

Program Studi Teknik Mesin

Lembar Persetujuan Naskah Publikasi dan Abstrak Tugas Akhir (TA)

Judul TA: Pengaruh Jenis Serat Alam Terhadap Sifat Mekanis dan Fisis Komposit Hibrid Laminat Serat Alam/E-Glass/Polipropilen

Judul Naskah Publikasi: Pengaruh Jenis Serat Alam Terhadap Sifat Mekanis dan Fisis Komposit Hibrid Laminat Serat Alam/E-Glass/Polipropilen

Nama Mahasiswa: Edi Susanto

NIM: 20140130108

Pembimbing 1: Dr. Ir. Harini Sosiati, M.Eng.

Pembimbing 2: Drs. Sudarisman, M.S.Mechs., Ph.D

Hal yang dimintakan persetujuan *:

- | | | | |
|---|--|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Indonesia | <input checked="" type="checkbox"/> Naskah Publikasi | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Inggris | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

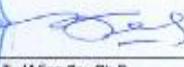
*beri tanda ✓ di kotak yang sesuai

Tanda Tangan: 
 Edi Susanto
 Tanggal: 4-9-2018

Persetujuan Dosen Pembimbing dan Program Studi

Disetujui

Tanda Tangan: 
 Dr. Ir. Harini Sosiati, M.Eng.
 Tanggal: 5-9-2018

Tanda Tangan: 
 Beni Panjuna Wambli, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.
 Tanggal: 6 September 2018

Formulir persetujuan ini mohon diletakkan pada lampiran terakhir pada naskah TA.

PENGARUH JENIS SERAT ALAM TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN FISIS KOMPOSIT HIBRID LAMINAT SERAT ALAM / E-GLASS / POLIPROPILEN

Edi Susanto^a, Harini Sosiati^b, Sudarisman^c

^a Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
 Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183
 Telephone/Fax : (0274) 387656/387646
 e-mail: edi.susanto.2014@ft.umy.ac.id

INTISARI

DiIndonesia limbah serat alam sangat melimpah dan belum banyak dimanfaatkan secara optimal. Tujuan dari penelitian ini yaitu membuat bahan komposit polipropilena dengan *filler* serat alam (nanas, kenaf, dan sisal)/*E-Glass* untuk mengetahui pengaruh jenis serat alam terhadap nilai ketangguhan impact dan daya serap air. Hibrid serat alam/*E-glass*/Polipropilen komposit dengan perbandingan *filler* dan matriks polipropilena 30:70 (fraksi volume) difabrikasi dengan *hand lay up* dan metode *hot press*. *Filler* yang terdiri dari serat alam dan serat *E-Glass* (panjang 6 mm) yang telah di *treatment* divariasasi dengan perbandingan serat nanas/*E-Glass* (2:1), serat kenaf/*E-Glass* (2:1), dan serat sisal/*E-Glass* (2:1). Pengujian ketangguhan impact (ASTM D 5942), pengujian daya serap air (ASTM D 570) dilakukan pada semua spesimen komposit. Selain itu, karakterisasi struktur patahan hasil uji impact dan struktur mikro dari sisi penampang lintang masing-masing dilakukan dengan mikroskop optik dan *scanning electron microscope* (SEM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai ketangguhan impact tertinggi terdapat pada komposit hibrid nanas/*E-Glass*/ PP dengan nilai ketangguhan impact 0,0193 J/mm², hal ini dikarenakan serat nanas terdispersi merata didalam matriks PP dibandingkan serat sisal dan kenaf. Sedangkan hasil persentase daya serap air terendah terdapat pada komposit hibrid serat sisal/*E-Glass*/PP sebesar 7,33 % selama 24 jam. Selain itu, hasil karakterisasi struktur mikro menunjukkan ikatan antara *filler* dan matriks saling mengikat dengan baik.

Kata kunci : Komposit, serat nanas, serat kenaf, serat sisal, serat *E-Glass*, *hand lay up*, polipropilen.

1. PENDAHULUAN

Secara umum komposit yang sudah diaplikasikan banyak yang menggunakan serat sintesis seperti serat *E-glass* dan serat karbon, namun serat sintesis memiliki sifat yang tidak ramah lingkungan dan termasuk dalam kategori polutan (Sigit, 2007). Berkaitan dengan hal itu untuk mengurangi dampak negatif maka dibuatlah kombinasi antara serat alam dan serat sintesis. Penggunaan serat alam belum banyak diaplikasikan secara khusus pada struktur yang dapat menerima beban dari luar (Anam dkk, 2016). Beberapa contoh serat alam yang dapat digunakan sebagai gabungan dari serat sintesis adalah serat nanas (*Ananas Comosus L*), serat sisal (*Agave Sisalana*), dan serat kenaf (*Hibiscus Cannabinus L*). Melimpahnya serat alam yang tidak terpakai dapat kita daur ulang dengan menjadikannya bahan komposit alam. Pada kurun waktu belakangan ini serat alam menjadi bahan unggul karena kelebihan dari sifat bahan yang mudah terurai secara biologi dibandingkan dengan serat sintesis.

Nanas (*Ananas Comosus L*) merupakan salah satu tanaman unggulan di Indonesia yang menempati posisi ketiga setelah pisang dan mangga (Hadiati, 2008). Pemanfaatan tanaman nanas selama ini hanya sebatas pada buahnya saja sedangkan pada daun nanas masih belum banyak dimanfaatkan. Setelah dua atau tiga kali panen, tanaman nanas akan dibongkar dan menghasilkan limbah daun nanas yang akan terus bertambah seiring berjalannya waktu (Setiawan dkk, 2017). Serat yang terkandung dalam daun nanas memiliki kualitas yang baik dengan permukaan yang halus serta kekuatan tarik yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai alternatif bahan komposit pada dunia industri otomotif (Fahmi dkk, 2014).

Sisal (*Agave Sisalana*) merupakan serat yang mudah dibudidayakan dan paling banyak digunakan. Di sepanjang rel kereta api dan pagar India tanaman sisal tumbuh dengan liar (Murherjee dkk, 1984). Negara penghasil sisal terbesar yaitu Brazil dan Tanzania dengan produksi sisal mencapai 4,5 juta ton/tahun (Chand dkk, 1988). Ketebalan, panjang, dan kekuatan serat tergantung pada kedewasaan daun serta posisi serat pada daun. Serat yang paling tebal terletak pada pangkal daun, dan daun tertua terletak paling dekat dengan tanah, yang mengandung serat terpanjang dan kasar. Serat yang diekstrak dari daun yang masih muda biasanya lebih pendek, halus, dan lebih lemah.

Kenaf (*Hibiscus Cannabinus L.*) merupakan serat alam yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Pertumbuhan tanaman kenaf sangat cepat, dalam waktu 4 hingga 5 bulan tanaman kenaf dapat tumbuh 4 sampai 5 meter. 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 (Fauziah, 2009). Namun, komposit *fiber board* yang telah dibuat memiliki kekurangan, yaitu kekuatan mekanisnya masih cenderung lebih rendah dibandingkan dengan komposit berpenguat serat sintetis.

Pada penelitian Fahmi dkk, (2014) tentang pengaruh variasi komposisi resin *epoxy/E-Glass/nanas* terhadap ketangguhan impact dengan nilai ketangguhan impact masing-masing komposisi 90:10 nilai ketangguhan impact sebesar 0,003 J/mm², komposisi 80:20 nilai ketangguhan impact sebesar 0,0033 J/mm², pada komposisi 70:30 nilai ketangguhan impact sebesar 0,008 J/mm², dan pada komposisi 60:40 nilai ketangguhan impact sebesar 0,0077 J/mm². Hal ini menunjukkan hasil ketangguhan impact tertinggi didapat pada komposisi 70:30, dikarenakan jumlah serat dapat menyebar keseluruhan bagian komposit, sehingga matriks yang digunakan bisa mengikat serat dengan sempurna.

Prakoso, (2017) melakukan penelitian mengenai karakterisasi sifat tarik komposit laminat hibrid serat sisal/*E-Glass/polypropylene* dengan fraksi volume serat 20:10 nilai kekuatan tarik rata-rata 45,341 MPa, diikuti perbandingan serat 15:15 nilai kekuatan tarik 41,135 MPa, dan perbandingan serat 10:20 nilai kekuatan tarik 33,853 MPa, menunjukkan hasil semakin tinggi fraksi volume serat sisal kekuatan tarik komposit cenderung meningkat. Pada penelitian Saputra, (2017) tentang karakterisasi sifat-sifat tarik komposit laminat hibrid serat kenaf/*E-Glass/polypropylene* dengan fraksi volume serat 20:10 nilai kekuatan tarik rata-rata 46,778 MPa, diikuti perbandingan serat 15:15 nilai kekuatan tarik 40,640 MPa, dan perbandingan serat 10:20 nilai kekuatan tarik sebesar 32,175 MPa. Hal ini menunjukkan hasil, serat kenaf memiliki kekuatan tarik yang lebih baik dibanding serat sisal dengan fraksi volume *filler* serat alam/*E-Glass* 20:10

Berdasarkan hasil penelitian diatas, untuk serat alam (kenaf, sisal)/*E-Glass/polypropylene* dengan sifat mekanis uji ketangguhan impact belum ada yang meneliti, sedangkan pada serat nanas/*E-Glass* dengan sifat mekanis uji ketangguhan impact sudah ada yang meneliti akan tetapi matriks yang digunakan yakni resin *epoxy*. Untuk itu penelitian ini mengkaji tentang pengaruh variasi jenis serat alam (nanas, kenaf, dan sisal)/*E-Glass/polypropylene* terhadap sifat mekanis ketangguhan impact dan sifat fisis daya serap air dengan besar perbandingan matriks dan *filler* 70:30% dan fraksi volume *filler* komposit hibrid serat alami (nanas, kenaf, sisal)/*E-Glass*(2:1), serta ketebalan 15 lamina sebagai bahan alternatif pembuatan *bumper* mobil. Kemudian hasil dari patahan uji ketangguhan impact yang memiliki kekuatan yang paling tinggi dan rendah pada tiap variasi akan dikarakterisasi menggunakan *scanning electro microscope*.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Prepasari Serat

Serat alam digunakan dalam penelitian ini serat nanas didapat dari industri rumahan yang terletak di Blitar, Jawa Timur dibeli melalui situs belanja *online* Tokopedia, serat kenaf dan serat sisal didapat dari balai penelitian tanaman pemanis dan serat (Balitas), Malang, Jawa Timur. Serat alam di alkalisasi dengan larutan NaOH 6% dalam suhu ruangan selama 4 jam. Serat alam alkalisasi yang sudah dikeringkan dipotong 6 mm. Serat *E-glass* digunakan sebagai bahan pengisi lain (*filler*) komposit. Serat *E-glass* yang digunakan berasal dari Toko Ngasem Baru Yogyakarta. Pada serat *E-glass* dilakukan *treatment furnace* dengan suhu 400°C selama 20 menit. Serat *E-glass* kemudian

dipotong sepanjang 6 mm. Matrik polipropilen digunakan sebagai bahan pengikat pada komposit. Polipropilen ini berasal dari yoko plastik komersil di daerah Yogyakarta yang berbentuk lembaran. Perhitungan serat menggunakan fraksi volume *filler* 30% dan matriks 70% dengan variasi perbandingan *filler* (2:1), (1:1), dan (1:2). Volume mengikuti cetakan spesimen yang mengacu pada standar ASTM D 5942 untuk uji impak dan ASTM D 570 untuk uji daya serap air dan *thickness swelling*.

2.2 Pembuatan Spesimen Komposit

Pembuatan komposit dilakukan dengan perbandingan fraksi volume matrik dan *filler* 70%:30%, dan variasi perbandingan fraksi volume antara serat alam (nanas, kenaf, sisal) *E-glass* (2:1), dengan perhitungan fraksi volume yang telah dihitung dan ditimbang dan disusun dengan 15 lamina spesimen uji impak, uji daya serap air dan *thickness swelling* sebagai berikut. Komposit difabrikasi dengan menggunakan metode *hot press* dengan tekanan 126 kg/cm² dan di *hold* selama 10 pada suhu 165° menit secara *hand lay up*. dengan ukuran spesimen uji impak sesuai dengan standar ASTM D 5942, sedangkan untuk ukuran spesimen uji daya serap air dan *thickness swelling* sesuai dengan standar ASTM D 570.

2.3 Prosedur Pengujian

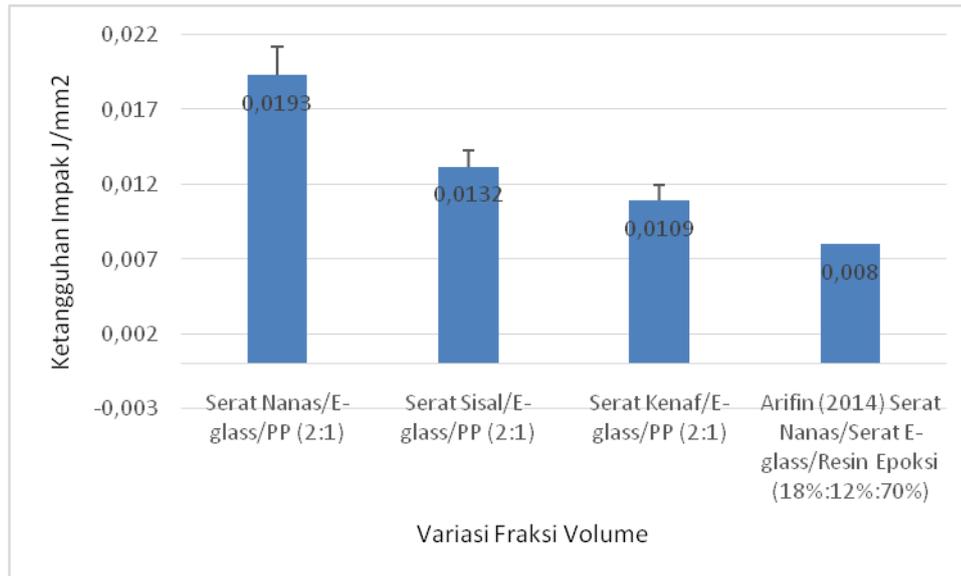
Pengujian impak dilakukan sesuai dengan standar ASTM D 5942 menggunakan impak *charpy* dengan tujuan untuk mengukur kekuatan material terhadap benturan dengan menumbuk benda kerja menggunakan sebuah pendulum yang di ayunkan. Berat pendulum uji impak *charpy* yang digunakan yaitu sebesar 10 Newton dan jarak pendulum ke pusat rotasi 0,83 meter. Spesimen yang dilakukan pengujian impak disetiap variasi yaitu 5 buah. Pengujian dilakukan di lab bahan dan material Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Hasil dari patahan uji impak dikarakterisasi menggunakan uji optik dan SEM untuk mengetahui korelasi antara hasil uji impak dan nilai ketangguhan impak komposit.

Pengujian daya serap air dan *thickness swelling* dilakukan sesuai dengan standar ASTM D 570. Air yang digunakan untuk proses perendaman yaitu *aquades* dengan pH 6, dimana spesimen yang dilakukan uji daya serap air dan *thickness swelling* 5 buah. Proses perendaman dilakukan selama 24 jam dimana setiap 6 jam dilakukan proses penimbangan berat untuk mengetahui penambahan persentase berat komposit. Pengukuran ketebalan (*thickness swelling*) dilakukan sebanyak 5 titik pada setiap spesimen, kemudian di ambil nilai rata-rata untuk menentukan penambahan persentase ketebalan komposit.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Uji Impak

Pada pengujian impak komposit besarnya nilai energi yang diserap spesimen dari hasil uji impak merupakan suatu parameter untuk menentukan energi serap dan tingkat ketangguhan impak dari spesimen uji tersebut. Melalui hasil pengujian impak yang telah diolah datanya didapatkan hasil ketangguhan impak yang dapat dilihat pada (Gambar 10), pengolahan data untuk mendapatkan hasil ketangguhan impak dilakukan untuk mengetahui seberapa besar nilai ketangguhan impak komposit.

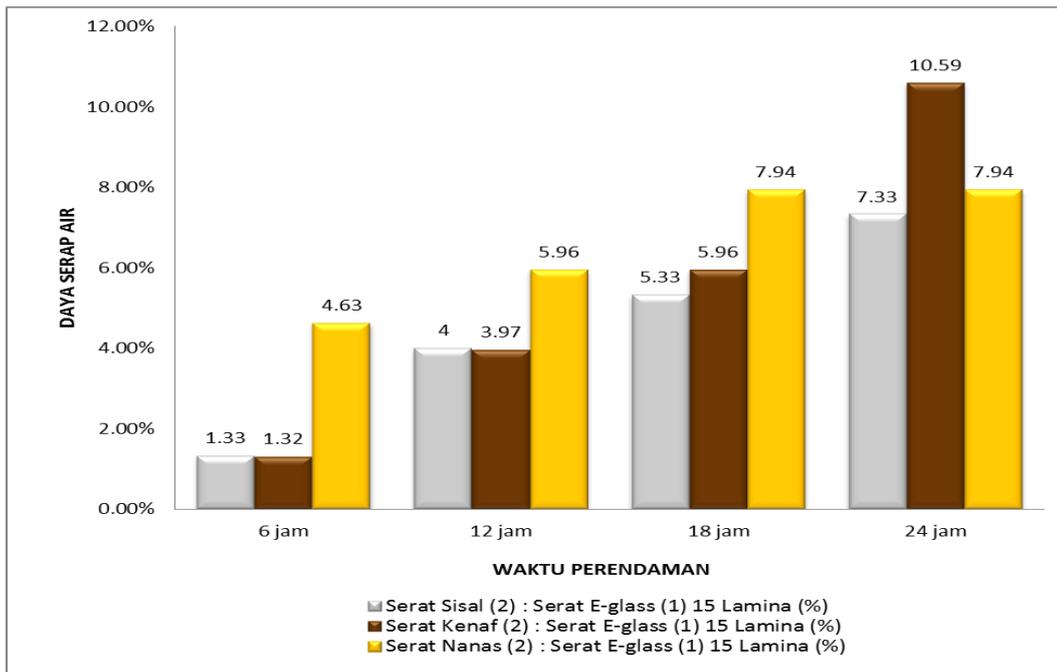


Gambar 10. Grafik Nilai Rata-Rata Ketangguhan Impak

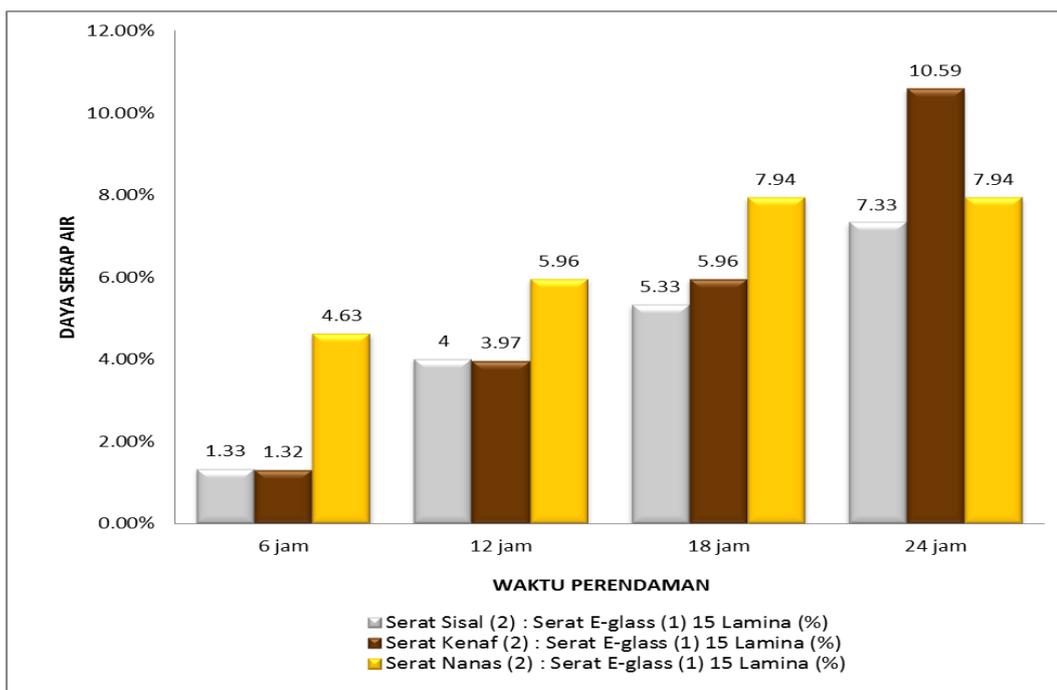
Hasil pengujian impact dengan standar ASTM D5942 komposit hibrid serat nanas/*E-glass*/polipropilen dengan variasi perbandingan serat nanas/*E-glass* (Gambar 10) didapat nilai tertinggi yaitu pada variasi perbandingan serat nanas/*E-glass* (2:1) dengan besar rata-rata 0,0193 J/mm² dan pada variasi spesimen serat kenaf/*E-glass* (2:1) memiliki nilai ketangguhan impact yang paling rendah dengan rata-rata ketangguhan impact 0,0109 J/mm². Akan tetapi, hasil dari penelitian ini lebih tinggi apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Arifin dkk (2014) yang meneliti tentang pengaruh variasi komposisi komposit resin epoxy/*E-glass* dan serat daun nanas dengan fraksi volume resin epoxy 70%, serat nanas 18%, dan *E-glass* 12% dengan nilai ketangguhan impact sebesar 0,008 J/mm². Dari hasil penelitian ini, serat nanas memiliki ketangguhan impact paling tinggi dikarenakan distribusi serat nanas lebih mudah menyebar dan lebih terdispersi secara merata dibandingkan dengan serat kenaf dan sisal sehingga akan mempengaruhi dari kekuatan mekanis tersebut.

3.2 Hasil Uji Daya Serap Air dan *Thickness Swelling*

Uji daya serap air dan *thickness swelling* dilakukan dengan menggunakan standar ASTM D570-98. Perendaman uji daya serap air dan *thickness swelling* dilakukan dengan metode dan proses yang sama yaitu di rendam menggunakan *aquades* dengan pH 6. Hasil pengujian berupa persentase daya penyerapan air dan persentase penambahan ketebalan dari spesimen. Grafik uji daya serap air dan *thickness swelling* dapat dilihat pada gambar 9 dan gambar 10 dibawah ini.



Gambar 11. Grafik persentase daya serap air



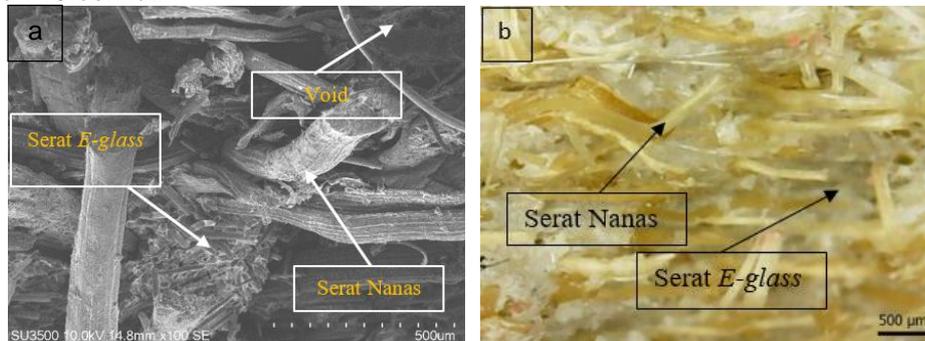
Gambar 12. Hasil pengujian *thicknes swelling*

Dilihat dari Berdasarkan grafik diatas dapat disimpulkan bahwa persentase daya serap air tertinggi terdapat pada variasi serat kenaf/*E-glass* (2:1) dengan persentase daya serap air sebesar 10,59 % selama 24 jam. Hal ini terjadi karena serat kenaf memiliki sifat *hydrophilic* yang dimana serat mampu menyerap dan menyimpan air sehingga komposisi serat kenaf yang lebih mendominasi akan membuat komposit menjadi mampu menyerap air lebih banyak dan adanya void juga akan menyebabkan rongga tersebut terisi dengan air sehingga menaikkan berat komposit. Daya serap air terendah terdapat pada serat sisal/*E-glass* (2:1) akan tetapi pada serat nanas dengan variasi 18 dan 24 jam memiliki nilai daya serap air yang sama, berbeda dengan serat sisal yang mana nilai daya serap airnya semakin lama semakin naik. Sehingga pada penelitian ini

memungkinkan variasi serat nanas dengan waktu lebih dari 24 jam akan mengalami penurunan persentase daya serap air, pada pengujian *thickness swelling* serat nanas memiliki nilai tertinggi dan nilai persentase *thickness swelling* cenderung meningkat pada variasi waktu yang lama.

3.3 Hasil Uji SEM dan Uji Optik

Hasil dari uji SEM dan uji optik masing masing variasi ditunjukkan pada gambar 13, 14, dan 15 berikut.

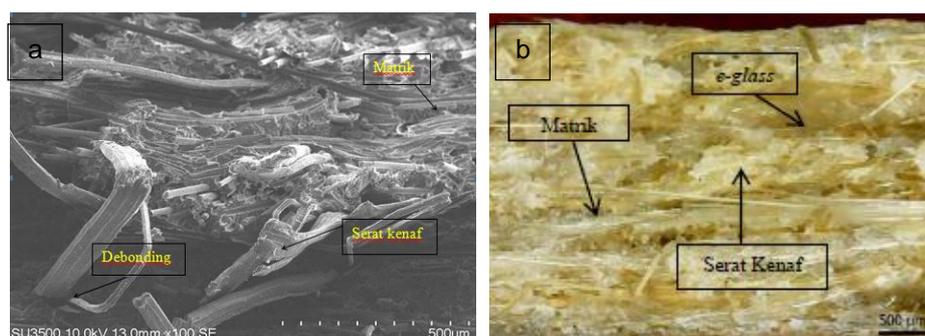


Gambar 13. Spesimen Variasi Serat Nanas/E-glass 2:1

(a) Hasil Uji SEM dan (b) Hasil Uji Optik

Berdasarkan hasil gambar uji optik diatas ikatan antara matriks dan *filler* saling mengikat satu sama lain dan relatif baik. Akan tetapi, distribusi penyebaran *filler* masih kurang merata khususnya pada serat kenaf dan *E-glass* yang menggumpal. Hal ini dikarenakan proses fabrikasi menggunakan metode *hand lay up*, sehingga hasil kualitas spesimen tergantung pada pembuatnya.

Hasil uji SEM pada gambar 13 memperlihatkan bahwa pada komposit PP/nanas/*E-glass* 70/20/10 menunjukkan distribusi serat nanas terdispersi secara merata, sedangkan pada persebaran serat *E-glass* masih menggumpal pada titik tertentu dapat dilihat pada perbesaran 100x, akan tetapi pada titik yang lain serat *E-glass* tersusun homogen sehingga mampu terikat dengan baik dengan matrik dan serat nanas. Hal ini dapat dilihat tidak adanya *debonding*, akan tetapi ada beberapa *fiber full out* yang dapat mempengaruhi nilai kekuatan mekanis. Adanya sedikit void pada komposit material diakibatkan udara yang terjebak pada saat proses fabrikasi. Sedangkan ikatan antara *filler* dan matriks pada perbesaran x100 dapat dilihat bahwa matrik menempel pada serat, hal ini menunjukkan bahwa ikatan antara *filler* dan matrik relatif baik.



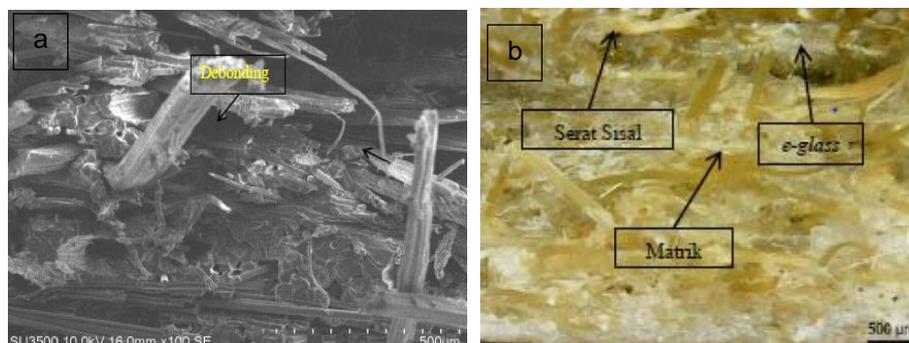
Gambar 14. Spesimen Variasi Serat Kenaf/E-glass 2:1

(a) Hasil Uji SEM dan (b) Hasil Uji Optik

Berdasarkan hasil gambar uji optik diatas ikatan antara matriks dan *filler* saling mengikat satu sama lain dan relatif baik. Akan tetapi, distribusi penyebaran *filler* masih kurang merata khususnya pada serat kenaf dan *E-glass* yang menggumpal. Hal ini dikarenakan proses fabrikasi menggunakan metode *hand lay up*, sehingga hasil kualitas spesimen tergantung pada pembuatnya.

Hasil uji SEM pada gambar 14 memperlihatkan bahwa pada komposit PP/kenaf/*E-glass* 70/20/10 menunjukkan persebaran serat kenaf dan serat *E-glass* masih menggumpal pada titik tertentu dapat dilihat pada perbesaran 25x dan 100x hal ini terjadi

dikarenakan serat kenaf memiliki sifat yang lebih menggumpal dibandingkan sisal dan nanas sehingga tidak terdispersi secara merata. Akan tetapi ikatan antara *filler* dan matriks pada perbesaran x100 dapat dilihat bahwa matrik menempel pada serat relatif baik. Adanya debonding pada spesimen kenaf/*E-glass* sehingga mempengaruhi nilai kekuatan mekanis dari material komposit tersebut, dan adanya void pada komposit material diakibatkan udara yang terjebak pada saat proses fabrikasi



Gambar 15. Spesimen Variasi Serat Sisal/*E-glass* 1:2
(a) Hasil Uji SEM dan (b) Hasil Uji Optik

Berdasarkan hasil gambar uji optik diatas ikatan antara matriks dan *filler* saling mengikat satu sama lain dan relatif baik. Akan tetapi, distribusi penyebaran *filler* masih kurang merata khususnya pada serat kenaf dan *E-glass* yang menggumpal. Hal ini dikarenakan proses fabrikasi menggunakan metode *hand lay up*, sehingga hasil kualitas spesimen tergantung pada pembuatnya.

Hasil uji SEM pada gambar 15 memperlihatkan bahwa pada komposit PP/sisal/*E-glass* 70/20/10 menunjukkan persebaran serat sisal cukup merata sedangkan pada persebaran serat *E-glass* masih menggumpal pada titik tertentu dapat dilihat pada perbesaran 100x, akan tetapi pada titik yang lain serat *E-glass* tersusun homogen sehingga mampu terikat dengan baik dengan matrik. akan tetapi ada beberapa *fiber pull out* yang dapat mempengaruhi nilai kekuatan mekanis. Adanya void pada komposit material diakibatkan udara yang terjebak pada saat proses fabrikasi. Sedangkan ikatan antara *filler* dan matriks pada perbesaran x100 dapat dilihat bahwa matrik menempel pada serat, hal ini menunjukkan bahwa ikatan antara *filler* dan matrik relatif baik.

4. KESIMPULAN

1. Hasil pengujian dari ketangguhan impak komposit menunjukkan nilai ketangguhan impak tertinggi pada serat nanas, hal ini dikarenakan serat nanas terdispersi secara merata dibandingkan serat sisal dan kenaf sehingga mempengaruhi nilai ketangguhan impak komposit material tersebut. semakin tinggi seiring dengan penambahan fraksi volume serat nanas.
1. Pada pengujian daya serap air menunjukkan bahwa serat kenaf memiliki daya serap yang paling tinggi, hal ini dikarenakan serat kenaf lebih menggumpal dibandingkan dengan serat nanas dan sisal sehingga mampu menyerap dan menyimpan air yang lebih mendominasi dan membuat komposit menjadi menyerap air lebih banyak.
2. Hasil pengujian optik dan SEM menunjukkan bahwa ikatan antara matriks dengan *filler* yang terbentuk relatif baik, namun distribusi *filler* masih sedikit tidak merata dan masih terdapat banyak *void*, *debonding* dan *fiber pull out* sehingga membuat sifat mekanisnya material komposit menurun.
3. Dari poin 1, 2 dan 3 dapat disimpulkan bahwa komposit hibrid PP/nanas/*E-glass* memiliki nilai paling optimal pada pengujian impak dan daya serap yang rendah dibandingkan kenaf. Spesimen tersebut memiliki ketangguhan impak tertinggi dan lebih tinggi dengan hasil penelitian pembanding. Hasil spesimen juga memiliki perubahan berat yang lebih sedikit dibanding kenaf dan *thickness swelling* yang tinggi, hal ini dikarenakan struktur serat alam berbeda-beda..

DAFTAR PUSTAKA

- Anam, K., Purnowidodo, A., & Yudhanto, A. O. (2015). Pengaruh Variasi Fraksi Volume Serat Daun Nanas dan Ukuran Cetakan terhadap Porsentase Penyusutan Komposit Matriks Polyester dengan Cetakan Silikon. *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, XIV (SNTTM XIV)*. pp 22.
- Fahmi, H., & Arifin, N. (2014). Pengaruh Variasi Komposisi Komposit Resin Epoxy/Serat Glass dan Serat Daun Nanas Terhadap Ketangguhan. Skripsi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, ITP, Padang, Indonesia.
- Fauziah, H. (2009). Analisis Karakteristik Fisis dan Mekanis Papan Serat Kenaf (*Hibiscus cannabinus L*) dengan Perekat Polypropylene Di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia. Penelitian, Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, IPB, Indonesia.
- Hadiati, S., & Indriyani, N. P. (2008). *Petunjuk Teknis Budidaya Nenas*. Solok: Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Sumatera Barat, Indonesia.
- Murherjee dan Satyanarayan (dalam Adhi Kusumastuti, 2009, *Aplikasi Serat Sisal Sebagai Komposit Polimer*, Universitas Negeri Semarang).
- Prakoso, O. W. (2017). Karakterisasi Sifat Tarik Komposit Laminat Hibrid Sisal/*E-Glass/Polypropylene*. Skripsi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, UMY, Yogyakarta, Indonesia
- Saputra, F. W. (2017). Pengaruh Fraksi Volume Serat Kenaf dan E Glass terhadap Sifat Tarik Komposit Laminat Hibrid Kenaf - E Glass/Low Density Polyethylene. Skripsi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, UMY, Yogyakarta, Indonesia
- Sigit. (2007). *Diskusi Pembuatan Komposit Sandwich*. Madiun: PT. INKA.