

Pengaruh Variasi Perlakuan Panas Serat Gelas Terhadap Sifat Mekanis dan Sifat Fisis Komposit Hibrid Kenaf/Gelas/PVC

Rully Henridyan^a, Harini Sosiati^a, Sudarisman^a

^aTeknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
 Jl. Brawijaya, Tamantirto, Bantul, Yogyakarta 55183
angga.adi.2014@ft.umy.ac.id

Abstrak

Komposit merupakan material yang banyak digunakan didunia industri. Interior mobil merupakan salah satu aplikasi dari bahan komposit pada bidang otomotif. Penggunaan serat alam pada komposit diharapkan mampu mengurangi efek negatif dari komposit yang menggunakan penguat serat *E-glass*, yaitu tidak *biodegradable*. Tujuan penelitian ini adalah membuat bahan komposit hibrida PVC berpenguat serat kenaf dan serat *E-glass* yang diberi variasi perlakuan panas untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas serat *E-glass* terhadap sifat fisis dan mekanis komposit. Serat kenaf diberi perlakuan menggunakan *sodium hydroxide (NaOH)* selama 4 jam sedangkan serat *E-glass* diberi perlakuan panas menggunakan *muffle furnace* dengan variasi suhu mulai dari 300°C, 400°C dan 500°C selama 20 menit. Perbandingan serat terhadap matriks adalah 20:80 (% berat), sedangkan komposisi serat kenaf dan *E-glass* dalam % berat yaitu (50:50). Standar pengujian bending menggunakan ASTM D790 dan daya serap air spesimen menggunakan ASTM D570. Karakterisasi struktur patahan uji bending dilakukan dengan *scanning electron microscopy (SEM)* dan mikroskop optik. Hasil pengujian bending sesuai ASTM D790 menunjukkan bahwa komposit hibrida PVC/Kenaf dan serat *E-glass* dengan perlakuan panas pada suhu 400°C memiliki nilai kuat bending tertinggi sebesar 87,948 MPa dan modulus elastisitas 1,98 GPa..

Kata Kunci: serat kenaf, *furnace*, serat *E-glass*, *Poly Vinyl Chloride*, komposit hibrida, sifat mekanis, SEM

1. PENDAHULUAN

Komposit sudah digunakan dalam banyak industri, seperti otomotif, penerbangan, dan konstruksi sejak beberapa dekade yang lalu. Komposit dipilih karena waktu pembuatannya lebih pendek dan biayanya lebih murah dibandingkan fabrikasi baja pada umumnya. Dewasa ini telah dikembangkan material komposit berpenguat serat alam untuk aplikasi industri otomotif pada mobil, contohnya *seat back*, *roof inner panel door*, *inner panel*, dll (Mallick, 2007).

Penggunaan penguat serat *E-glass* pada matriks PVC sudah digunakan pada industri karoseri bus New Armada yang sudah menghasilkan *dashboard* bus sesuai dengan standar industri. Perlakuan panas terhadap *E-glass* dengan lapisan *sealant* selama 5 jam dilakukan oleh Dorzhiev dkk (2015) dengan suhu pemanasan antara 100°-700° selama 5 jam didapatkan hasil pengujian tarik pada suhu diatas 350° kekuatan mekanis tidak jauh berbeda dengan *E-glass* murni, namun pada suhu diatas 500° kekuatan mekanisnya menurun dikarenakan serat menjadi rapuh.

Serat alam memiliki sifat mekanis yang tinggi dan mampu bersaing dengan serat *glass*. Alasan utama penggunaan serat alam sebagai pengisi pada biokomposit yang diaplikasikan pada industri otomotif adalah karena sifatnya yang ringan sehingga akan membuat bahan bakar menjadi lebih hemat dan mampu didaur ulang jika komponen tersebut dibuat dengan matriks termoplastik, sehingga mengurangi bahan yang terbuang ke lingkungan sekitar (Huda dkk, 2008).

Pada bidang otomotif material yang ringan dan kuat diperlukan agar terciptanya mobil yang irit bahan bakar dan memiliki performa yang baik. Komposit hibrida bertujuan untuk menciptakan material yang kuat, ringan dan *semi biodegradable*. Salah satu perusahaan otomotif asal Jerman yakni Mercedes-Benz telah mengembangkan dan mengaplikasikan komposit berpenguat serat alam pada salah satu produknya yakni *Mercedes-Benz E Class* (Holbery & Houston, 2006).

Faktor selanjutnya adalah naiknya pertumbuhan bidang pertanian yang disebabkan oleh naiknya konsumsi serat alam untuk pengisi komposit. Para pembuat komposit juga mendapatkan keuntungan karena berkurangnya kontak dengan bahan sintesis yang cenderung membahayakan tubuh manusia. Secara teknis fabrikasi, juga akan mengurangi energi yang digunakan dalam pembuatan komposit dan proteksi terhadap pakaian yang lebih aman serta alat kerja yang lebih awet (Huda dkk, 2008).

Kenaf (*Hibiscus Cannabinus L.*) di Indonesia sendiri telah banyak di budidayakan dan berkembang pesat. Tanaman kenaf dapat tumbuh 4 sampai 5 meter tidak kurang dari 6 bulan sehingga ketersediaanya sangat melimpah (Santoso,2015). Serat kenaf telah dikembangkan oleh PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia dalam bentuk komposit *fiber board* dengan orientasi serat acak bermarkis *polypropylene* sebagai material alternatif pada komponen interior kendaraan. Namun bila dibandingkan dengan komposit berpenguat serat sintesis, komposit *fiber board* yang telah dibuat memiliki kekurangan dari sifat mekanisnya yang cenderung masih lebih rendah.

Thwe & Liao, (2001) meneliti kekuatan komposit hibrida *Polypropylene* (PP)/serat bambu/*E-glass*. Serat *E-glass* juga divariasi dengan panjang 3mm dan 6mm dan dipanaskan dengan suhu 105°C selama 24 jam. Penelitian tentang serat kenaf/*glass* pernah dilakukan oleh Maleque dkk (2012) dengan matriks *unsaturated polyester* dengan perbandingan matriks dan pengisi 70%/30%. Ramesh dkk (2015) pernah meneliti tentang penggunaan serta kenaf dan serat *glass* dengan matriks *epoxy-resin*. Akil dkk (2013) telah melakukan penelitian tentang sifat bending pada komposit serat kenaf/*E-glass* dengan matriks *unsaturated polyester*. Komposisi serat dan matriks yaitu 40/60 % berat. Penelitian komposit serat kenaf dan serat *E-glass* sudah pernah dilakukan, namun untuk penelitian komposit serat kenaf dan serat *E-glass* dengan matriks PVC belum dilaporkan. Berdasarkan beberapa penelitian tersebut maka perlu dilakukan penelitian mengenai komposit serat kenaf dan serat *E-glass* dengan matriks PVC.

2. METODE

2.1 Preparasi Bahan

Serat kenaf yang digunakan dalam penelitian ini dipersiapkan dengan mencuci serat menggunakan aquades yang mengalir lalu dikeringkan dalam temperatur ruangan. Serat kenaf dialkalisasi menggunakan larutan NaOH 6% pada temperatur ruangan selama 4 jam. Serat kenaf alkalisasi yang sudah dikeringkan dipotong 10 mm. Matriks PVC lembaran disesuaikan dengan ukuran cetakan. Serat *E-glass* diberi perlakuan pemanasan menggunakan *muffle furnace* dengan variasi suhu mulai dari 300°C, 400°C dan 500°C selama 20 menit. Perbandingan serat terhadap matriks adalah 20:80 (% berat), sedangkan komposisi serat kenaf dan *E-glass* dalam % berat yaitu (50:50).

2.2 Pembuatan Komposit

Komposit dibuat dari serat kenaf, serat *E-glass* dan PVC yang sudah dihitung dan ditimbang. Difabrikasi menggunakan alat *hot compression molding* dengan tekanan 130 kg/cm² selama 10 menit dengan temperatur 160 °C. Ada empat variasi komposit yang dibuat, yaitu PVC/Kenaf/*E-glass* dengan variasi perlakuan panas serat *E-glass* mulai dari 300°C, 400°C,500°C dan serat *E-glass* tanpa perlakuan panas. Volume mengikuti cetakan spesimen yang kemudian dipotong sesuai standar ASTM D790 untuk uji bending dan ASTM D570 untuk uji daya serap air dan *thickness swelling*.

2.3 Uji Mekanis dan Karakterisasi

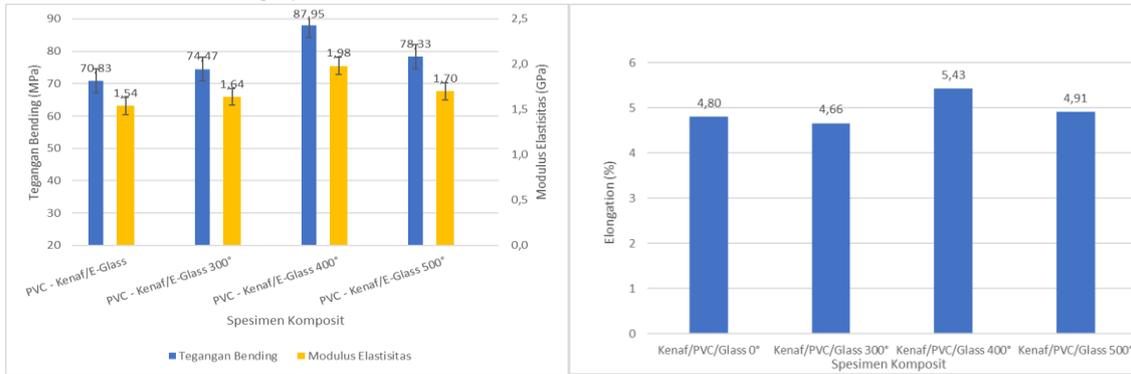
Pengujian mekanis dilakukan pada semua spesimen yang telah difabrikasi. Pengujian bending dilakukan dengan mengacu pada standar ASTM D790 menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) di Universitas Sebelas Maret (UNS) dengan *load cell* 100kg, panjang span 64 mm dan *rate speed* pengujian 2,1 mm/min. Lima sampel untuk setiap spesimen telah diuji, dan rata-rata tegangan bending, modulus elastisitas (*E_b*) dan *elongation* (*ε_b*) telah diperoleh dari kurva tegangan-defleksi. Data ditampilkan dalam bentuk rata-rata. Sedangkan pengujian daya serap air dan *thickness swelling* dilakukan dengan mengacu pada standar ASTM D570

dengan direndam air ph 7 selama 24 jam, dan setiap 6 jam sampel dihitung kenaikan berat dan tebalnya. Data ditampilkan dalam bentuk rata-rata.

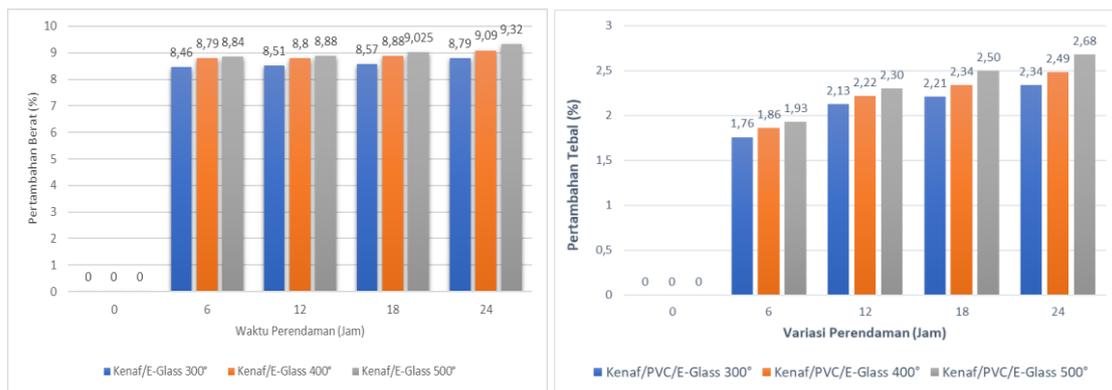
Morfologi permukaan patahan hasil uji bending diamati menggunakan mikroskop optik portable dan scanning electron microscope (Hitachi SU3500) pada tegangan 10 kV. Area pengamatan dilakukan pada area perbesaran 100x dan 200x.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Pengujuan Mekanis



Gambar 3.1. Grafik kekuatan, modulus elastisitas dan regangan bending

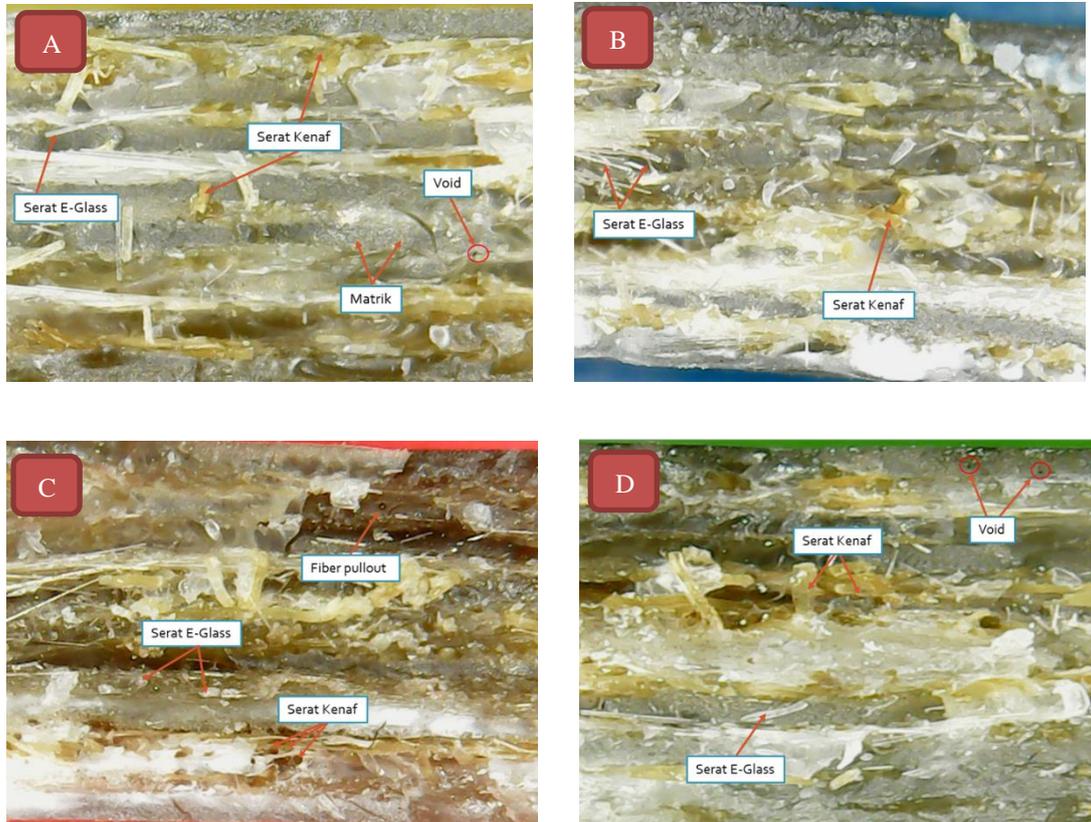


Gambar 3.2. Grafik pengujian daya serap air dan thickness swelling

Dari Gambar 3.1. dan Gambar 3.2. terlihat bahwa hasil pengujian bending, tegangan dan modulus elastisitas tertinggi adalah variasi PVC/Kenaf/*E-glass* dengan variasi [emanas glass 400° sebesar 87,95 MPa dan 1,98 GPa. Begitu pula dengan regangan tertinggi juga diperoleh dari variasi PVC/Kenaf/*E-glass* 400° sebesar 5,43 %. Dilihat dari hasil pengujian daya serap air, variasi komposisi PVC/kenaf/*E-glass* dengan variasi perlakuan panas 500° menyerap air lebih banyak dengan kenaikan maksimal pada jam ke 24 sebesar 9,32 %. Pengujian *thickness swelling* memberikan hasil yang cenderung sama, dimana komposit PVC/kenaf/*E-glass* 500°, menyerap air lebih banyak sehingga mengalami perubahan tebal maksimal sebesar 2,68 % pada jam ke 24. Hal ini dikarenakan serat *E-glass* pada variasi suhu 500° serat menjadi rapuh dan menyebabkan banyak rongga yang berakibat pada masuknya air kedalam spesimen. Serat alam termasuk serat kenaf, memiliki sifat *hydrophilic* yang dimana serat mampu menyerap dan menyimpan air sehingga komposisi serat kenaf yang lebih mendominasi akan membuat komposit mampu menyerap air lebih banyak. Komposit dengan variasi PVC /kenaf/*E-glass* variasi suhu 300° memiliki kenaikan berat dan tebal maksimal pada 24 jam sebesar 8,46 % dan 1,76 %, merupakan kenaikan paling sedikit sehingga mampu menahan air lebih baik daripada variasi lainnya.

3.2 Analisis Uji Optik dan SEM

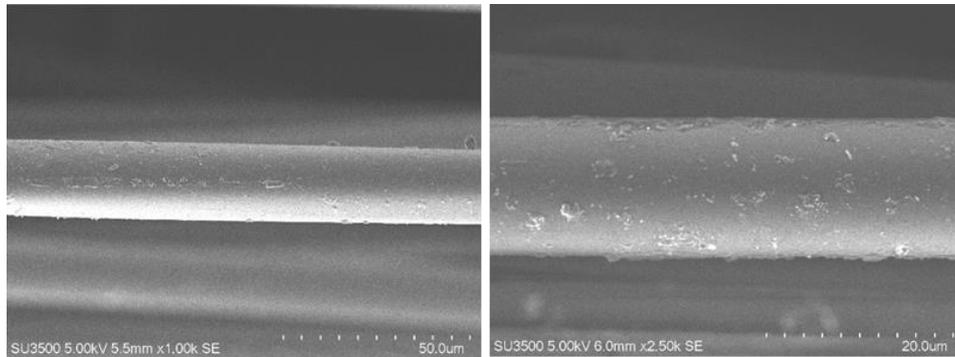
3.2.1 Uji Optik



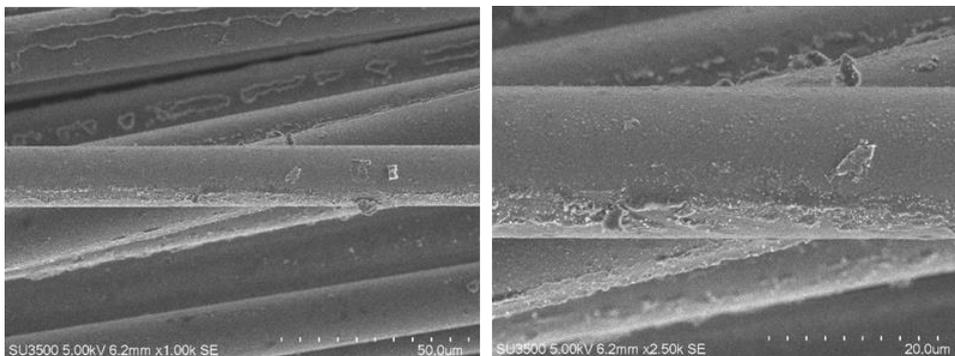
Gambar 3.3. (A) Variasi PVC/Kenaf/E-glass non treatment (B) Variasi PVC/Kenaf/E-glass 300° (C) Variasi PVC/Kenaf/E-glass 400° (D) Variasi PVC/Kenaf/E-glass 500°

Dari **Gambar 3.3** dapat dilihat hasil foto uji optik semua variasi komposit diatas, ikatan antara permukaan serat sebagai *filler*/pengisi dengan matriks dapat saling mengikat, sehingga debonding pada komposit tidak terlihat. Void pada spesimen disebabkan oleh persebaran serat kenaf dan serat *E-glass* yang masih kurang merata, hal ini dikarenakan penyusunan dan pencampuran serat dilakukan secara manual. Udara masuk menjadi penyebab void yang akan menurunkan kekuatan mekanis dan membuat daya serap air menjadi tinggi karena air masuk ke dalam celah void tersebut. Pada gambar 4.5 beberapa bagian tertentu matrik PVC belum melebur dengan sempurna dikarenakan saat proses pencetakan *heater* pada mesin *hot press* tidak dapat menahan suhu dengan baik.

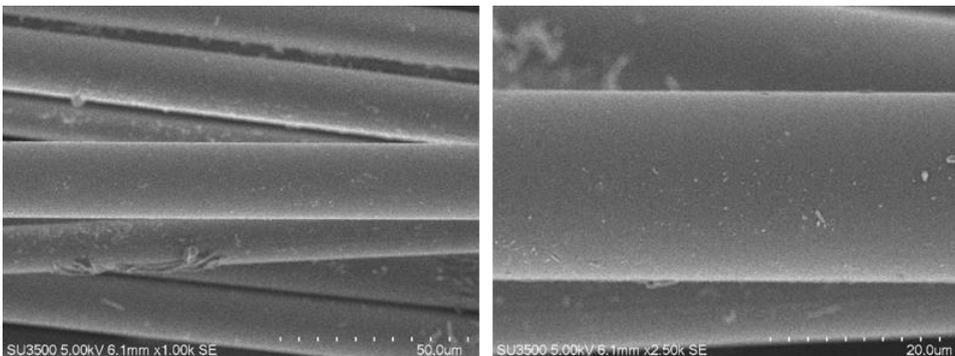
3.2.2 Karakterisasi SEM



Gambar 3.4. Serat tunggal *E-glass* variasi suhu 300°

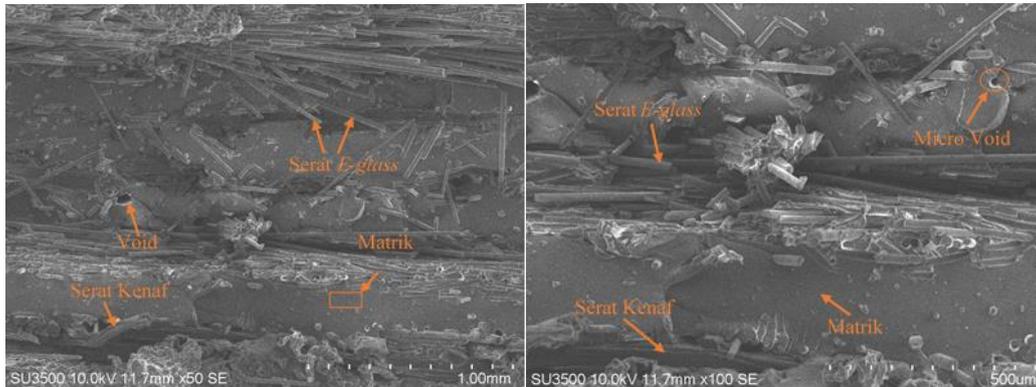


Gambar 3.5. Serat tunggal *E-glass* variasi suhu 400°



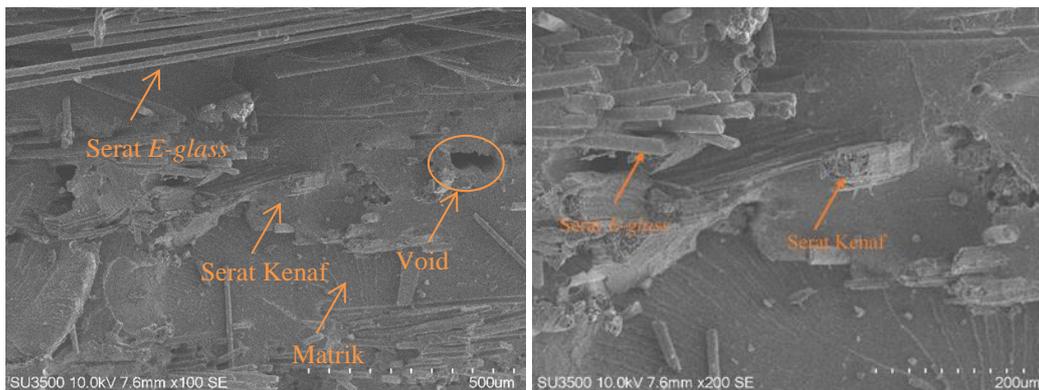
Gambar 3.6. Serat tunggal *E-glass* variasi suhu 500°

Pada **gambar 3.4.** variasi gelas suhu 300° dapat dilihat serat mengalami pemanasan sehingga permukaan serat terlihat seperti akan mengelupas. Pada variasi suhu gelas 400° (**Gambar 3.5.**) permukaan serat terlihat sudah mengelupas namun belum terkelupas dengan sempurna. Masih ada permukaan yang menempel dan terlepas pada serat tersebut. Sedangkan, pada variasi suhu 500° permukaan serat terlihat lebih bersih dari pada variasi sebelumnya. Hal ini menunjukkan permukaan serat sudah mengelupas. Secara kasat mata serat glass dengan variasi suhu 500° terlihat lebih mengkilap dan bersih.



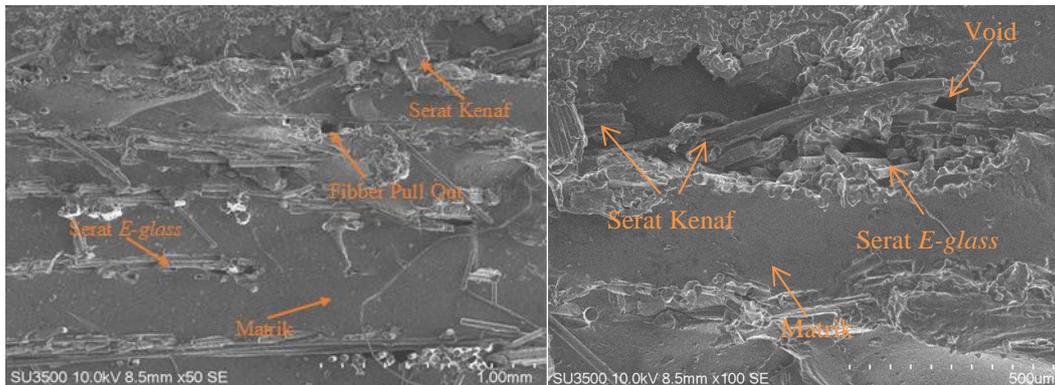
Gambar 3.7. Struktur patahan komposit PVC/Kenaf/E-glass 300°

Pada **gambar 3.7.** dapat dilihat pada spesimen komposit dengan variasi glass dengan suhu 300°, serat *E-glass* terlihat mengumpul pada bagian tertentu. Dengan berbanding filler 10/10 serat kenaf hanya terlihat beberapa saja. Hal ini dikarenakan serat *E-glass* yang mengumpul dan faktor penyusunan komposit yang kurang merata. Pada spesimen ini ikatan antara matriks dengan *filler* terlihat baik. Tidak terlihat debonding pada serat *E-glass* yang telah divariasikan dengan pemanasan suhu 300°. Pada bagian tertentu terlihat *void* dan mikro *void*, hal ini disebabkan oleh rongga yang terbentuk karena penataan serat yang masih manual. Hal tersebut tidak banyak mempengaruhi kekuatan dari komposit tersebut.



Gambar 3.8. Struktur patahan komposit PVC/Kenaf/E-glass 400°

Hasil karakterisasi variasi komposit PVC/kenaf/*E-glass* 80/10/10 yang ditunjukkan oleh **gambar 3.8.** memperlihatkan kualitas ikatan serat *E-glass* variasi 400° dan serat kenaf yang mampu terikat dengan baik dengan matriks PVC karena tidak terlihat adanya debonding ataupun *fiber pull out* sehingga mampu menaikkan kekuatan mekanis komposit tersebut. Persebaran serat sudah homogen walaupun masih ada dalam beberapa titik serat *E-glass* masih mengumpul. *Micro void* yang terlihat menunjukkan bahwa pada proses fabrikasi udara masuk dan terjebak di dalam komposit, yang menyebabkan menurunnya kekuatan mekanis dan air lebih banyak masuk saat pengujian daya serap air.



Gambar 3.9. Struktur patahan komposit PVC/Kenaf/E-glass 500°

Pada **gambar 3.9.** dapat dilihat spesimen komposit PVC/Kenaf/E-glass 500° terlihat adanya *fibber pullout* sehingga terbentuk rongga yang dapat terisi oleh air saat pengujian data serap air. Secara keseluruhan serat dengan matrik telah terikat dengan baik. Serat e glass dan serat kenaf terlihat belum merata karena perbandingan matriks dan *filler* adalah 10/10. Selain itu, penataan serat yang dilakukan secara manual juga berpengaruh terhadap persebaran serat.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil pengujian bending menunjukkan bahwa komposit hibrida PVC/Kenaf dan serat *E-glass* yang diberikan perlakuan panas dapat meningkatkan nilai bending dan modulus elastisitas sepsimen dengan perbandingan serat kenaf dan *E-glass* 1:1. Namun pada perlakuan panas dengan suhu diatas 400°C sesuai hasil penelitian dapat menurunkan sifat mekanis dari komposit tersebut.
2. Hasil pengujian bending menunjukkan bahwa komposit hibrida PVC/Kenaf dan serat *E-glass* dengan perlakuan panas pada suhu 400°C memiliki nilai bending tertinggi sebesar 87,948 MPa dan nilai terendah pada variasi perlakuan *E-glass* pada suhu 300°C dengan nilai 74,468 MPa.
3. Semakin tinggi perlakuan panas yang diberikan pada serat *E-glass* maka daya serap air akan semakin tinggi karena serat *E-glass* akan menjadi hancur dan memberikan ruang untuk masuknya air kedalam material komposit.
4. Hasil karakterisasi komposit dengan menggunakan SEM dapat disimpulkan bahwa perlakuan panas terhadap serat *E-glass* dapat memperbaiki ikatan serat *E-glass* dengan matrik (PVC).

REFERENSI

Akil, H. M., De Rosa, M. I., Santulli, C., Sarasini, F. (2010). *Flexural Behaviour of Pultruded Jute/Glass and Kenaf/Glass Hybrid Composites Monitored using Acoustic Emission*. Materials Science and Engineering A 527 (2942-2950).

ASTM Standard. D570. *Standard Test Method for Water Arbsorption of Plastic*. United States. ASTM International.

ASTM Standard. D790. *Standard Test Method for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics Insulating Materials*. United States. ASTM International.

- Dorzhiiev, D.B.; Khazanov, V.E.; Gorbachev, V.V(1990). *Some features of the structure and strength of a magnesium aluminosilicate fiber*. Sov. J. Glass Phys. Chem., 15, 99–102.
- Ghassemieh, E. (2011). *Material in Automotive Application, State of the Art and Prospect*. New Trends and Developments in Automotive Industry. InTech Europe.
- Huda, M. S., Drzal, L. T., Ray, D., Mohanty, A. K., & Mishra, M. (2008). *Natural Fiber Composites in the Automotive Sector*. Woodhead Publishing Series in Composites Science and Engineering Vol 7 pp 221-268.
- M Thwe, K Liao (2001). *Effect Of Environmental Aging On Mechanical Propertis Of Bamboofiber Reinforced Polymer Matrik Hybrd Composite*. Elseiver. Composites Part A 33 (2002). Nanyang Singapore.
- Maleque, M. A., Atiqah, A., Iqbal, M. (2012). *Flexural and Impact Properties of Kenaf-Glass Hybrid Composite*. Advanced Materials Research Vol. 576 pp 471-474.
- Ramesh, M., Nijanthan, S., Palanikumar, K. (2015). *Processing and Mechanical Property Evaluation of Kenaf-Glass Fiber Reinforced Polymer Composites*. Applied Mechanics and Material Vol. 766-767 pp 187-192.
- Santoso, B., Jamil, A. H., Machfud, M. (2015). *Manfaat Kenaf (Hibiscus cannabinus L.) dalam Penyerapan Karbondioksida (CO2)*. Perspektif, Vol. 14 pp 125-133.