

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR *HOTPRESS* TERHADAP KEKUATAN *BENDING* KOMPOSIT rHDPE/CANTULA

Kurniawan Indra P, Wijang Wisnu Raharjo*, Teguh Triyono
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir Sutami No 36-A, Ketingan, Surakarta 57126
*Email: m_asyain@yahoo.com

Abstrak

Pada pembuatan komposit termoplastik serat alam dengan tekan panas (*hot press*), temperatur *Hotpress* merupakan salah satu faktor yang menentukan kualitas komposit. Sehingga penelitian ini difokuskan untuk mempelajari pengaruh temperatur *Hotpress* pada sifat *Bending* komposit HDPE daur ulang (rHDPE) serat cantula. Komposit terbuat dari bahan rHDPE sebagai pengikat dan serat cantula sebagai penguat. Pembuatan komposit dilakukan dengan *hot press*. Parameter proses yang digunakan adalah tekanan pengepresan sebesar 50 MPa dengan waktu penahanan selama 25 menit. Sedangkan temperatur *Hotpress* divariasi pada suhu 150°C, 160°C, 170°C, dan 180°C. Patahan pengujian *Bending* diamati menggunakan foto SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Kekuatan *Bending* tertinggi dicapai pada komposit dengan temperatur *Hotpress* 150°C dengan nilai sebesar 35,07 MPa.

Kata kunci: komposit rHDPE/serat cantula, kekuatan *Bending*, temperatur *Hotpress*

1. PENDAHULUAN

Serat alam sebagai *filler* komposit polimer mulai banyak digunakan sebagai pengganti *filler* sintetis dalam kehidupan sehari-hari mengingat serat alam ini mempunyai banyak kelebihan dibanding serat buatan. Kelebihan-kelebihan utama menggunakan serat alam sebagai *filler* yaitu densitas rendah, tidak mudah patah, variasi banyak, hemat energi dan murah (Rowell, 1997).

Kekuatan material komposit serat alam sangat dipengaruhi oleh kekuatan ikatan antar muka dari serat alam dan matrik. Kekuatan ikatan antara serat dan matrik pada material komposit termoplastik tergantung dari beberapa faktor, seperti sifat morfologi matrik, kondisi permukaan serat, dan adanya tegangan sisa. Sebagian besar karakteristik tersebut ditentukan oleh kondisi proses pembuatan seperti; temperatur proses, waktu penahanan, tekanan pengepresan dan laju pendinginan (Ho et al., 2012).

Komposit dengan matrik termoplastik sekarang menjadi populer karena mempunyai keuntungan dalam pengolahannya. Saat ini banyak *filler* organik termasuk *fiberglass* yang dimasukan kedalam termoplastik. *Filler* organik dengan ketersediaan berlimpah, murah, dan terbaharukan dapat menarik perhatian. Dalam beberapa tahun terakhir *filler* organik berpenguat termoplastik seperti *polypropylene*, *polyethylene*, dan *polystyrene* yang meleleh pada suhu relatif rendah. Di antara *filler* organik, serat *selulosa* menawarkan sejumlah manfaat sebagai *reinforcements* untuk polimer sintetik karena memiliki kekuatan dan kekakuan tinggi (Schwartz, 1984). Pada penelitian ini akan mempelajari pengaruh temperatur *Hotpress* pada sifat *Bending* komposit HDPE daur ulang (rHDPE) serat cantula.

2. METODOLOGI

Serat alam yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat *cantula*. Serat *cantula* diperoleh dari proses ekstraksi secara mekanik daun tanaman *agave cantula roxb*. Serat *cantula* diperoleh dari Koperasi Rami Lestari yang terletak di Desa Sidomulyo, Kecamatan Pengasih, Kabupaten Kulonprogo, DIY, Jawa Tengah. Hasil uji *gravimetris* menunjukkan bahwa serat ini mempunyai kandungan: *selulosa* 64,21-65,50%, *lignin* 7,88-9,43%, *hemiselulosa* 3,37-8,41% dan air 13,57% (Raharjo, 2015). Pada pengikat serat digunakan bahan rHDPE yang memiliki kandungan: *melting point* 108,5°C-139,5°C, *heating rate* 10°C/min, *density* 1,014 kg/m³, *melt flow index* (MFI) 2,43 g/10 min at 180°C (Raharjo, 2015), dihancurkan menjadi serbuk dengan ukuran *mesh* 40 dan diproses atomisasi menjadi serat rHDPE.

Perlakuan awal serat dilakukan dengan memanaskan serat menggunakan oven dengan temperatur oven pada suhu 110°C selama 45 menit untuk menurunkan tegangan sisa pada saat proses ekstraksi serat secara mekanik (Ariawan, 2004).

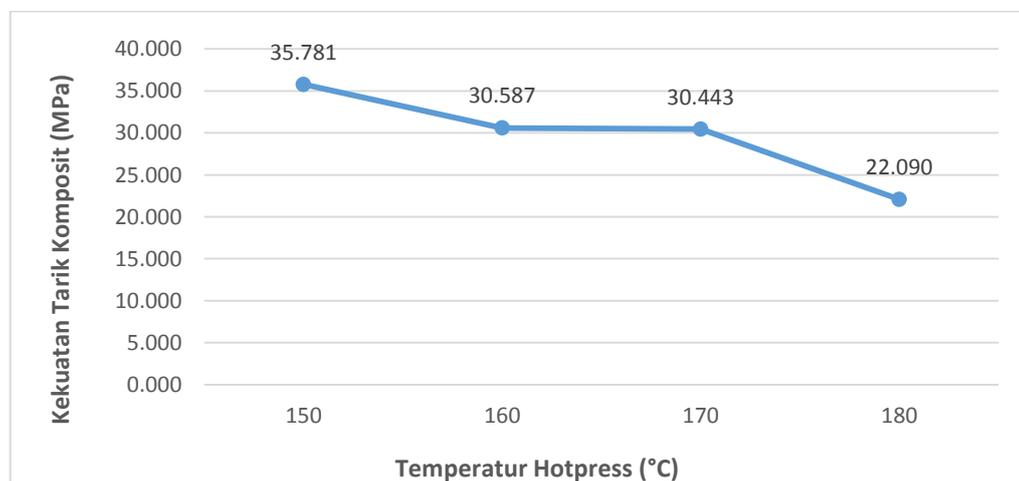
Pembuatan spesimen dimulai dengan pembuatan lembaran komposit rHDPE/*Cantula* menggunakan tekan panas (*hotpress*). Proses pertama, serat hasil ekstraksi mekanik dipanaskan menggunakan oven dengan temperatur 110°C selama 45 menit. Serat dipotong dengan ukuran 5 mm. Setelah itu pencampuran serat dengan rHDPE hasil dari proses atomisasi dicampur menggunakan *mixer*. Fraksi volum antara serat dengan matrik adalah 30% : 70%. Setelah proses pencampuran selesai dimasukkan ke dalam cetakan yang berbahan *aluminium*. Kemudian cetakan diletakkan didalam tekan panas (*hotpress*) dengan parameter proses meliputi tekanan pengepresan dijaga sekitar 50 Bar dan ditahan selama 25 menit. Temperatur *hotpress* divariasi pada suhu penekanan 150°C, 160°C, 170°C dan 180°C. Setelah temperatur cetakan sama dengan temperatur ruang sekitar 30°C cetakan dikeluarkan dari tekan panas (*hotpress*) dan diproses lebih lanjut menjadi spesimen uji *bending*. Spesimen uji *bending* diperoleh dengan memotong lembaran komposit sesuai dengan standard ASTM. Dimensi spesimen uji *bending* mengacu pada standard ASTM D790.

Pengujian *bending* dilakukan di laboratorium material jurusan Teknik Mesin, UNS. Pengujian menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) merk JTM. Pada pengujian *bending* digunakan tipe pengujian *tree point bending*. Morfologi permukaan patahan *bending* komposit rHDPE/*Cantula* diamati menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) Vega Tescan tipe LM3.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Variasi Temperatur *Hotpress* Terhadap Kekuatan *Bending* Komposit rHDPE/*Cantula*

Hubungan temperatur *hotpress* terhadap kekuatan *bending* komposit rHDPE/*Cantula* ditunjukkan pada gambar 1. Penurunan kekuatan *bending* seiring dengan pertambahan temperatur *hotpress* pada komposit. Kekuatan *bending* tertinggi terjadi pada komposit dengan temperatur *hotpress* 150°C sebesar 35,07 MPa, sedangkan kekuatan *bending* terendah sebesar 13,68 MPa didapat pada temperatur *hotpress* 180°C, nilai kekuatan *bending* menurun seiring dengan peningkatan temperatur *hotpress* yang diberikan dari temperatur 150°C hingga 180°C.



Gambar 1. Kekuatan *Bending* Komposit rHDPE/*Cantula*.

Kekuatan *bending* mengalami perubahan disebabkan karena peningkatan kekuatan dan kekakuan dapat dicapai dengan temperatur *hotpress*. Peningkatan temperatur *hotpress* pada batas tertentu dimana matrik masih mampu menyelimuti serat maka deformasi yang terjadi akan semakin berkurang, karena beban yang sebelumnya diterima oleh matrik akan diteruskan ke serat hal ini seperti yang dikatakan oleh (Faruk, 2012)

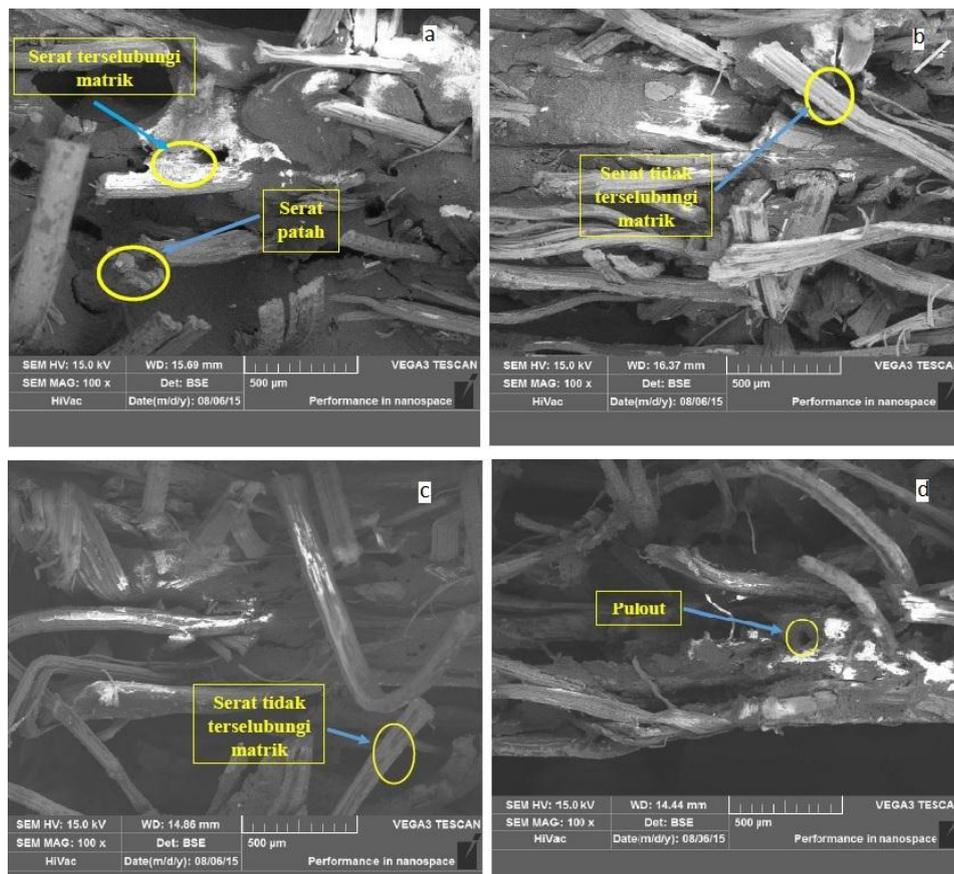
Fenomena ini terjadi pada variasi temperatur *hotpress* 150°C, ikatan antara matrik dengan serat kuat maka mekanisme penguat terjadi. Temperatur *hotpress* memberikan sifat mekanik yang

optimal terjadi pada distribusi beban dari matrik ke serat, orientasi serat, dan panjang serat seperti yang dikatakan oleh (Yousif, 2012).

Temperatur *Hotpress* 180°C yang mempunyai kekuatan *bending* 13,675 MPa ikatan antar matrik kurang baik, maka yang terjadi adalah serat hanya akan berperan sebagai pengotor dalam spesimen. Serat tidak akan memiliki ikatan yang kuat dengan matriknya. Serat tanpa adanya peran matrik untuk menyelimuti sehingga akan ada udara yang terjebak yang menimbulkan cacat atau rongga udara yang mengakibatkan beban atau tegangan yang terjadi pada spesimen tidak akan terdistribusi secara merata. Hal ini mengakibatkan jumlah rongga yang semakin meningkat menyebabkan kekuatan komposit akan semakin menurun seperti yang dikatakan oleh (Oza, 2011).

3.2 Pengamatan Patahan *Bending*

Foto SEM (*Scanning Electron Microscopy*) pada temperatur *Hotpress* 150°C pada gambar 2 (a) menunjukkan bahwa serat terselubungi matrik dengan cukup baik. Pada saat terjadi pembebanan, ikatan antarmuka antara serat dengan matrik tidak terlepas sehingga kekuatan komposit menjadi kuat. Serat yang patah terjadi akibat serat menahan beban sampai batas maksimalnya seperti yang dikatakan oleh (Raharjo, 2015). Gambar 2 (b) dan 2 (c) terlihat bahwa matrik tidak mengikat serat dengan baik. Hal ini ditandai dengan banyaknya serat yang mempunyai permukaan yang bersih dari matrik dan terjadi *pullout*. *Pullout* adalah terlepasnya serat dari matrik dan meninggalkan lubang pada matrik. *Pullout* memiliki diameter lubang yang hampir sama dengan diameter serat. gambar 2 (d) serat terlepas dari matriknya karena terjadi slip akibat matrik tidak mengikat serat dengan sempurna.



Gambar 2. Foto SEM Patahan *Bending* (a) Temperatur 150°C; (b) Temperatur 160°C; (c) Temperatur 170°C; (d) Temperatur 180°C

4. KESIMPULAN

Pengaruh bertambahnya temperatur *hotpress* menyebabkan ikatan antar muka antara matrik dan serat kurang baik, maka yang terjadi adalah serat hanya akan berperan sebagai pengotor dalam spesimen, akibatnya kekuatan *bending* menjadi menurun. Penurunan kekuatan *bending* dari temperatur *hotpress* 150°C hingga 180°C mengalami penurunan. Pengamatan foto SEM menunjukkan bahwa kekuatan ikatan antar muka antara matrik dan serat ditandai dengan tidak terselubungi dengan baik antara matik dan serat mengakibatkan terjadi *pullout* dan serat terlepas dari matrik. Peningkatan temperatur *hotpress* menyebabkan kemampuan matrik untuk mengikat serat akan menjadi tidak baik, sehingga ikatan antar muka antara matrik dan serat tidak kuat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh DIPA (Direktorat Penelitian Pengabdian kepada Masyarakat) UNS 2016 (041/SP2H/LT/DRPM/II/2016) dari Kementerian Riset Teknologi Dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D790. 2003. *Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials*. Annual book of ASTM Standards, Vol.08.01, American Society for Testing and Materials (ASTM), Philadelphia, USA.
- Ariawan, D. (2004). *Agave cantula*, 3(September), 26–30.
- Faruk, O., Bledzki, A. K., Fink, H. P., & Sain, M. (2012). Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000-2010. *Progress in Polymer Science*, 37(11), 1552–1596. <http://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2012.04.003>
- Ho, M., Wang, H., Lee, J., Ho, C., Lau, K., Leng, J., & Hui, D. (2012). Critical factors on manufacturing processes of natural fibre composites. *Composites Part B*, 8(8), 3549–3562. <http://doi.org/10.1016/j.compositesb.2011.10.001>
- Oza, S. (2011). Thermal and Mechanical Properties of Recycled High Density Polyethylene / hemp Fiber Composites. *International Journal of Applied Science and Technology*, 1(5), 31–36.
- Raharjo, Wijang.W., Sukanto, H., & Anwar, M. (2015). Effect of soaking time in Alkali solution on the Interfacial Shear Strength of Cantala Fiber / Recycled HDPE Composites, 827, 375–380. <http://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.827.375>
- Raharjo, Wijang.W., Himawanto, D. A., Fitriyani, R., & Purnama, K. I. (2015). Sifat Tarik dan Lentur Komposit rHDPE / Serat Cantula dengan Variasi Panjang Serat, (Snttm Xiv), 7–8.
- Yousif, B. F., Shalwan, A., Chin, C. W., & Ming, K. C. (2012). Flexural properties of treated and untreated kenaf/epoxy composites. *Materials and Design*, 40, 378–385. <http://doi.org/10.1016/j.matdes.2012.04.017>