



Sifat Mekanik Komposit Polipropilena Berpenguat Serat *Sansevieria Unidirectional*

Mardiyati^{1*}, Steven¹, Raden Reza Rizkiansyah¹, Ikhsan Purnomo²

¹Program Studi Teknik Material, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesha no.10, Bandung, Indonesia

²Program Studi Teknik Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik dan Desain, Institut Teknologi dan Sains Bandung, Jalan Ganesha Boulevard, Lot-A1 CBD Kota Deltamas, Bekasi, Indonesia

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

Abstrak. Serat hayati merupakan bahan yang saat ini sedang banyak dikembangkan sebagai penguat material komposit bermatriks polimer. Penggunaan serat hayati sebagai penguat pada suatu komposit memiliki beberapa keunggulan dibandingkan serat sintesis, diantaranya yaitu lebih ramah lingkungan, dapat diperbaharui, murah, serta memiliki densitas yang relatif rendah. Lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) merupakan salah satu jenis tanaman yang umumnya digunakan sebagai tanaman hias yang banyak tumbuh di Indonesia. Serat dari tanaman ini pada dasarnya memiliki potensi untuk digunakan sebagai penguat pada komposit berpenguat serat hayati karena memiliki sifat mekanik yang cukup baik, namun masih belum banyak dipelajari dalam aplikasinya sebagai penguat komposit. Pada penelitian ini, dilakukan studi mengenai pembuatan komposit sansevieria/ polipropilena dengan menggunakan metode tekan panas dengan fraksi volume serat terukur 4.9%, 8.6% dan 13.5%. Kualitas dari komposit diuji melalui pengujian tarik yang mengacu kepada ASTM D-3039 dan pengujian densitas. Pada penelitian ini telah berhasil dilakukan pembuatan komposit yang berbahan dasar serat sansevieria *unidirectional* dengan matriks polipropilena. Berdasarkan pengujian void dan bahan penyusun komposit, nilai fraksi volume serat terukur lebih rendah dibandingkan dengan fraksi volume serat terhitung. Seiring peningkatan fraksi volume serat terukur dapat menurunkan fraksi volume void, meningkatkan densitas, kekuatan tarik serta kekakuan dari komposit sansevieria/PP. Kekuatan tarik dan kekakuan tertinggi dari komposit sansevieria/PP diperoleh pada komposit sansevieria/PP dengan fraksi volume serat terukur 13.5%, yakni sebesar 53.07 MPa dan 2841 MPa.

Kata kunci: komposit; polipropilena; serat sansevieria; sifat mekanik.

1 Pendahuluan

Polipropilena (PP) merupakan salah satu jenis plastik yang umum digunakan dalam industri otomotif untuk aplikasi seperti *dashboard*, *seating*, *bumpers*, *cladding*, saluran pendingin udara, *interior* dan *exterior trim* [1,2,3]. Penggunaan PP sebagai produk otomotif tersebut memiliki beberapa

keunggulan, diantaranya yaitu ketahanan kimia serta *weatherability* yang baik, densitas yang lebih rendah dibandingkan beberapa jenis termoplastik lain seperti Polietilena (PE), memiliki kestabilan dimensi dan ketahanan *impact* yang baik serta sifat mampu proses yang sangat baik [1,2,4]. Aplikasi PP sebagai produk otomotif pada dasarnya terbatas pada aplikasi untuk komponen *nonstructural* yang tidak memerlukan sifat mekanik yang tinggi [4]. Untuk keperluan aplikasi seperti *seat backs*, dibutuhkan material yang ringan dan sifat lainnya seperti yang dimiliki oleh PP, tetapi dengan kekakuan dan kekuatan yang lebih tinggi. Untuk memenuhi aplikasi tersebut, PP dikembangkan sebagai matriks pada material komposit untuk memperoleh kekuatan tarik dan kekakuan yang lebih tinggi.

Serat hayati merupakan bahan yang saat ini banyak dikembangkan sebagai alternatif dari serat sintesis yang berfungsi sebagai penguat pada material komposit bermatriks polimer. Penggunaan serat hayati sebagai bahan penguat pada suatu komposit memiliki beberapa keunggulan, diantaranya yaitu lebih ramah lingkungan, berasal dari sumber yang dapat diperbaharui, murah, lebih tidak abrasif terhadap peralatan proses serta memiliki densitas yang relatif rendah [5,6]. Lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) merupakan salah satu jenis tanaman yang umumnya digunakan sebagai tanaman hias yang banyak tumbuh di Indonesia. Serat dari tanaman ini pada dasarnya memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan penguat pada komposit bermatriks polimer karena memiliki sifat mekanik yang cukup baik [7,8], namun masih belum banyak dipelajari dalam aplikasinya sebagai penguat komposit [8,9].

Pada penelitian ini, dilakukan studi mengenai sifat mekanik komposit sansevieria/polipropilena dengan menggunakan serat sansevieria *unidirectional*. Serat sansevieria yang digunakan adalah serat yang telah diberikan perlakuan alkali untuk meningkatkan adhesi antara serat dan matriks.

2 Metode Percobaan

2.1 Bahan

Daun lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) diperoleh dari kediaman penduduk lokal di wilayah lembang. Serat lidah mertua diperoleh melalui proses *physical retting* secara manual yang kemudian dicuci dan dikeringkan pada temperatur ruang. Natrium Hidroksida (NaOH) diperoleh dari Bratachem, Bandung. Pelet polipropilena diperoleh dari PT Chandra Asri Petrochemical.

2.2 Metode Percobaan

2.2.1 Proses Delignifikasi

Proses delignifikasi/ perlakuan alkali yang dilakukan mengacu kepada kondisi pada [8], yaitu dengan konsentrasi NaOH 3% pada temperatur 100°C selama 2 jam.

2.2.2 Proses Pembuatan Komposit

Serat lidah mertua yang telah diberikan perlakuan alkali disusun pada cetakan bersama dengan pelet polipropilena kemudian diproses dengan tekan panas pada temperatur 170°C, beban 100 kN selama 10 menit.

2.3 Karakterisasi dan Pengujian

2.3.1 Pengujian Tarik

Pengujian Tarik yang dilakukan pada komposit mengacu pada ASTM D-3039. Kecepatan penarikan dari komposit adalah sebesar 5 mm/menit. Pengujian Tarik dilakukan di Laboratorium Teknik Produksi Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Bandung dengan menggunakan alat RTF-1310.

2.3.2 Pengujian Densitas dan Fraksi Volume Bahan Penyusun

Pengujian densitas komposit dilakukan di Program Studi Teknik Material Institut Teknologi Bandung dengan menggunakan piknometer. Pengujian densitas dilakukan dengan mengacu pada ASTM D-792. Pengukuran dan perhitungan fraksi volume void dan bahan penyusun komposit dilakukan dengan mengacu pada ASTM D-3171.

3 Hasil dan Analisis

Penampakan visual dari pelet polipropilena, serat sansevieria, dan komposit sansevieria/PP dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Penampakan visual dari, (a) pelet polipropilena, (b) komposit sansevieria/PP, (c) serat sansevieria panjang.

3.1 Pengujian Fraksi Volume Bahan Penyusun Komposit

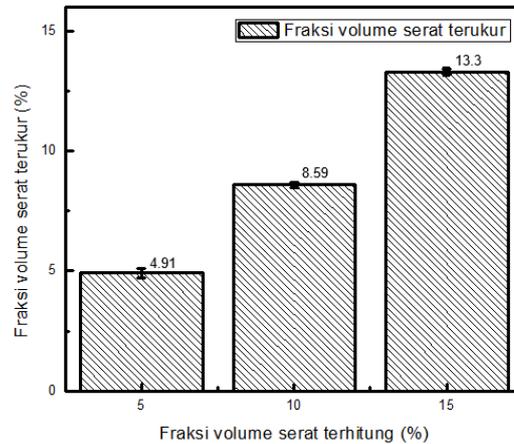
Pengujian fraksi volume bahan penyusun komposit dilakukan untuk membandingkan fraksi volume serat yang ingin dicapai (terhitung) beserta volume serat sebenarnya melalui hasil pengukuran (terukur). Selain itu, melalui pengujian ini fraksi volume void komposit dapat diketahui. Hasil pengujian fraksi volume void bahan penyusun komposit dapat dilihat pada Tabel 1. Fraksi volume void dari komposit sansevieria/PP ditunjukkan pada Gambar 2.

Tabel 1 Hasil pengukuran fraksi volume bahan penyusun komposit.

Fraksi Volume Serat Terhitung (%)	Fraksi Volume Serat Terukur (%)	Relativitas Fraksi Volume Serat Terukur terhadap Terhitung (%)	Fraksi Volume Void (%)
5	4.91	98.2	3.14
10	8.59	85.9	2.57
15	13.30	88.6	2.28

Dari hasil pengujian fraksi bahan penyusun, dapat dilihat bahwa fraksi volume serat terukur sedikit lebih rendah dibandingkan dengan fraksi volume serat terhitung (fraksi volume serat yang ingin dicapai). Fraksi volume serat terukur sedikit lebih rendah dibandingkan dengan fraksi volume serat terhitung kemungkinan disebabkan oleh distribusi serat yang kurang merata didalam komposit, sehingga ketika dilakukan pengukuran, fraksi volume serat terukur

tidak memiliki nilai yang sama dengan fraksi volume serat terhitung. Perbandingan fraksi volume serat terhitung dan fraksi volume serat terukur dapat dilihat pada Gambar 2.



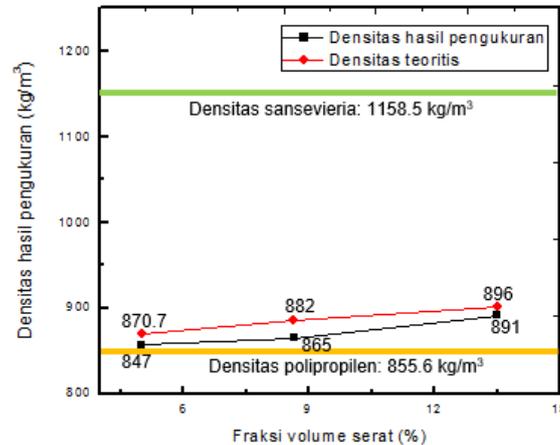
Gambar 2 Perbandingan nilai fraksi volume serat terhitung terhadap fraksi volume serat terukur.

Selain itu, dari Tabel 1 juga dapat dilihat fraksi volume void pada komposit sansevieria/PP. Menurut hasil pengukuran fraksi volume void tertinggi diperoleh oleh komposit sansevieria dengan fraksi volume terukur sebesar 13.3% dan fraksi volume void terendah diperoleh oleh komposit sansevieria/PP dengan fraksi volume serat terukur sebesar 4.91%. Penurunan fraksi volume void seiring dengan peningkatan fraksi volume serat terukur didalam komposit sansevieria/PP, kemungkinan disebabkan oleh penyusutan yang terjadi pada komposit dengan fraksi volume serat terukur 13.3% lebih seragam dibandingkan dengan komposit dengan fraksi volume serat 4.91%. Hal tersebut dapat terjadi karena serat pada komposit sansevieria/PP dengan fraksi volume serat yang lebih tinggi dapat tersebar ke seluruh permukaan cetakan, sehingga dapat mereduksi kemungkinan terjadinya perbedaan kecepatan dan tingkat penyusutan diseluruh bagian komposit. Menurut literatur, terjadinya perbedaan kecepatan dan tingkat penyusutan didalam plastik dapat menyebabkan pembentukan void [11]. Oleh karena itu, komposit sansevieria/PP dengan fraksi volume serat terukur 13.3% memiliki kandungan void yang lebih rendah dibandingkan dengan komposit dengan fraksi volume serat terukur 4.91%.

3.2 Pengujian Densitas

Pengujian densitas komposit dilakukan dengan mengacu pada ASTM-D792. Hasil pengujian densitas polipropilena, serat sansevieria, komposit

sansevieria/PP serta densitas teoritis yang didasarkan teori *rule of mixture* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Nilai densitas terukur dari polipropilena, serat sansevieria, komposit serat sansevieria/PP, serta nilai densitas teoritis dari komposit serat sansevieria/PP

Dari hasil pengukuran densitas, dapat dilihat bahwa densitas komposit sansevieria/PP tertinggi diperoleh pada komposit sansevieria/PP dengan fraksi volume serat terukur 13.3%, yakni sebesar 891 kg/m³ dan nilai densitas komposit sansevieria/PP terendah dimiliki oleh komposit sansevieria/PP dengan fraksi volume serat terukur 4.91%, yakni sebesar 847 kg/m³. Selain itu, dari Gambar 3 dapat disimpulkan bahwa densitas komposit sansevieria/PP semakin meningkat seiring dengan peningkatan fraksi volume serat terukur didalam komposit. Hasil yang diperoleh telah sesuai dengan kecenderungan yang ditunjukkan oleh hasil perhitungan nilai densitas teoritis.

Pada fraksi volume serat terukur 4.91% terlihat bahwa densitas komposit sansevieria/PP lebih rendah dibandingkan dengan densitas polipropilena. Nilai densitas komposit yang lebih rendah dibandingkan dengan densitas polipropilena dapat terjadi dan kemungkinan disebabkan oleh adanya void didalam komposit. Semakin tinggi fraksi volume void didalam komposit mampu menurunkan densitas komposit karena kandungan void mampu menurunkan fraksi volume serat dan fraksi volume matriks. Untuk membuktikan pengaruh fraksi volume void terhadap nilai densitas komposit, perbandingan nilai fraksi volume void terhadap relativitas nilai densitas pengukuran terhadap nilai densitas teoritis dapat dilihat pada Tabel 2.

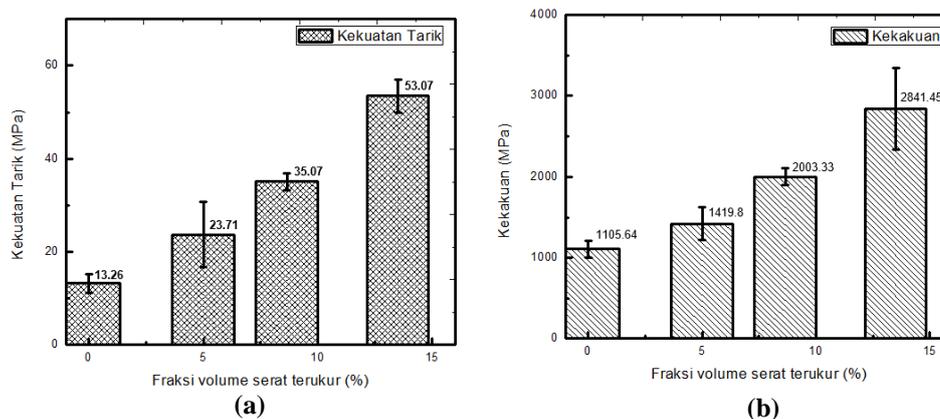
Tabel 2 Hubungan fraksi volume void terhadap relativitas nilai densitas hasil pengukuran terhadap nilai densitas teoritis

Fraksi Volume Serat (%)	Fraksi Volume Void (%)	Relativitas nilai densitas pengukuran terhadap nilai densitas teoritis (%)
4.93	3.14	97.27
8.65	2.57	98.03
13.5	2.28	99.44

Dari Tabel 2, dapat dilihat bahwa seiring penurunan fraksi volume void didalam komposit, nilai densitas hasil pengukuran semakin mendekati nilai densitas teoritis. Pernyataan tersebut dinyatakan dalam relativitas nilai densitas pengukuran terhadap nilai densitas teoritis. Semakin tinggi nilai relativitas densitas pengukuran terhadap nilai densitas teoritis yang didapatkan, maka nilai densitas hasil pengukuran semakin mendekati nilai densitas teoritisnya. Penjelasan ini juga dapat menjadi alasan penyebab nilai densitas komposit sansevieria/PP dengan fraksi volume serat terukur 4.91% dapat memiliki nilai densitas pengukuran dibawah nilai densitas teoritisnya dan dibawah nilai densitas matriksnya.

3.3 Pengujian Tarik

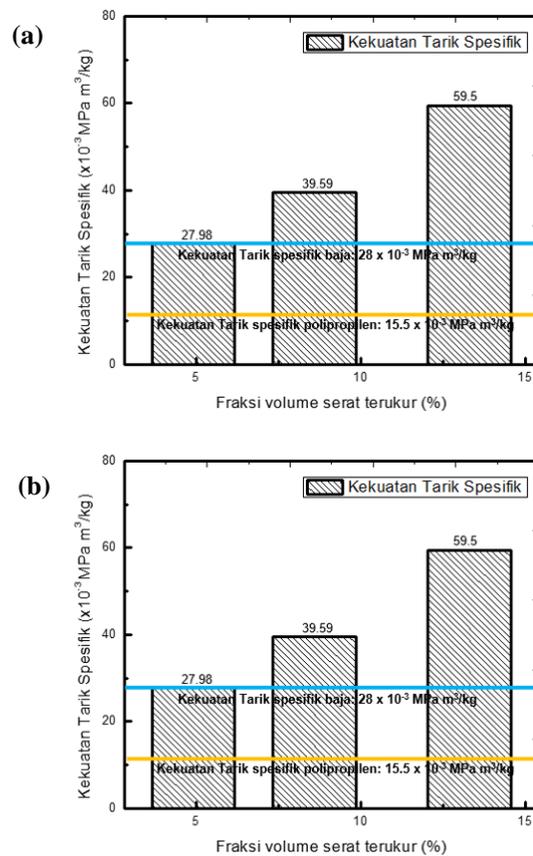
Pengujian tarik komposit dilakukan dengan mengacu pada ASTM D-3039. Pengujian tarik komposit dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik dan kekakuan dari komposit yang dihasilkan. Hasil pengujian tarik dari polipropilena dan komposit sansevieria/PP pada berbagai fraksi volume serat ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Hasil pengujian tarik komposit sansevieria/PP
(a) kekuatan tarik (b) kekakuan

Dari hasil pengujian tarik dapat dilihat bahwa kekuatan tarik dan kekakuan komposit tertinggi diperoleh oleh komposit sansevieria/PP dengan fraksi volume serat terukur 13.3%, yakni sebesar 53.07 MPa dan 2841.45 MPa. Selain itu, dari hasil pengujian tarik dapat disimpulkan bahwa seiring peningkatan fraksi volume serat terukur didalam komposit dapat meningkatkan kekuatan tarik dan kekakuan dari komposit. Peningkatan kekuatan tarik dan kekakuan komposit dapat terjadi karena penambahan serat mampu menghadang pergerakan rantai-rantai polipropilen. Terhambatnya pergerakan rantai-rantai polipropilen menyebabkan energi yang dibutuhkan untuk mendeformasi dan memutuskan polipropilen menjadi semakin tinggi. Mampunya serat sansevieria menghadang pergerakan rantai-rantai polipropilen disebabkan oleh adanya ikatan fisik antara serat sansevieria dan polipropilena

3.4 Sifat Mekanik Spesifik



Gambar 5 Sifat mekanik spesifik dari komposit sansevieria/PP
(a) kekuatan tarik spesifik (b) kekakuan spesifik

Sifat mekanik spesifik merupakan nilai sifat mekanik suatu material dibagi dengan densitasnya. Nilai sifat mekanik spesifik sering digunakan dalam menentukan struktur yang aman namun memiliki efisiensi tinggi. Nilai sifat mekanik spesifik polipropilena, komposit sansevieria/PP dan baja dapat dilihat pada Gambar 5.

Dari Gambar 5, dapat dilihat bahwa seiring dengan peningkatan fraksi volume serat terukur, kekuatan tarik spesifik dan kekakuan spesifik dari komposit sansevieria/PP semakin meningkat. Kekuatan tarik spesifik dan kekakuan spesifik tertinggi diperoleh oleh komposit sansevieria/PP dengan fraksi volume serat terukur sebesar 13.3%, yakni sebesar 59.5 MPa m³/kg dan 3.1 GPa m³/kg.

Selain itu, dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa komposit sansevieria/PP dengan fraksi volume serat terukur 8.59% dan 13.3% memiliki kekuatan tarik spesifik yang lebih tinggi dibandingkan polipropilena maupun baja. Namun kekakuan spesifik dari komposit sansevieria/PP dengan fraksi volume serat terukur 8.59% dan 13.3% memiliki kekakuan spesifik yang lebih tinggi dibandingkan polipropilena namun lebih rendah dibandingkan dengan baja.

4 Kesimpulan

Pada penelitian ini telah berhasil dilakukan pembuatan komposit yang berbahan dasar serat sansevieria *unidirectional* dan polipropilena. Berdasarkan pengujian void dan bahan penyusun komposit, nilai fraksi volume serat terukur lebih rendah dibandingkan dengan fraksi volume serat terhitung. Seiring peningkatan fraksi volume serat terukur dapat menurunkan fraksi volume void, meningkatkan densitas, kekuatan tarik serta kekakuan dari komposit sansevieria/PP. Kekuatan tarik dan kekakuan tertinggi dari komposit sansevieria/PP diperoleh oleh komposit sansevieria/PP dengan fraksi volume serat terukur 13.3%, yakni sebesar 53.07 MPa dan 2841 MPa.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami hanturkan kepada Ikatan Alumni Institut Teknologi Bandung (IA-ITB) atas dana penelitian yang telah diberikan untuk penelitian ini. Ucapan terima kasih juga kami hanturkan kepada Laboratorium Teknik Produksi FTMD ITB atas bantuan yang diberikan untuk melakukan pengujian tarik komposit sansevieria/PP yang dibahas dalam penelitian ini.

Referensi

- [1] Information on <http://www.bpf.co.uk/plastipedia/polymers/pp.aspx#automotive> (Diakses Kamis, 30 Juni 2016)
- [2] Harutan G. Karutan, *Handbook of Polypropylene and Polypropylene Composites*, second ed., Marcell Dekker Inc., New York, 2003
- [3] Katarína Szeteiova, Automotive Materials, *Plastics in Automotive Markets Today*, (2013), pp. 27–33
- [4] James Holbery, Dan Houston, *Natural-Fiber-Reinforced Polymer Composites in Automotive Applications*, JOM Vol. 58 Issue 11, pp 80-86
- [5] K.L. Pickering, M.G. Aruan Efendy, T.M. Le, *A review of recent developments in natural fibre composites and their mechanical performance*, Composites: Part A 83 (2016) 98–112
- [6] M. Zampaloni, F. Pourboghraat, S.A. Yankovich, B.N. Rodgers, J. Moore, L.T. Drzal, A.K. Mohanty, M. Misra, Kenaf natural fiber reinforced polypropylene composites: *A discussion on manufacturing problems and solutions*, Composites: Part A 38 (2007) 1569–1580H
- [7] Sasa Sofyan Munawar, Kenji Umemura, Shuichi Kawai, *Characterization of the morphological, physical, and mechanical properties of seven nonwood plant fiber bundles*, J Wood Sci (2007) 53:108–113
- [8] Mardiyati, Steven, Raden Reza Rizkiansyah, A.Senoaji, R. Suratman, *Effects of Alkali Treatment on The Mechanical and Thermal Properties of Sansevieria trifasciata Fiber*, AIP Conf. Proc. 1725, 020043-1–020043-5
- [9] Abbral, E Kenedy, *Thermal degradation and tensile strength of sansevieria trifasciata-polypropylene composites*, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 87 (2015) 012011
- [10] D. Richardson, *The Fundamental Principles of Composite Materials Prediction*, University of The West of England.
- [11] J. Shoemaker, *Moldflow Design Guide*, Hanser Publishers, Germany, Munich, 2006.