



Sifat Mekanis dan Kegunaan Komposit dari Produk Olefin Polipropilena yang Berpenguat Serat

Luthfi Wahyu Utomo

Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Abstrak

Material komposit adalah sistem material yang terdiri dari dua atau lebih material (dicampur dan diikat) pada skala makroskopis. Material komposit umumnya terdiri dari bahan penguat (serat, partikel, dll.) yang tertanam dalam suatu matriks (polimer, logam, keramik, dll). Para peneliti lebih memilih matriks polimer termoplastik daripada termoset karena siklus produksi yang rendah dan biaya pemrosesan yang lebih rendah. Komposit matriks termoplastik yang diperkuat dengan serat telah memperoleh kesuksesan komersial dalam aplikasi semistruktural dan struktural. Berbagai serat telah banyak digunakan secara luas sebagai penguat dalam matriks termoplastik polipropilena (PP) untuk membuat komposit. Sifat mekanis komposit PP yang diperkuat serat (FRPC) dipelajari oleh banyak peneliti dan beberapa di antaranya dibahas dalam artikel review ini.

Kata kunci : komposit, olefin, polipropilena, serat

PENDAHULUAN

Polipropilena (PP) mengalami pertumbuhan yang fenomenal dalam proses produksi dan penggunaan di seluruh dunia selama paruh kedua pada abad ke-20 (Karian 2003).

Material komposit adalah sistem material yang terdiri dari dua atau lebih material (dicampur dan diikat) pada skala makroskopis. Material komposit umumnya terdiri dari bahan penguat (serat, partikel, dll.) yang tertanam dalam suatu matriks (polimer, logam, keramik, dll). Matriks menahan bahan penguat sedangkan material yang diperkuat meningkatkan sifat mekanis keseluruhan dari matriks. Komposit polipropilena yang diperkuat dengan serat (FRPC) terdiri dari serat dan matriks polipropilena (PP). Dalam komposit seperti itu, serat adalah penguat utama dan sumber kekuatan (bagian penahan beban utama), sedangkan matriks PP menahannya di lokasi dan orientasi yang diinginkan serta melindunginya dari kerusakan lingkungan (Shubhra, Alam, and Quaiyyum 2013).

Berdasarkan pada sumbernya, serat terbagi dalam dua kategori: alami dan sintetis. Banyak penelitian telah dilakukan pada komposit yang mengandung serat alami dan sintetis (Han et al. 2006; S. Mohanty et al. 2004; Rodríguez et al. 2005). Namun, kedua serat ini memiliki kelebihan dan kekurangan. Komposit termoplastik yang diperkuat serat sintetis memiliki sifat mekanik yang lebih baik daripada serat alami, tetapi tidak ramah lingkungan (Shubhra, Alam, and Quaiyyum 2013). Keunggulan serat alami seperti serat kaca dan mika adalah: sifat kekuatan spesifik yang baik, biaya rendah, densitas yang rendah, kekerasan tinggi, sifat termal yang baik, pemisahan yang mudah (Karnani, Krishnan, and Narayan 1997).

Pembahasan

Pada artikel review ini, penulis akan membahas mengenai sifat mekanis dan kegunaan dari komposit yang bermatriks polipropilena dengan bahan penguat serat (FRPC).

1. Polipropilena (PP)

PP adalah polimer termoplastik dan dapat dibuat dari proses polimerisasi molekul propilena. Secara global, sebagian besar monomer propilena berasal dari proses *steam-cracking* menggunakan nafta yang merupakan fraksi dari minyak mentah yang berharga. Biasanya, produk target untuk naphtha cracker adalah monomer etilen. Propylene merupakan produk samping dari proses *cracking* dan diproduksi dalam berbagai rasio tergantung pada bahan baku minyak mentah. Banyak proses *cracking* memiliki pabrik propilena yang terhubung langsung untuk mengumpulkan propilena secara efektif yang berasal dari penguraian nafta (Shubhra, Alam, and Quaiyyum 2013). Produksi propilena terbesar kedua adalah dari proses pemurnian bensin. Dan yang terbaru, yaitu proses di mana propana didehidrogenasi menjadi monomer propilena yang kemudian digunakan untuk memproduksi propilena (Edition 2005).

Beberapa sifat mekanis dan sifat termal dari propilena komersial ditunjukkan pada tabel 1 (Edition 2005).

2. Serat (fiber)

Serat merupakan bahan yang berupa filamen kontinu mirip dengan benang panjang. Serat dapat berasal dari alam maupun dari hasil sintesis. Dua sumber utama serat alam adalah tumbuhan dan hewan. Komponen utama serat hewani adalah protein: contohnya mohair, wool, silk, alpaca, angora, dan sebagainya (Shubhra et al. 2010). Komponen utama serat tumbuhan adalah mikrofibril selulosa, lignin dan hemiselulosa: contohnya cotton, jute, flax, ramie, sisal, hemp, dan sebagainya (Saheb and Jog 1999). Serat sintetis umumnya diproduksi dari bahan sintetis seperti dari hasil petrokimia meskipun beberapa jenis serat sintetis (misalnya rayon) dibuat dari selulosa alami (Shubhra, Alam, and Quaiyyum 2013).

3. Proses Produksi FRPC

FRPC diproduksi dengan beberapa metode seperti ekstrusi (Todd 2000), injeksi (Morales et al. 2010), atau dengan kompresi (A. K. Mohanty et al. 2004) molding. Jenis metode tersebut ditunjukkan pada gambar 1.

4. Sifat Mekanis FRPC

Sifat mekanis seperti daya tarik, kekuatan lentur, dan kekerasan merupakan beberapa sifat mekanik yang signifikan untuk FRPC. Sifat mekanik FRPC umumnya bergantung pada sifat serat. Beberapa sifat dari serat alami dan sintetis yang berbeda ditunjukkan dalam tabel 2.

Daya tarik adalah tegangan maksimum yang dapat ditahan material tanpa mengalami kerusakan. Daya tarik diukur dalam satuan gaya per satuan luas. Sifat tarik FRPC dapat ditentukan menurut metode American Society for Testing and Materials (ASTM) D638 atau DIN 53455 (Haydaruzzaman et al. 2010).

Kekuatan lentur didefinisikan sebagai kemampuan material untuk menahan deformasi di bawah beban. Hal ini mewakili tegangan tertinggi yang dialami dalam material pada saat pecah (van den Oever, Bos, and van Kemenade 2000).

Daya tarik dan kekuatan lentur dari masing-masing FRPC yang berbeda ditunjukkan pada gambar 2 dan 3.

Dari gambar 2 dan 3 terlihat bahwa komposit sintetis E-glass/PP memiliki sifat mekanis yang lebih baik daripada komposit serat alam/PP. Dilihat dari gambar-gambar tersebut, di antara komposit serat alam/PP, komposit serat flax/PP memiliki daya tarik dan lentur tertinggi (Shubhra, Alam, and Quaiyyum 2013).

5. Kegunaan FRPC

FRPC dapat diterapkan dalam industri konstruksi, hiasan, kusen jendela dan pintu (Singh and Gupta 2005), peralatan olahraga seperti rangka sepeda, pemukul baseball, dan sebagainya (Holbery and Houston 2006). FRPC juga cocok untuk diaplikasikan dalam bidang otomotif (Chen et al. 2005).

Kesimpulan

Komposit polipropilena yang diperkuat dengan serat (FRPC) terdiri dari serat dan matriks polipropilena (PP). Polipropilena (PP) adalah polimer termoplastik yang memiliki biaya rendah dan memiliki beberapa sifat yang sangat baik. Berdasarkan pada sumbernya, serat terbagi dalam dua kategori: alami dan sintetis.

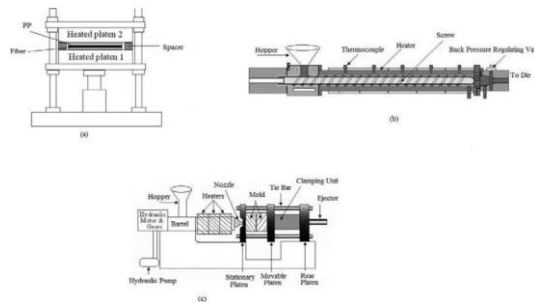
Komposit E-glass/PP memiliki sifat mekanis yang sangat baik. Di antara serat alam, serat flax sangat kuat dan jika diperkuat dengan PP menghasilkan komposit yang memiliki sifat mekanik yang baik.

Tabel 1. Sifat mekanis dan termal dari propilena komersial (PP) (Edition 2005). (a) Grader polietilena standar: memuat 2,16 kg pada 230°C. (b) Straining rate 18 in/min.

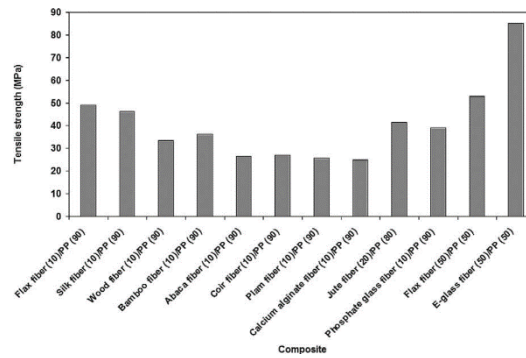
Sifat-sifat	Metode pengujian	Homopolimer		
Indeks aliran leleh (MFI)	a	3.0	0.7	0.2
Daya tarik	b	500 (lb in ⁻²)	4400 (lb in ⁻²)	4200 (lb in ⁻²)
		34 (MN/m ²)	30 (MN/m ²)	29 (MN/m ²)
Perpanjangan putus (%)	b	350	115	175
Modulus lentur	-	190,000 (lb in ⁻²)	170,000 (lb in ⁻²)	160,000 (lb in ⁻²)
		1310 (MN/m ²)	1170 (MN/m ²)	1100 (MN/m ²)
Suhu kerapuhan (°C)	I.CI./ASTM D746	+15	0	0
Titik lunak Vicat (°C)	BS 2782	145-150	148	148
Kekerasan Rockwell	-	95	90	90
Kekuatan benturan (ft lb)	-	10	25	34

Tabel 2. Daya tarik dari beberapa serat alami (Shubhra, Alam, and Quaiyyum 2013). HM : High Modulus, HS : High Strength.

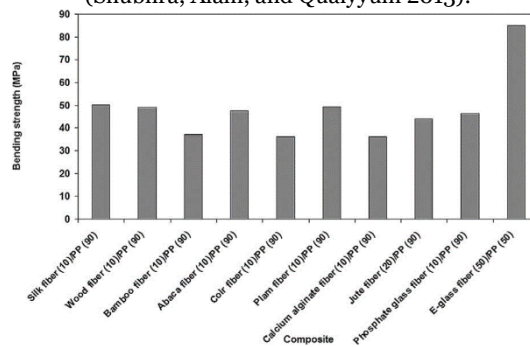
Serat	Daya tarik (MPa)	Modulus young (GPa)	Densitas (g cm ⁻³)
Cotton	330-585	4.5-12.6	1.5-1.54
Flax	345-1035	27.6-45.0	1.43-1.52
Hemp	690-1000	50.0	1.47-1.50
Jute	393-800	13-26.5	1.3-1.45
Silk	650-750	16	1.3-1.38
Kenaf	930	53.0	1.5
Ramie	400-1000	61.5	1.5-1.6
Sisal	511-635	9.4-15.8	1.16-1.5
Banana	500-700	7-20	1.4
Softwood	100-170	10-50	1.4
Hardwood	90-180	10-70	1.4
E-glass	1800	69.0-73.0	2.5
HM Carbon	2400	380	1.95
HS Carbon	3400	230	1.75
Kevlar 49	3000	130	1.45



Gambar 1. (a) Kompresi (A. K. Mohanty et al. 2004), (b) ekstrusi (Todd 2000), and (c) injeksi (Morales et al. 2010) molding.



Gambar 2. Daya tarik beberapa komposit polipropilena yang diperkuat dengan beberapa serat yang berbeda (FRPCs) (Shubhra, Alam, and Quaiyyum 2013).



Gambar 3. Kekuatan lentur komposit polipropilena yang diperkuat dengan beberapa serat yang berbeda (FRPC) (Shubhra, Alam, and Quaiyyum 2013).

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, Y. et al. 2005. "Natural Fibers for Automotive Nonwoven Composites." *Journal of Industrial Textiles* 35(1): 47–62.
- Edition, Seventh. 2005. "Plastics Materials." *Analysis and Deformation of Polymeric Materials*: 153–71.
- Han, Seong Ok, Sang Muk Lee, Won Ho Park, and Donghwan Cho. 2006. "Mechanical and Thermal Properties of Waste Silk Fiber-Reinforced Poly(Butylene Succinate) Biocomposites." *Journal of Applied Polymer Science* 100(6): 4972–80.
- Haydaruzzaman et al. 2010. "Fabrication and Characterization of Jute Reinforced Polypropylene Composite: Effectiveness of Coupling Agents." *Journal of Composite Materials* 44(16): 1945–63.
- Holbery, James, and Dan Houston. 2006. "Natural-Fiber-Reinforced Polymer Composites in Automotive Applications." *Jom* 58(11): 80–86.
- Karian, Harutun G. 2003. Handbook of Polypropylene and Polypropylene Composites, Revised and Expanded *Handbook of Polypropylene and Polypropylene Composites, Revised and Expanded*.
- Karnani, Rajeev, Mohan Krishnan, and Ramani Narayan. 1997. "Biofiber-Reinforced Polypropylene Composites." *Polymer Engineering and Science* 37(2): 476–83.
- Mohanty, A. K., A. Wibowo, M. Misra, and L. T. Drzal. 2004. "Effect of Process Engineering on the Performance of Natural Fiber Reinforced Cellulose Acetate Biocomposites." *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing* 35(3): 363–70.
- Mohanty, Smita, Sushil K. Verma, Sanjay K. Nayak, and Sudhansu S. Tripathy. 2004. "Influence of Fiber Treatment on the Performance of Sisal-Polypropylene Composites." *Journal of Applied Polymer Science* 94(3): 1336–45.
- Morales, G. et al. 2010. "Conductive CNF-Reinforced Hybrid Composites by Injection Moulding." *Composite Structures* 92(6): 1416–22. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compstruct.2009.11.017>.

- van den Oever, M. J.A., H. L. Bos, and M. J.J.M. van Kemenade. 2000. "Influence of the Physical Structure of Flax Fibres on the Mechanical Properties of Flax Fibre Reinforced Polypropylene Composites." *Applied Composite Materials* 7(5–6): 387–402.
- Rodríguez, Exequiel et al. 2005. "Characterization of Composites Based on Natural and Glass Fibers Obtained by Vacuum Infusion." *Journal of Composite Materials* 39(3): 265–82.
- Saheb, D Nabi, and J P Jog. 1999. "oDeec52E7C9B24B713000000.Pdf." *Journal of Advances in Polymer Technology* 18(4): 351–63. https://www.researchgate.net/profile/Jyoti_Jog/publication/227941520_Natural_fiber_polymer_composites_A_Review/links/odeec52e7c9b24b713000000.pdf.
- Shubhra, Quazi T.H. et al. 2010. "Characterization of Plant and Animal Based Natural Fibers Reinforced Polypropylene Composites and Their Comparative Study." *Fibers and Polymers* 11(5): 725–31.
- Shubhra, Quazi T.H., A. K.M.M. Alam, and M. A. Quaiyyum. 2013. "Mechanical Properties of Polypropylene Composites: A Review." *Journal of Thermoplastic Composite Materials* 26(3): 362–91.
- Singh, B., and M. Gupta. 2005. "Performance of Pultruded Jute Fibre Reinforced Phenolic Composites as Building Materials for Door Frame." *Journal of Polymers and the Environment* 13(2): 127–37.
- Todd, David B. 2000. "Improving Incorporation of Fillers in Plastics. A Special Report." *Advances in Polymer Technology* 19(1): 54–64.