
- [5] Vekatesh., Prasanna., *Tensile, Flexural, Impact and Water Absorption Properties of Natural Fibre Reinforced Polyester Hybrid Composites*, FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe, 3(117), 2016.
- [6] A.K. Mohanty, M, Misra dan T.L. Drzal, *Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposites*, Taylor and Francis Group. LLC, 2005.ca
- [7] Yusi Siti Samsiar, *Pembuatan Dan Peningkatan Sifat Tarik Biokomposit Pati Tapioka Berpenguat Serat Rami Acak*, Teknik Material ITB, 2017.
- [8] Prakash Tudu, *Processing and Characterization of Natural Fiber Reinforced Polymer Composite*, Rourkela, 2009.
- [9] Fadlillah, Iqbal. *Studi Pengaruh Perlakuan Alkali dan Orientasi Serat terhadap Ketangguhan Impak Komposit PP/Lidah Mertua sebagai Material pada Komponen Otomotif*, Teknik Material ITB, 2017.
- [10] Dieter. H. Mueler, *Improving the Impact Strength of Natural Fiber Reinforced Composites by Specifically Designed Material and Process Parameters*, INJ Winter, 2014.