

KARAKTERISASI SIFAT TARIK KOMPOSIT LAMINAT HIBRID KENAF-*E-GLASS*/POLYETHYLENE (PE)

Mohamad Yuzdhie Ghozali^{1,a}, Harini Sosiati^{1,b}, Cahyo Budiyanoro^{1,c}

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183

^ayuzdhie.mesin2@gmail.com, ^bhsosiati@ft.umy.ac.id, ^ccahyo_budi@umy.ac.id

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah membuat dan mengkarakterisasi komposit hibrid kenaf/*E-glass* dengan matriks LDPE. Serat hibrida (kenaf dan *E-glass*) sebagai *filler* komposit difabrikasi menggunakan matriks LDPE kemudian diuji tarik. Permukaan patahan hasil uji tarik dianalisis menggunakan SEM untuk mengetahui struktur mikro permukaan patahan. Perbandingan serat hibrida dengan matriks adalah 20/80 dan fraksi volume serat hibrida (kenaf/*E-glass*) yang digunakan adalah 50/50, 40/60, dan 30/70 dengan masing-masing panjang serat 10 mm. Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa pada fraksi serat 50/50 memiliki kekuatan tarik paling tinggi yaitu 11,72 MPa. Semakin bertambahnya fraksi serat *E-glass* dapat menyebabkan kekuatan mekanik komposit menurun. Hasil ini dapat dijelaskan dari hasil foto SEM yang menunjukkan bahwa ikatan serat kenaf dan matriks lebih baik dibandingkan dengan ikatan serat *E-glass* dan matriks.

Kata kunci: Serat hibrida (kenaf/*E-glass*), SEM, uji tarik, material komposit

1. Latar Belakang

Indonesia terus mengalami pertumbuhan di sektor industri transportasi dan otomotif yang cukup signifikan. Pada tahun 2003 jumlah total mobil penumpang yang diproduksi berjumlah 3.792.510 unit. Namun 10 tahun kemudian meningkat drastis sekitar 202% menjadi 11.484.514 unit (bappenas.go.id). Hal ini menjadikan industri otomotif sebagai industri yang dapat berperan penting untuk mendorong pertumbuhan industri nasional dan perekonomian Indonesia.

Para pelaku industri terus berupaya untuk menemukan terobosan-terobosan baru agar terus meningkatkan efisiensi dan kualitas produk yang dihasilkan. Perubahan bahan yang digunakan juga dapat dimanfaatkan kembali (*recycle*) agar tercipta revolusi hijau dalam dunia industri. Salah satu bukti konkret diantaranya adalah pada tahun 2015 Uni Eropa menerapkan regulasi yang tertuang dalam *European Union's Directive on end-life of vehicle/ELVs*, bahwa semua komponen mobil harus menggunakan material yang 95% dapat di daur ulang, dan atau 85% material yang digunakan haruslah dapat di-*recycle* (Peijs, 2003).

Salah satu upaya yang dilakukan adalah mengganti bahan dasar komponen yang akan dibuat. Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan tentang material, maka dipilihlah material yang memenuhi persyaratan tersebut, salah satunya yaitu material komposit yang ringan dan murah. Secara umum komposit merupakan gabungan dari matriks dan *filler*. Serat kenaf merupakan jenis serat alam yang dapat digunakan sebagai *filler* dalam pembuatan komposit. PT. Toyota Boshoku Indonesia (PT TBINA) telah memproduksi *fibre board* untuk interior mobil dengan serat

kenaf sebagai bahan baku (Miyagawa dan Trangano, 2015). Pemilihan serat kenaf sebagai bahan baku pembuatan interior mobil Toyota karena kualitasnya yang baik.

Tajeddin, *et al.*, (2009), telah meneliti tentang sifat mekanik komposit serat kenaf dengan matriks LDPE. Komposit dibuat dengan menggunakan metode *compression molding*. Serat kenaf yang digunakan adalah bagian tengah yang kemudian dihaluskan dengan ukuran 40 mesh (0,40 mm). Fraksi berat serat yang digunakan adalah 0%, 30%, 40%, dan 50%. Hasil uji tarik menunjukkan bahwa pada fraksi berat serat 30% memiliki kekuatan mekanik yang paling tinggi yaitu sebesar ± 9 MPa. Akan tetapi kekuatan mekanik komposit setelah diisi *filler* serat kenaf menurun dibandingkan dengan LDPE murni. Kemudian seiring dengan bertambahnya fraksi berat serat kenaf, maka semakin menurunkan kekuatan mekanik komposit.

Penelitian terdahulu tentang komposit serat alam (komposit polimer) antara lain mempelajari pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat mekanik (kuat tarik, kuat tekan dan ketangguhan) komposit kenaf/ polipropilen (Putra, 2013). Kenaf direndam pada larutan NaOH dengan variasi konsentrasi 4%, 5%, 6%, 7%, dan 8% selama 2 jam. Komposit difabrikasi menggunakan metode *hot press* pada suhu 180°C selama 15 menit. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perlakuan 6% NaOH menghasilkan kekuatan tarik dan bending komposit paling tinggi yaitu sebesar 15,5 MPa dan 15,9 MPa. Kemudian hasil pengujian *impact* komposit menurun pada serat tanpa perlakuan alkali yaitu sebesar 34,7 kJ/m².

Dari beberapa pengujian dan penelitian komposit yang dilaporkan, cenderung hanya

menggunakan serat alam. Pada umumnya serat alam memiliki sifat *hydrophilic* yang tidak kompatibel dengan matriks *thermoset/termoplast* yang memiliki sifat *hydrophobic*. Perbedaan sifat alami yang dimiliki serat alam dan matriks polymer menyebabkan ikatan permukaan antar serat dan matriks menjadi lemah dan dapat menurunkan sifat mekanis komposit (Akil, *et al.*, 2011). Serat gelas merupakan jenis serat sintetis. Penambahan serat gelas diharapkan dapat meningkatkan ikatan serat dengan matriks dan kekuatan mekanik komposit. Namun jika produksi dalam skala industri, serat sintetis akan mempengaruhi dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Oleh karena itu dibuat kombinasi serat alam dengan serat sintetis. Dengan melihat keunggulan sifat-sifat serat alam diharapkan dapat dibuat komposit hibrida dengan penguat serat alam/serat sintetis yang dapat meningkatkan sifat mekanik komposit.

Pada penelitian ini, komposit hibrida dengan menggunakan serat kenaf dan gelas (*E-glass*) sebagai penguat, serta *polyethylene* sebagai matriks difabrikasi dengan mesin *hot press* hasil rekayasa. Selanjutnya komposit hibrida dilakukan uji tarik dan permukaan patahan dari hasil uji tarik dikarakterisasi dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

2. Metode Penelitian

Persiapan bahan

Bahan yang digunakan adalah serat kenaf, serat *E-glass* dan plastik LDPE. Serat kenaf diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas), Malang, Jawa Timur. Serat *E-glass* diperoleh dari toko Ngasem Baru yang disuplai dari PT. Justus Kimia Raya Semarang. Serat kenaf terlebih dahulu dicuci dari kotoran menggunakan air. Serat yang telah dibersihkan dari kotoran kemudian direndam dalam larutan alkali NaOH 6% selama 4 jam. Perendaman dilakukan untuk menghilangkan bercak-bercak kotoran yang masih menempel pada serat. Setelah perendaman selesai, serat kemudian dicuci dengan air aquades untuk menetralkan serat dari larutan NaOH. Pencucian dilakukan dengan menggunakan air yang mengalir. Kemudian serat dikeringkan selama 24 jam. Serat kemudian dikeringkan kembali menggunakan *oven* dengan suhu 100°C selama 10 menit untuk mereduksi kandungan air dalam serat kenaf. Setelah itu serat dipotong menjadi ukuran 10 mm. Matriks LDPE yang digunakan kemudian dipotong menjadi ukuran 17 mm x 2 mm.

Pembuatan Komposit

Komposit dibuat dengan metode *hot compression molding* hasil rekayasa. Fraksi volume serat hibrida dengan matriks adalah 20/80. Kemudian fraksi volume serat hibrida (kenaf/*E-glass*) yang digunakan adalah 50/50, 40/60, dan 30/70.

Perhitungan fraksi volume serat bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan fraksi volume serat

Matriks LDPE 80%	Serat Hibrida 20%	
10,0096 g	Serat kenaf 50%	Serat <i>e-glass</i> 50%
	1,972 g	3,2912 g
	Serat kenaf 40%	Serat <i>e-glass</i> 60%
1,5776 g	3,949 g	
Serat kenaf 30%	Serat <i>e-glass</i> 70%	
1,1832 g	4,607 g	

Pada penelitian ini tipe serat yang digunakan adalah orientasi serat acak dan menggunakan serat pendek. Serat kenaf dan *E-glass* yang sudah dipotong kemudian dicampur secara manual dengan menggunakan tangan sampai rata. Komposit dibuat secara *laminat* dimana pembuatannya berbentuk lapisan-lapisan matriks dengan *filler* (serat). Setelah itu matriks dan serat dimasukkan ke dalam cetakan. Cetakan kemudian di *press* dengan tekanan 25 (\pm 2) kg/cm² dengan suhu 175°C.

Dimensi dan pengujian tarik komposit mengacu pada ASTM D638. Spesimen yang diuji tarik sebanyak 7 untuk setiap variasi fraksi volume serat. *Speed testing* diatur pada 5 mm/menit. Pengujian dilakukan di Laboratorium Material Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret, Surakarta. Mesin yang dipakai memiliki kapasitas *load* 2 kN.

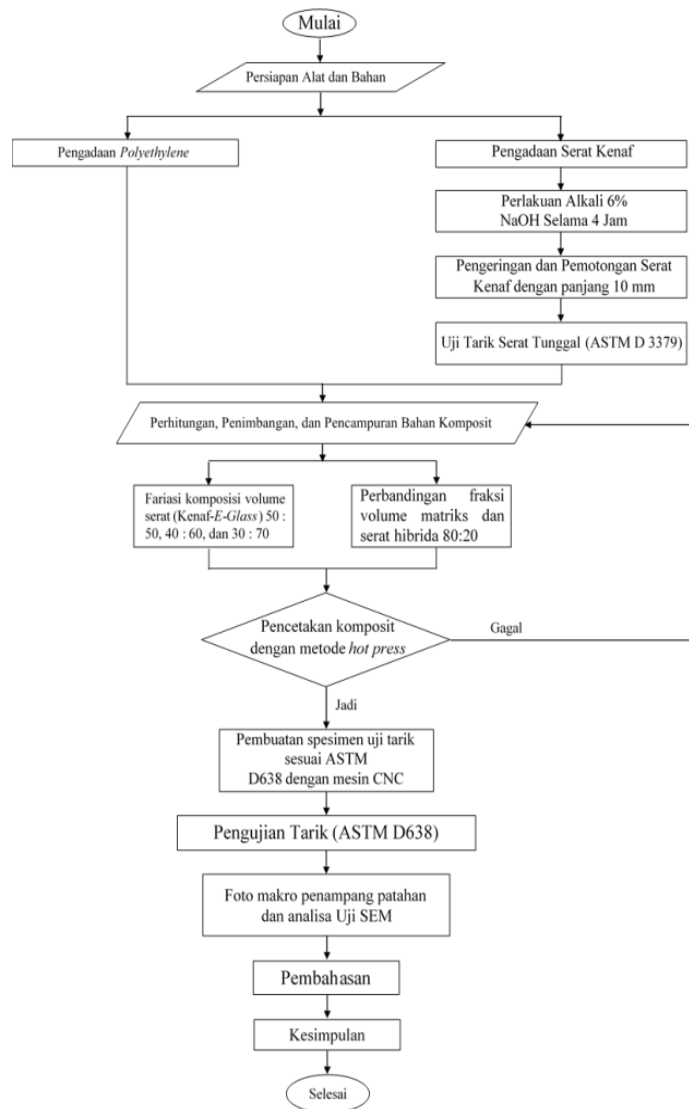


Gambar 1. Spesimen Uji Tarik Komposit

Scanning Electron Microscopy (SEM)

Setelah dilakukan uji tarik, hasil patahan komposit kemudian dianalisis menggunakan SEM. Tujuannya adalah untuk mengetahui karakteristik struktur mikro dari komposit dan mengetahui karakteristik dari patahan komposit.

Diagram Alir Penelitian



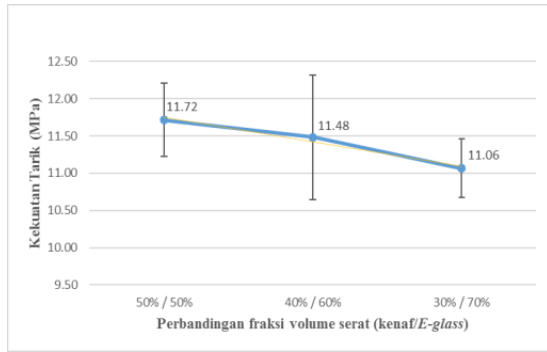
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

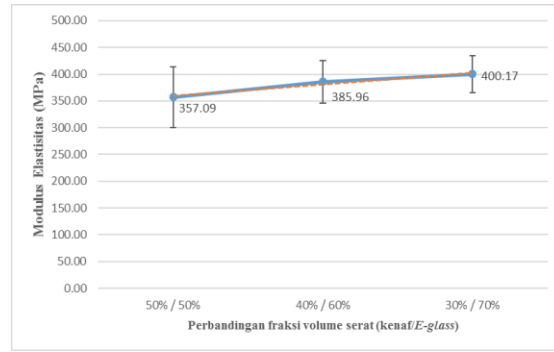
Hasil Pengujian Tarik Komposit

Dari hasil pengujian tarik menunjukkan kekuatan tarik komposit menurun seiring bertambahnya serat *E-glass*. Pada variasi fraksi volume serat kenaf/ *E-glass* (50% : 50%) memiliki kekuatan tarik sebesar 11,72 MPa. Pada variasi fraksi volume serat kenaf/ *E-glass*

(40% : 60%) terjadi penurunan sebesar 24 % dan pada kenaf/ *E-glass* (30% : 70%) juga mengalami penurunan sebesar 66 % dari kekuatan yang paling optimum. Kekuatan tarik tertinggi terdapat pada variasi fraksi volume serat kenaf/ *E-glass* (50% : 50%) yaitu sebesar 11,72 MPa. Hasil pengujian kuat tarik bisa dilihat pada Gambar 3



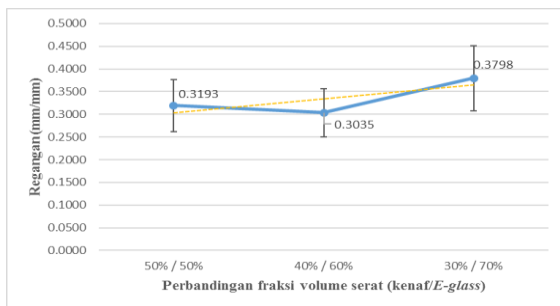
Gambar 3. Kuat Tarik Komposit



Gambar 5. Modulus elastisitas komposit

Hasil perhitungan regangan tarik (Gambar 4) menunjukkan nilai regangan pada fraksi volume serat kenaf/ *E-glass* (50% : 50%) sebesar 0.3193 mm/mm. Kemudian pada fraksi volume serat kenaf/ *E-glass* (40% : 60%) terjadi penurunan regangan sebesar 1,58 %. Selanjutnya pada fraksi volume serat kenaf/ *E-glass* (30% : 70%) terjadi kenaikan nilai regangan sebesar 6,05 %.

Hal ini menunjukkan bahwa nilai regangan untuk komposit hibrida kenaf/*E-glass* dengan matriks LDPE cenderung naik kecuali pada fraksi volume serat kenaf/ *E-glass* (40% : 60%) yang mengalami penurunan nilai regangan. Nilai regangan tertinggi didapat pada fraksi volume serat kenaf/ *E-glass* (30% : 70%) yaitu sebesar 0.37982 mm/mm. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi volume serat *E-glass* nilai regangan semakin tinggi.



Gambar 4. Regangan tarik komposit

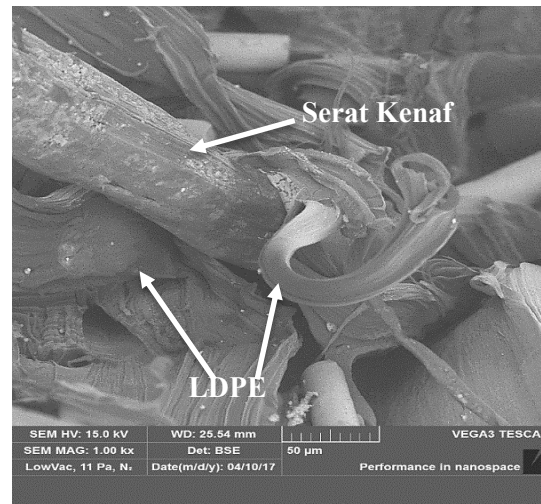
Grafik hasil pengujian tarik pada komposit hibrida kenaf/*E-glass* pada Gambar 5 menunjukkan bahwa modulus elastisitas pada fraksi volume serat kenaf/ *E-glass* (50% : 50%) sebesar 357,09 MPa, fraksi volume serat kenaf/ (30% : 70%) sebesar 400,17 GPa. Nilai modulus elastisitas tertinggi sebesar 400,17 MPa pada fraksi volume serat kenaf/ *E-glass* (30% : 70%).

Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar volume serat *E-glass* maka modulus elastisitas semakin tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan volume serat *E-glass* pada komposit hibrida kenaf/*E-glass* matriks LDPE menaikkan nilai modulus elastisitas komposit.

Hasil Analisa SEM

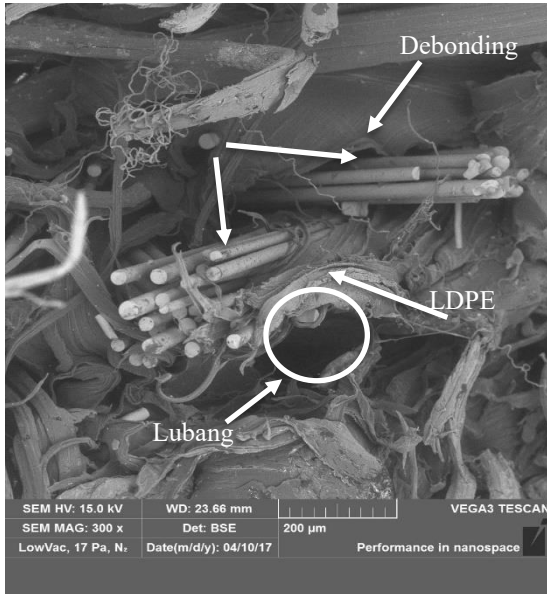
Setelah menganalisa hasil pengujian tarik, komposit kemudian dianalisis menggunakan SEM untuk mengetahui struktur mikro hasil patahan komposit. Analisis SEM bertujuan untuk melihat ikatan serat dengan matriks. Gambar 6 menunjukkan ikatan serat kenaf dengan LDPE.

Gambar 6 menunjukkan bahwa ikatan serat kenaf dengan LDPE baik. Terlihat bahwa ikatan antara kenaf dengan LDPE sangat baik, seluruh LDPE mampu mengikat serat kenaf. Hal ini menunjukkan bahwa serat kenaf mampu menahan beban selama pengujian.



Gambar 6.. Ikatan serat kenaf dengan LDPE

Serat *E-glass* menunjukkan ikatan yang tidak baik dengan LDPE (Gambar 7). Serat *E-glass* tidak menyatu dan terlepas dengan LDPE (*debonding*). Hal ini menyebabkan serat *E-glass* tidak mampu menahan beban dan menurunkan kekuatan mekanik komposit. Distribusi serat yang tidak merata juga mempengaruhi kekuatan mekanik komposit. Terlihat bahwa ada lubang-lubang yang tidak terisi oleh serat. Selain itu serat *E-glass* mengalami *debonding* yaitu terlepasnya serat dari matriks.



Gambar 7. Ikatan serat *E-glass* dengan LDPE

Dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin banyak serat *E-glass* maka kekuatan mekanik komposit semakin menurun. Hal ini berbeda dengan jurnal lain seperti yang dilakukan Kalaprasad, *et al.*, (2004) bahwa semakin banyak *E-glass* kekuatan mekanik komposit semakin naik. Akan tetapi pada penelitian ini menunjukkan sebaliknya. Hal ini dibuktikan pada analisa SEM (Gambar 6) yang menunjukkan bahwa ikatan serat *E-glass* dengan LDPE kurang baik dan menyebabkan kekuatan mekanik komposit menurun.

4. Kesimpulan

Hasil pengujian tarik komposit hibrid kenaf/*E-glass* LDPE menunjukkan bahwa semakin bertambahnya fraksi volume serat *E-glass* menyebabkan kekuatan komposit semakin menurun. Hasil ini dijelaskan dari hasil foto SEM yang menunjukkan bahwa ikatan serat kenaf dan matriks lebih baik dibandingkan dengan ikatan serat *E-glass* dan matriks. Selain itu distribusi serat kenaf dengan *E-glass* tidak merata yang mengakibatkan komposit tidak terisi *filler* secara penuh sehingga kekuatan komposit menurun.

Daftar Pustaka

Akil H.M., M.F. Omar, A.A.M Mazuki, S. Safiee, Z.A.M. Ishak, A.A. Bakar.2011. *Kenaf fibre Reinforced Composite : A Review* : Journal of Materials and Design Vol. 4107-4121. Science Direct

<http://bappenas.go.id/id/data-dan-informasi-utama/data-dan-statistik1/sarana-dan-prasarana/> [Diakses tanggal 1 Mei 2017 pukul 19.49 WIB]

Kalaprasad, G., *et al.*,2004. “Effect of fibre length and chemical modification on the tensile properties of intimately mixed short sisal/glass hybrid fibre reinforced low density polyethylene composite”, *Polym Int* 53:1624-1638 (2004)

Miyagawa dan Tranggono.2015.*Kebutuhan Serat Kenaf Sebagai Bahan Baku Industri PT TBINA*

Putra, Komang Trisna Adi (2013). *Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Sifat Mekanik Komposit Kenaf – Polypropilene*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta

Tajeddin, B., Rahman, R. A., & Abdulah, L. C. (2009). *Mechanical and Morphological Properties of Kenaf Cellulose / LDPE Biocomposites* Department of Food Engineering and Post Harvest Technology ., *American-Eurasian J. Agric & Environ. Science*, 5(6), 777–785.

T. Peijis, *Materials Today* 6(4), 30-35 (2003)