

Perubahan Sifat Mekanis dan Fisis Komposit Hibrid Kenaf/E-Glass/Polivinil Klorida (PVC) akibat Variasi Perbandingan Fraksi Volume Serat Kenaf dan E-Glass

Angga Adi Pratama^a, Harini Sosiati^a, Sudarisman^a

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

Abstrak

Interior mobil merupakan salah satu aplikasi penggunaan komposit *E-glass*/Polivinil Klorida (PVC) di bidang otomotif. Namun, komposit *E-glass*/PVC mempunyai efek negatif, yaitu *nonbiodegradable*. Oleh karena itu, penelitian ini dibuat material komposit hibrida dengan memadukan serat *E-glass* dan serat kenaf sebagai bahan penguat komposit. Dalam hal ini serat kenaf memiliki beberapa sifat unggul diantaranya dapat diperbaharui, ringan, murah, ramah lingkungan, tidak beracun, *non-abrasif*, sifat mekanis tinggi, dan ketersediaannya berlimpah di Indonesia. Serat kenaf dialkalisasi menggunakan larutan NaOH 6% selama 4 jam. Serat *E-glass* diberi perlakuan panas pada suhu 400°C selama 20 menit. Pada penelitian ini dibuat variasi matriks/*filler* yaitu 80/20. Variasi perbandingan serat kenaf/*E-glass* adalah 20/0, 15/5, 10/10, 5/15, 0/20 % berat. Komposit diuji bending menurut standar ASTM D790 dan uji daya serap air serta *thickness swelling* dengan standar ASTM D570. Perubahan nilai sifat mekanik dikarakterisasi dari struktur patahan menggunakan *scanning electron microscope* (SEM) dan mikroskop optik. Komposit dengan variasi kenaf/*E-glass* 5/15 memiliki hasil kekuatan bending dan modulus elastisitas tertinggi sebesar 100,1 MPa dan 2,67 GPa. Variasi kenaf/*E-glass* 10/10 memiliki hasil regangan bending tertinggi sebesar 5,43 %. Pengujian daya serap air dan *thickness swelling* variasi kenaf/*E-glass* 5/15 mendapatkan hasil terendah dengan perubahan berat dan tebal sebesar 4,84 % dan 2,64 %.

Kata kunci: serat kenaf, serat *E-glass*, *Polyvinyl Chloride*, komposit hibrida, sifat mekanis, uji bending, 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. Keuntungan komposit adalah lebih ringan, penggabungan komponen yang presisi, desain fleksibel, dan tahan karat (Ghassemieh, 2011).

Penggunaan penguat serat *E-glass* pada matriks *polyvinyl chloride* (PVC) sudah digunakan dalam industri karoseri bus New Armada yang sudah menghasilkan *dashboard* bus sesuai dengan standar industri. Serat *E-glass* akan bertambah kekuatannya apabila dilakukan pemanasan antar 100-400 °C, dan kemudian diatas temperatur tersebut kekuatan mekanisnya akan turun kembali (Jenkins dkk, 2015) Kelemahan serat *E-glass* adalah berbahaya bagi kesehatan lingkungan dan memiliki dampak negatif ke tubuh manusia. Untuk mengurangi dampak tersebut ditambahkan serat kenaf sebagai serat alam yang bertujuan menutup kelemahan sifat serat *E-glass* dengan membuat material menjadi *semi biodegradable*. Komposit hibrida diperlukan untuk menyeimbangkan kelemahan dan kelebihan dari serat kenaf dan serat *E-glass*, sehingga akan mendapatkan sifat mekanis dan fisis yang baik.

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).

Faktor lain yang menjadi latar belakang adalah harga yang kompetitif, industri otomotif Jerman (VW/Audi, BMW, dan Daimler Chrysler) sudah membuat komposit dengan serat *flax* dan *hemp* yang berhasil menjadi alternatif pengganti serat sintetis dalam pembuatan panel pintu, *dashboard*, dll dengan harga yang lebih kompetitif dari serat sintetis (Knothe, 2000 dalam Huda dkk, 2008). 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 sintetis 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).

Serat kenaf telah lama diketahui dan digunakan sebagai bahan baku berbagai produk bernilai ekonomi tinggi dan pengganti serat sintetis yang *biodegradable*. Penggunaan serat kenaf menjadikan produk ramah lingkungan dan aman bagi kesehatan manusia. Produk berbahan baku kenaf secara tidak langsung juga mengurangi emisi gas rumah kaca melalui beberapa mekanisme (Santoso dkk, 2016).

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* pada suhu 400 °C selama 20 menit. Perhitungan serat menggunakan fraksi volume serat 20% dan matriks 80%. Variasi penambahan serat kenaf/*E-glass* adalah 20/0, 15/5, 10/10, 5/15, 0/20 % berat.

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 lima variasi komposit yang dibuat, yaitu PVC/Kenaf/*E-glass* 80/20/0, 80/15/5, 80/10/10, 80/5/15, 80/0/20 % berat. 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*.

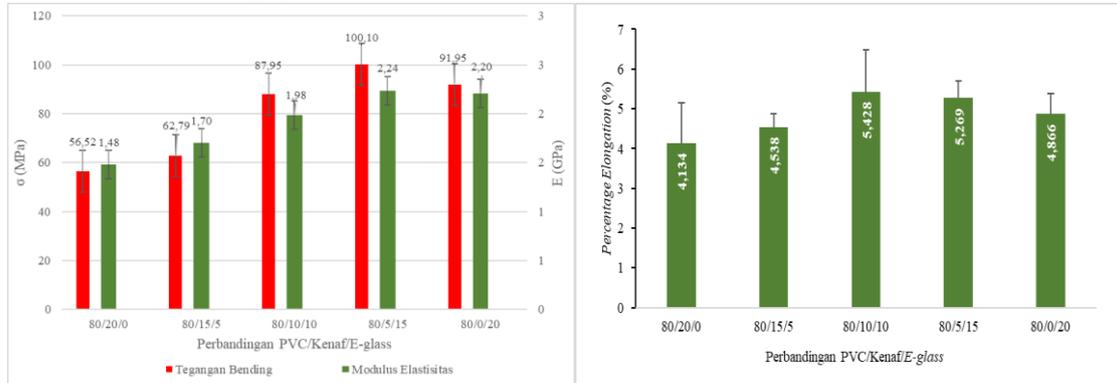
2.3 Uji Mekanis dan Karakterisasi

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.

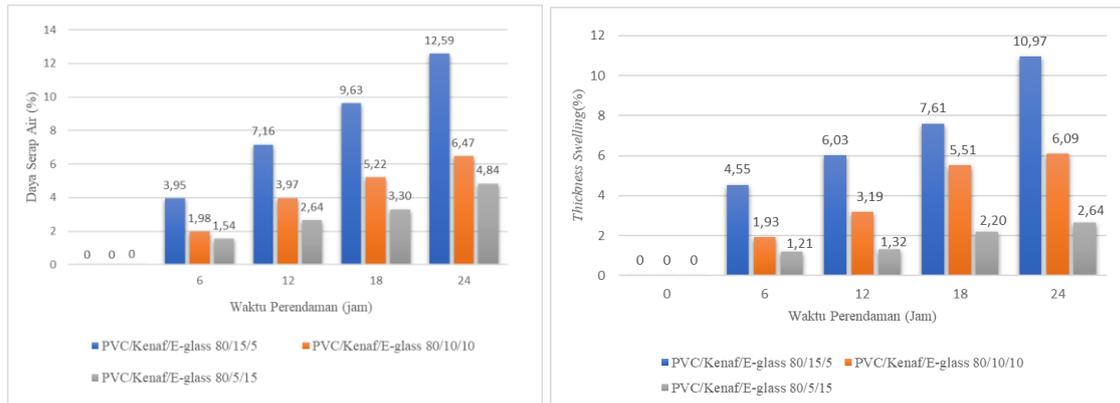
Morfologi permukaan patahan hasil uji bending diamati menggunakan mikroskop optik portable dan scanning electron microscope (Hitachi SU3500) pada tegangan 10 kV. Area pengamatan dilakukan pada area perbesaran 100x dan 200x.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Penguujian Mekanis



Gambar 3.1. Grafik kekuatan, modulus elastisitas dan regangan bending

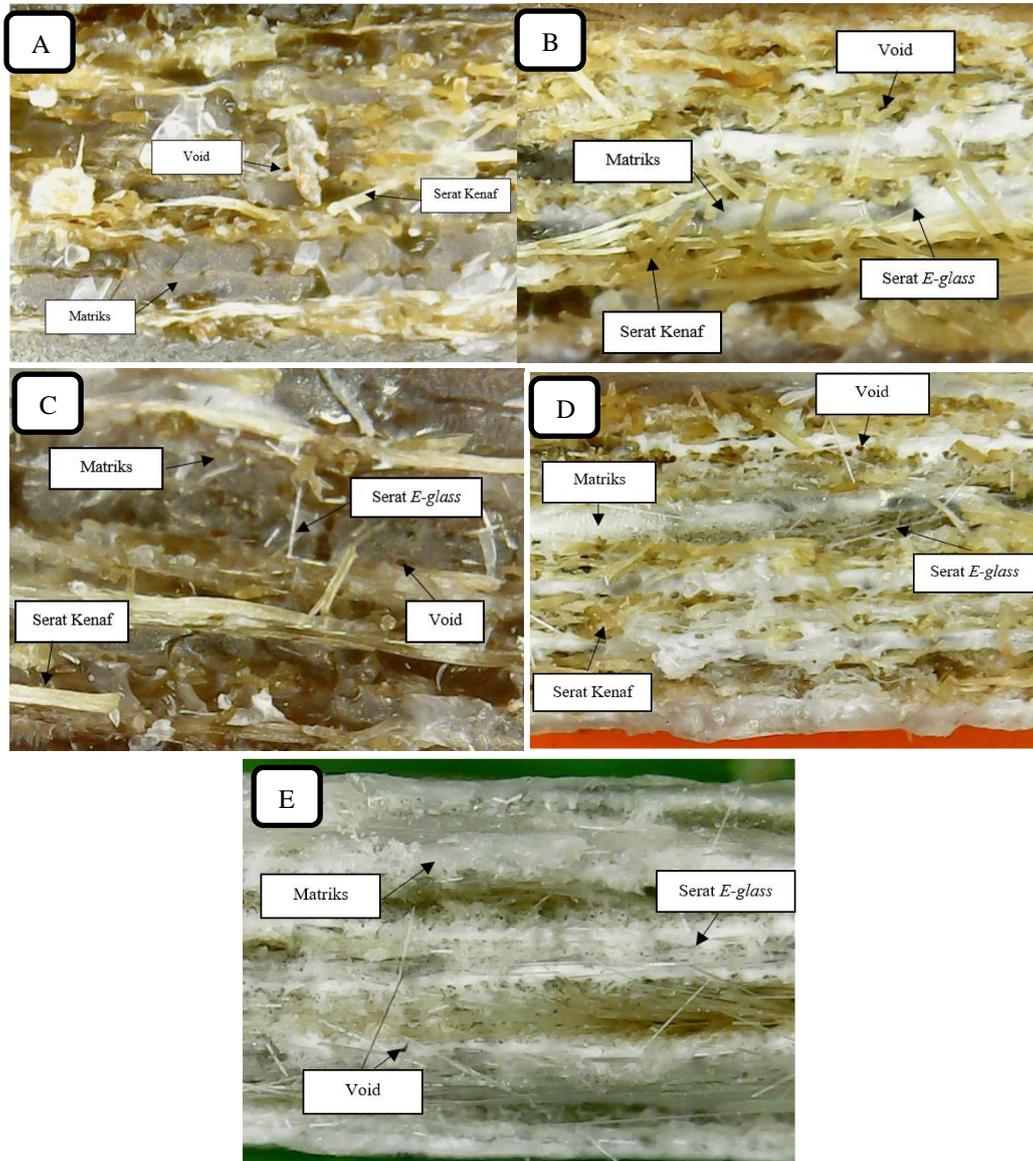


Gambar 3.2. Grafik penguujian daya serap air dan thickness swelling

Dari Gambar 3.1. dan Gambar 3.2. terlihat bahwa hasil penguujian bending, tegangan dan modulus elastisitas tertinggi adalah variasi PVC/Kenaf/E-glass 80/5/15 sebesar 100,1 MPa dan 2,24 GPa. Regangan tertinggi diperoleh dari variasi PVC/Kenaf/E-glass 80/10/10 sebesar 5,428 %. Penambahan serat E-glass memberikan dampak kenaikan kekuatan mekanis bending pada komposit sehingga penambahan serat E-glass akan memberikan nilai yang lebih optimum. Dilihat dari hasil penguujian daya serap air, variasi komposisi PVC/kenaf/E-glass 80/15/5 menyerap air lebih banyak dengan kenaikan maksimal pada jam ke 24 sebesar 12,59 %. Penguujian thickness swelling memberikan hasil yang cenderung sama, dimana komposit PVC/kenaf/E-glass 80/15/5, menyerap air lebih banyak sehingga mengalami perubahan tebal maksimal sebesar 10,97 % pada jam ke 24. hal ini dikarenakan komposisi serat kenaf lebih mendominasi dibandingkan serat E-glass. 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 80/5/15 memiliki kenaikan berat dan tebal maksimal pada 24 jam sebesar 4,84 % dan 2,64 %, merupakan kenaikan paling sedikit sehingga mampu menahan air lebih baik daripada variasi lainnya.

3.2 Analisis Uji Optik dan SEM

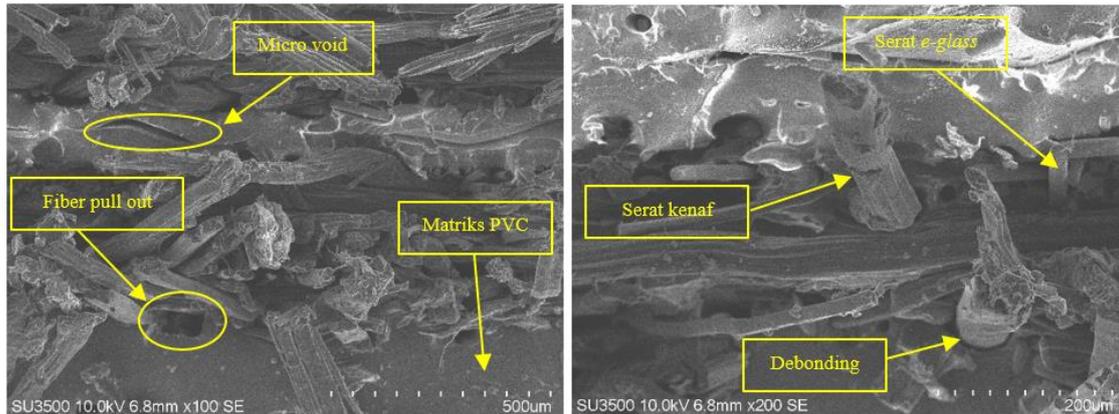
3.2.1 Uji Optik



Gambar 3.3. (A) Variasi PVC/Kenaf/E-glass 80/20/0 (B) Variasi PVC/Kenaf/E-glass 80/15/5 (C) Variasi PVC/Kenaf/E-glass 80/10/10 (D) Variasi PVC/Kenaf/E-glass 80/5/15 (E) Variasi PVC/Kenaf/E-glass 80/0/20

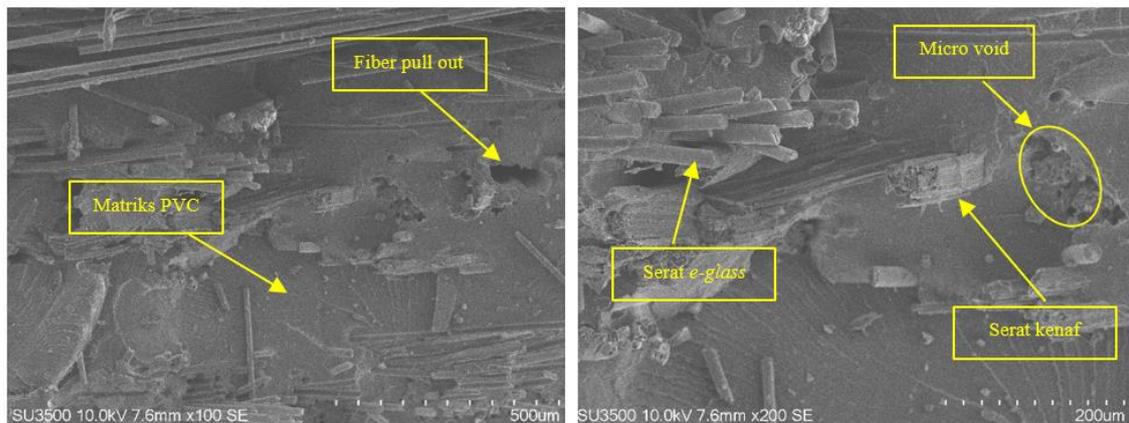
Dari **Gambar 3.3** dapat dilihat bahwa kerapatan antara layer relatif rendah, dikarenakan pada saat fabrikasi komposit polimer masih belum matang sepenuhnya sehingga ikatan matriks dengan filler antar layer belum homogen tetapi ikatan antara permukaan serat sebagai *filler*/pengisi dengan matriks dapat saling mengikat, sehingga debonding pada komposit tidak terlihat dan mungkin tidak ada. Tetapi adanya void pada semua variasi komposit menunjukkan bahwa proses fabrikasi masih perlu diperbaiki. 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.

3.2.2 Karakterisasi SEM



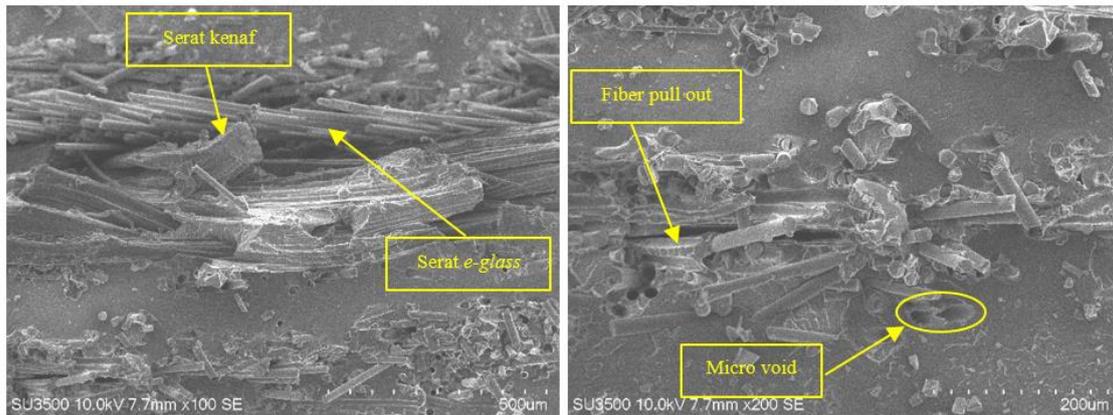
Gambar 3.4. Struktur patahan komposit PVC/Kenaf/E-glass 80/15/5

Struktur patahan komposit **Gambar 3.4.** merupakan hasil karakterisasi dari komposit PVC/kenaf/E-glass variasi 80/15/5 yang menunjukkan persebaran serat kenaf dan serat E-glass yang homogen. Adanya *debonding* dan *fiber pull out* yang terlihat pada komposit PVC/kenaf/E-glass variasi 80/15/5 menyebabkan ikatan serat dengan matriks menjadi lebih mudah terlepas sehingga kekuatan mekanis mengalami penurunan. Apabila dilihat dari hasil pengujian bending, adanya *debonding* dan *fiber pull out* merupakan salah satu penyebab hasil yang kurang baik selain karena komposisi serat E-glass yang tidak dominan.



Gambar 3.5. Struktur patahan komposit PVC/Kenaf/E-glass 80/10/10

Hasil karakterisasi variasi komposit PVC/kenaf/E-glass 80/10/10 yang ditunjukkan oleh **Gambar 3.5.** memperlihatkan kualitas ikatan serat E-glass dan serat kenaf yang mampu terikat dengan baik karena tidak terlihat adanya *debonding* ataupun *fiber pull out* sehingga mampu menaikkan kekuatan mekanis komposit tersebut. Tidak adanya *debonding* disebabkan karena telah diberikan perlakuan alkalisasi terhadap serat kenaf dan perlakuan pemanasan terhadap serat E-glass. Persebaran serat sudah homogen walaupun masih ada dalam beberapa titik serat E-glass masih mengumpul.



Gambar 3.6. Struktur patahan komposit PVC/Kenaf/E-glass 80/5/15

Struktur patahan **Gambar 3.6.** memperlihatkan bahwa pada komposit dengan variasi PVC/kenaf/*E-glass* 80/5/15 menunjukkan persebaran serat *E-glass* masih mengumpul pada titik tertentu, tetapi pada titik lain serat *E-glass* juga tersusun dengan homogen dan mampu terikat baik dengan matriks, hal itu dapat dilihat dengan tidak adanya debonding pada serat *E-glass*. Meskipun debonding tidak terlihat, namun ada beberapa *fiber pull out* pada serat *E-glass* yang dapat mempengaruhi penurunan kekuatan mekanis pada variasi tersebut

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada pengujian bending, hasil tegangan dan modulus elastisitas menunjukkan bahwa penambahan fraksi volume serat *E-glass* akan meningkatkan nilai kekuatan dan modulus elastisitas bending komposit PVC/kenaf/*E-glass*.
2. Pada pengujian daya serap air dan *thickness swelling* menunjukkan bahwa penambahan serat kenaf akan meningkatkan kemampuan daya serap air melalui perubahan berat dan tebal pada komposit PVC/kenaf/*E-glass*.
3. Komposit dengan komposisi PVC/kenaf/*E-glass* 80/5/15 (% berat) memiliki nilai paling optimal karena variasi tersebut memiliki kekuatan bending dan modulus elastisitas tertinggi serta memiliki perubahan berat serta tebal paling sedikit saat pengujian daya serap air dan *thickness swelling* sehingga spesimen tersebut akan lebih mampu menahan air.
4. Pada semua variasi masih terdapat void dan *fiber pull out* apabila dilihat dari foto makro uji optik dan SEM, serta terdapat debonding pada variasi PVC/kenaf/*E-glass* 80/15/5.

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 Vol. 527 pp 2942-2950.

ASTM Standard. D570. *Standard Test Method for Water Absorption 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.

- 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.
- Jenkins, P., Yang, L., Thomason, J. (2016). *Glass Fiber Strength-A Review with Relation to Composite Recycling*. MDPI. Basel.
- 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.