

Program Studi Teknik Mesin

Lembar Persetujuan Naskah Publikasi dan Abstrak Tugas Akhir (TA)

Judul TA: **Fabrikasi dan Karakterisasi Sifat Mekanis dan Fisis Komposit Hibrid Laminat Nanas / E-glass / Polipropilen dengan Variasi Perbandingan Serat Nanas dan Serat E-glass**

Judul Naskah Publikasi: **Fabrikasi dan Karakterisasi Sifat Mekanis dan Fisis Komposit Hibrid Laminat Nanas / E-glass / Polipropilen dengan Variasi Perbandingan Serat Nanas dan Serat E-glass**

Nama Mahasiswa: **Zaki Hanif Arifin**

NIM: **20140130134**

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
Zaki Hanif Arifin

3-9-2018
Tanggal

Persetujuan Dosen Pembimbing dan Program Studi

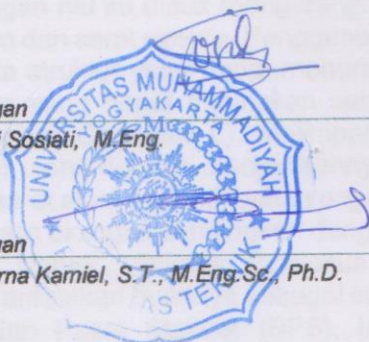
Disetujui

Tanda Tangan
Dr. Ir. Harini Sosiati, M.Eng.

3-9-2018
Tanggal

Tanda Tangan
Berli Paripurna Karniel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.

Tanggal : 05 September 2018



FABRIKASI DAN KARAKTERISASI SIFAT MEKANIS DAN FISIS KOMPOSIT HIBRID LAMINAT NANAS / E-GLASS / POLIPROPILEN DENGAN VARIASI PERBANDINGAN SERAT NANAS DAN SERAT E-GLASS

Zaki Hanif Arifin^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: zakihanif22@gmail.com

INTISARI

Di Indonesia limbah dari serat nanas sangat melimpah dan belum dimanfaatkan secara optimal. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk membuat komposit serat nanas/*E-glass* sebagai bahan alternatif *bumper* mobil dan mengetahui pengaruh variasi perbandingan serat nanas dengan serat *E-glass* terhadap nilai ketangguhan impak dan daya serap air material komposit. Komposit dengan perbandingan matriks dan *filler* 70:30 (fraksi volume) difabrikasi dengan *hand lay up* menggunakan metode *hot press*. *Filler* yang terdiri dari serat nanas dan serat *E-glass* (panjang 6 mm) dengan orientasi serat acak divariasi menggunakan perbandingan serat nanas/*E-glass* (2:1), (1:1), dan (1:2) dan disusun dengan 15 lamina. Uji ketangguhan impak dengan standar ASTM D 5942 dan uji daya serap air dengan standar ASTM D 570 dilakukan pada semua spesimen komposit. Selain itu, karakterisasi hasil patahan uji impak dan struktur mikro dari penampang lintang masing-masing dilakukan dengan *scanning electron microscopy* (SEM) dan uji optik. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai ketangguhan impak dan daya serap air semakin meningkat seiring dengan bertambahnya fraksi volume serat nanas. Nilai rata-rata ketangguhan impak tertinggi ditunjukkan pada komposit hibrida dengan variasi perbandingan serat nanas/*E-glass* (2:1) sebesar 0,0193 J/mm². Sedangkan hasil persentase daya serap air dan *thickness swelling* terendah terdapat pada komposit hibrida dengan variasi perbandingan serat nanas/*E-glass* (1:2) sebesar 5,69% dan 3,76% selama 24 jam. Hasil SEM dan foto makro menunjukkan komposit dengan perbandingan serat nanas/*E-glass* (2:1) memiliki *void*, *debonding*, dan *fiber pull out* lebih sedikit dibandingkan dengan perbandingan serat nanas/*E-glass* (1:1) dan perbandingan serat nanas/*E-glass* (1:2). Selain itu, hasil karakterisasi struktur mikro menunjukkan ikatan antara *filler* dan matriks saling mengikat satu sama lain, akan tetapi distribusi *filler* didalam matriks relatif belum merata.

Kata Kunci : Komposit, serat nanas, 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). Salah satu serat alam yang dapat digunakan sebagai gabungan dari serat sintesis adalah serat nanas (*Ananas Comosus L*). Melimpahnya serat dari daun nanas 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 polimer.

Nanas (*Ananas Comosus L*) yaitu jenis tanaman yang kebanyakan hanya dimanfaatkan buahnya sebagai sumber utama bahan pangan. Dari data yang didapat oleh Badan Pusat Statistik (BPS), Indonesia merupakan negara yang produksi tanaman nanasnya sangat melimpah yaitu sebesar 1,5 juta ton/hari. Melihat dari melimpahnya produksi tanaman nanas per tahunnya, tentunya daun nanas memiliki potensi yang sangat

besar untuk menjadi limbah (Firman dkk, 2015). Limbah serat nanas masih banyak yang hanya dimanfaatkan sebagai kerajinan tangan seperti keset, tali tambang, dan lain sebagainya oleh masyarakat, kebanyakan dari mereka belum memanfaatkan serat nanas sebagai bahan penguat komposit. Oleh sebab itu, pemanfaatan serat nanas sebagai bahan penguat komposit harus terus dikembangkan.

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Rahman dkk, (2010) meneliti tentang ketangguhan impak dengan pengaruh fraksi volume serat nanas kontinyu searah dengan matrik unsaturated polyester. Hasil dari penelitian tersebut melaporkan bahwa semakin tinggi nilai fraksi volume serat maka semakin meningkat pula ketangguhan impaknya. Pada variasi volume 39,85% serat nanas didapat bahwa nilai ketangguhan impak maksimum sebesar 0,0047 J/mm². Selanjutnya, Fahmi dan Arifin (2014) juga melakukan penelitian terhadap ketangguhan impak serat nanas/*E-glass* dengan matrik resin epoksi dengan menggunakan variasi fraksi volume matriks dan filler 90% resin, 10% serat (6% serat nanas, 4% serat *E-Glass*); 80% resin, 20% serat (12% serat nanas, 8% serat *E-Glass*); 70% resin, 30% serat (18% serat nanas, 12% serat *E-Glass*); 60% resin, 40% serat (24% serat nanas, 16% serat *E-Glass*) Pada perbandingan matriks dan filler 90:10 menghasilkan ketangguhan impak paling kecil yaitu sebesar 0,003 J/mm². Hal ini disebabkan karena jumlah dari filler yang digunakan terlalu sedikit dibandingkan dengan fraksi volume lain, sehingga kemampuan energi untuk menyerap beban terlalu kecil. Sementara itu ketangguhan impak terbesar terdapat pada perbandingan matriks dan filler 70:30 yaitu sebesar 0,008 J/mm². Jumlah filler paling optimum yaitu sebanyak 30% karena dapat memenuhi seluruh bagian matriks sehingga pembebanan akan tersalurkan secara sempurna dari matriks ke filler.

Berdasarkan uraian diatas bahwa adanya potensi besar dari penambahan fraksi volume serat nanas sebagai penguat komposit yang memberikan kekuatan mekanis tinggi dan belum adanya penelitian mengenai ketangguhan impak dari komposit hibrid serat nanas/*E-glass* maka peneliti melakukan penelitian tentang karakterisasi sifat mekanis dan fisis dengan pengaruh perbandingan volume komposit hibrid serat nanas/*E-glass* (2:1), (1:1), dan (1:2) dengan matriks yang digunakan yaitu polipropilen sebagai bahan alternatif untuk pembuatan bumper mobil. Diharapkan pada penelitian ini dapat menambah informasi tentang komposit hibrid serat nanas/*E-glass* dengan menghasilkan komposit serat hibrid yang lebih unggul, memiliki sifat mekanis dengan ketangguhan impak yang tinggi, memiliki sifat fisis dengan daya serap air yang rendah dan dapat diaplikasikan pada berbagai bidang selain pada bidang otomotif seperti pada beberapa alat medis, casing komponen pada alat-alat kelistrikan dan lain-lain.

2. METODE

2.1 Preparasi Serat

Serat nanas yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari industri rumahan yang terletak di Blitar, Jawa Timur dan dibeli melalui situs belanja *online* Tokopedia. Serat nanas dipersiapkan dengan mencuci serat menggunakan aquades yang mengalir lalu dikeringkan pada suhu ruangan. Serat nanas di alkalisasi dengan larutan NaOH 6% dalam suhu ruangan selama 4 jam. Serat nanas alkalisasi yang sudah dikeringkan dipotong 6mm. 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* yang sudah di beri perlakuan dipotong 6mm. Matrik polipropilen digunakan sebagai bahan pengikat pada komposit. Polipropilen ini berasal dari toko 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 nanas/*E-glass* (2:1),(1:1) dan (1:2) dengan perhitungan fraksi volume yang telah dihitung dan ditimbang dan disusun

dengan 15 lamina. Komposit difabrikasi dengan menggunakan metode *hot press* dengan tekanan 126 kg/cm² dan di *hold* selama 10 menit pada suhu 165°C secara *hand lay up* atau manual menggunakan tangan. Spesimen dibuat dua jenis, untuk uji dampak sesuai dengan standar ASTM D 5942, sedangkan untuk uji daya serap air dan *thickness swelling* sesuai dengan standar ASTM D 570.

2.3 Prosedur Pengujian

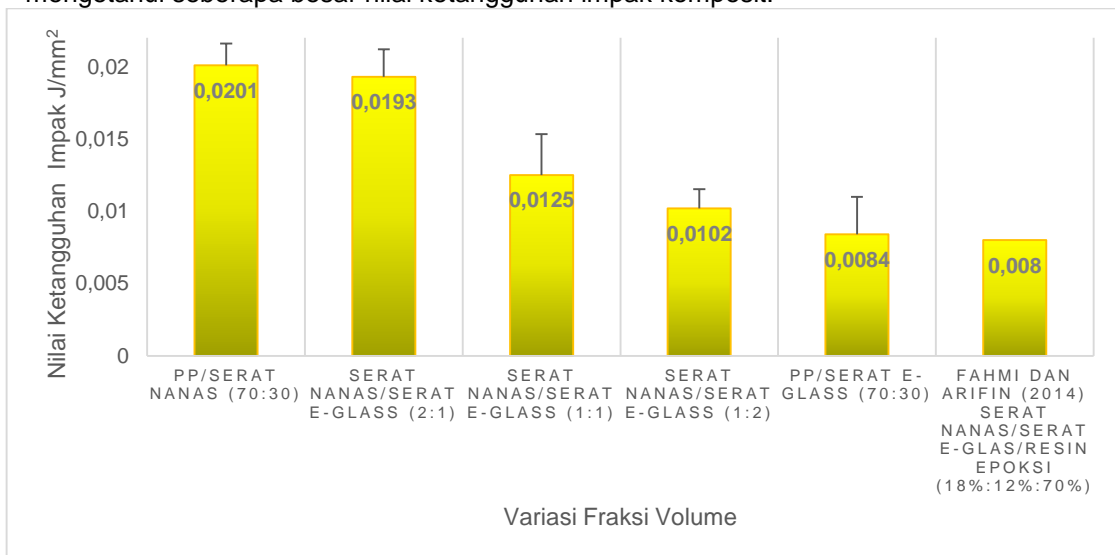
Pengujian dampak dilakukan sesuai dengan standar ASTM D 5942 menggunakan dampak *charpy* dengan tujuan untuk mengukur kekuatan material terhadap benturan dengan menumbuk benda kerja menggunakan sebuah pendulum yang di ayunkan. Berat pendulum uji dampak *charpy* yang digunakan yaitu sebesar 10 Newton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

Pada pengujian dampak komposit besarnya nilai energi yang diserap spesimen dari hasil uji dampak merupakan suatu parameter untuk menentukan energi serap dan tingkat ketangguhan dampak dari spesimen uji tersebut. Melalui hasil pengujian dampak yang telah diolah datanya didapatkan hasil ketangguhan dampak yang dapat dilihat pada (**Gambar 1**), pengolahan data untuk mendapatkan hasil ketangguhan dampak dilakukan untuk mengetahui seberapa besar nilai ketangguhan dampak komposit.



Gambar 1. Grafik Nilai Rata-Rata Ketangguhan Dampak

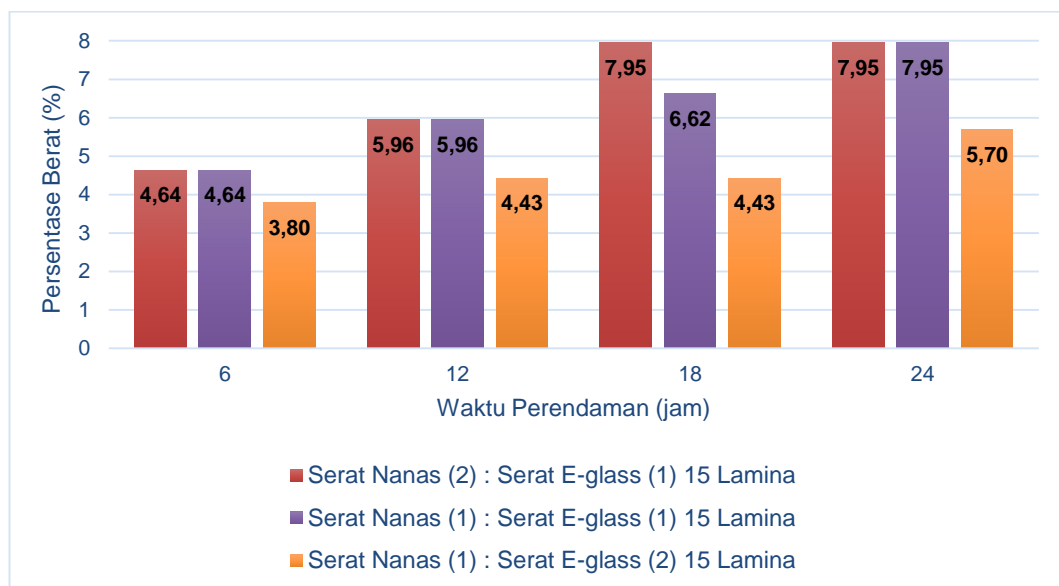
Hasil pengujian dampak dengan standar ASTM D5942 komposit hibrid serat nanas/*E-glass*/polipropilen dengan variasi perbandingan serat nanas/*E-glass* (**Gambar 1**) didapat nilai tertinggi yaitu pada variasi perbandingan serat nanas/*E-glass* (2:1) dengan besar rata-rata 0,0193 J/mm² dan hasil ketangguhan dampak terendah terdapat pada variasi perbandingan serat nanas/*E-glass* (1:2) dengan rata-rata ketangguhan dampak sebesar 0,0102 J/mm², hal ini membuktikan bahwa semakin bertambahnya jumlah serat nanas

maka semakin bertambah pula nilai ketangguhan impact komposit. Nilai ketangguhan impact tersebut memiliki nilai yang lebih tinggi dibanding dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Fahmi dan Arifin (2014) dengan matrik yang digunakan yaitu resin epoksi dan fraksi volume yang digunakan antara resin epoksi/serat nanas/serat *E-glass* (70:18:12) sebesar 0,008 J/mm².

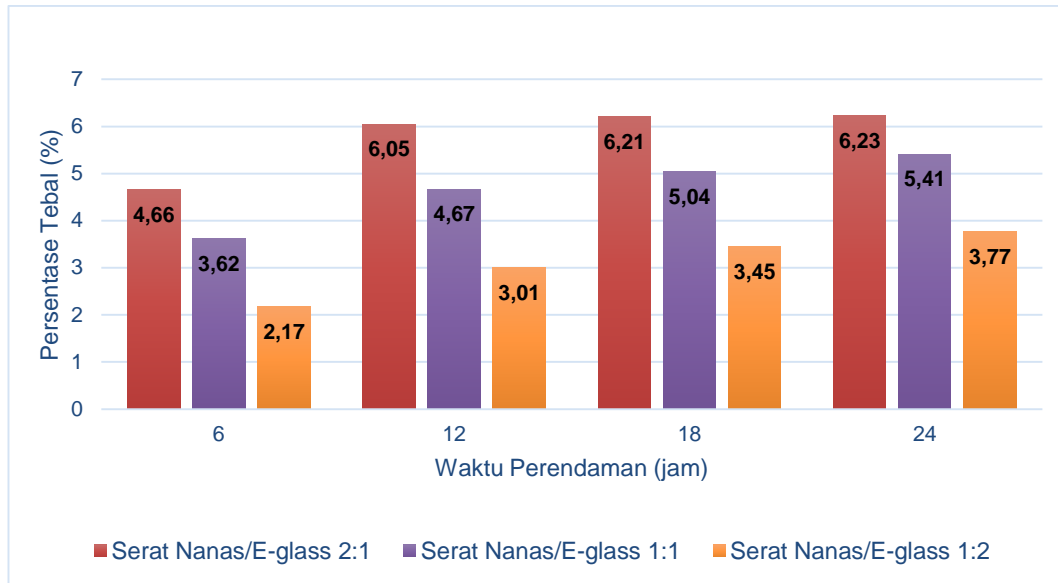
Berkaitan dengan hal tersebut, untuk mengetahui ketangguhan impact dari masing - masing *filler* murni tanpa hibrida yang digunakan maka dilakukan uji impact perbandingan antara serat nanas/polipropilen dengan serat *E-glass*/polipropilen. Dari grafik pada (**Gambar 1**) dapat diketahui bahwa nilai ketangguhan impact dari serat nanas/polipropilen lebih tinggi dari pada nilai ketangguhan impact serat *E-glass*/polipropilen. Melalui pengujian ketangguhan impact dari masing-masing *filler* murni tanpa hibrida tersebut menguatkan bukti bahwa pengaruh penambahan jumlah serat nanas pada komposit hibrida akan semakin meningkatkan nilai ketangguhan impact dimana ketangguhan impact semakin meningkat seiring dengan penambahan serat nanas.

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 2** dan **Gambar 3** dibawah ini.



Gambar 2. Grafik persentase daya serap air



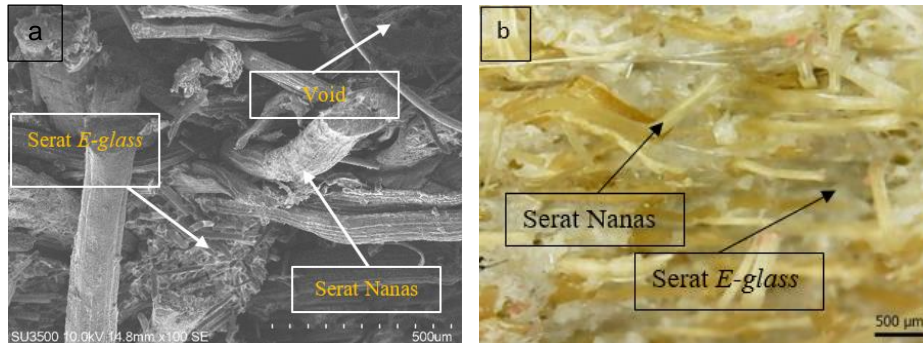
Gambar 3. Hasil pengujian *thickness swelling*

Dilihat dari **Gambar 2** bahwa persentase daya serap air terendah terdapat pada variasi serat nanas/ E-glass (1:2) 15 lamina dengan persentase daya serap air sebesar 5,69% selama 24 jam, dan titik jenuh penyerapan air terjadi pada 18 jam setelah dilakukan perendaman dimana persentase dari penambahan berat dan ketebalan tidak mengalami peningkatan yang signifikan. Dapat disimpulkan hal ini terjadi karena serat nanas merupakan serat alam yang memiliki sifat hidrofilik yaitu mudah menyerap air sehingga semakin bertambahnya jumlah fraksi volume serat nanas pada variasi perbandingan komposit semakin tinggi pula persentase nilai daya serap airnya. Sedangkan sifat dari serat E-glass yang merupakan serat sintesis memiliki sifat tidak mudah menyerap air karena terbuat dari bahan mineral bumi (kuarsa), dimana semakin bertambahnya jumlah fraksi volume serat E-glass pada variasi perbandingan komposit maka semakin rendah persentase nilai daya serapnya. Sedangkan hasil dari pengujian *thickness swelling* (**Gambar 3**) menunjukkan hasil yang sama dimana peningkatan ketebalan terendah pada variasi serat nanas/serat E-glass (1:2) 15 lamina dengan nilai persentase penambahan ketebalan sebesar 3,67% setelah 24 jam.

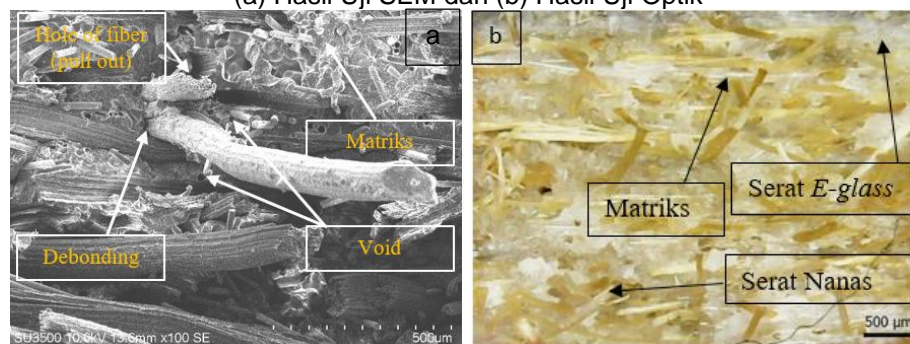
Dengan demikian hasil tersebut masih dapat dikatakan baik bila dibandingkan dengan hasil uji daya serap air yang telah dilakukan oleh Polta, dkk (2011) tentang daya serap air pada komposit hibrid serat batang sawit/polipropilen dengan penambahan MAPP sebesar 5% dan menggunakan fraksi volume filler/matriks 50/50, 60/40, 70/30 menghasilkan daya serap air terendah selama 24 jam sebesar 3,14%, 7,91%, 11,52%. Hal yang dapat berpengaruh pada presentase daya serap air adalah fraksi volume filler dan matriks dimana semakin banyak fraksi volume pada filler maka semakin tinggi pula presentase daya serap airnya.

3.3 Hasil Uji SEM dan Uji Optik

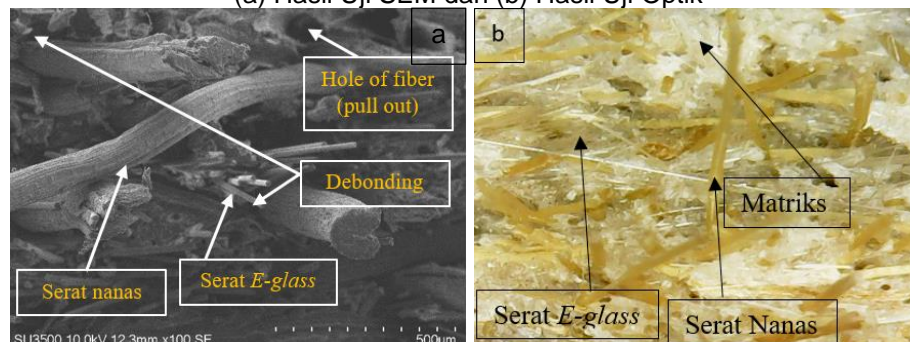
Hasil dari uji SEM dan uji optik masing masing variasi ditunjukkan pada **Gambar 4, 5, dan 6** berikut.



Gambar 4. Spesimen Variasi Serat Nanas/*E-glass* 2:1
 (a) Hasil Uji SEM dan (b) Hasil Uji Optik



Gambar 5. Spesimen Variasi Serat Nanas/*E-glass* 1:1
 (a) Hasil Uji SEM dan (b) Hasil Uji Optik



Gambar 6. Spesimen Variasi Serat Nanas/*E-glass* 1:2
 (a) Hasil Uji SEM dan (b) Hasil Uji Optik

Berdasarkan hasil foto uji optik ikatan antara matriks dan *filler* saling mengikat satu sama lain. Akan tetapi, distribusi dari penyebaran *filler* kurang merata karena proses fabrikasi menggunakan *hand lay up* yang mana hal ini menyebabkan nilai ketangguhan impact menurun.

Hasil uji pada spesimen komposit dengan SEM variasi serat nanas/serat *E-glass* 2:1 (**Gambar 4.a**) dapat dilihat bahwa distribusi dari serat nanas dan serat *E-glass* cukup merata. Akan tetapi di beberapa titik saja masih terdapat adanya *void* dan *hole of fiber (pull out)*. Sedangkan ikatan antara *filler* dan matriks dapat dikatakan bahwa matriks menempel pada serat, hal ini menunjukkan bahwa ikatan antara *filler* dan matriks relatif baik dan meningkatkan nilai ketangguhan impact.

Pada hasil uji pada spesimen komposit dengan SEM variasi serat nanas/serat *E-glass* 1:1 (**Gambar 5.a**) dapat dilihat adanya *void* yang menunjukkan bahwa pada proses fabrikasi ada udara yang masuk dan terjebak didalam komposit, selanjutnya dapat dilihat terdapat pula adanya *hole of fiber (pull out)*, *debonding* dan penyebaran dari *filler* masih

belum merata karena di beberapa titik masih terdapat serat *E-glass* yang menggumpal hal ini yang menyebabkan menurunnya kekuatan mekanis komposit.

Selanjutnya hasil uji spesimen komposit dengan SEM variasi serat nanas/serat *E-glass* 1:2 (**Gambar 6.a**) terdapat banyak sekali *void*, *hole of fiber (pull out)* dan *debonding* dengan jumlah yang banyak cacat berupa *void*, tercabutnya serat (*fiber pull out*) dan *debonding* ini yang menyebabkan penurunan nilai ketangguhan impak. Berkaitan dengan hal tersebut, dapat dibuktikan pula pada hasil grafik (**Gambar 1**) dimana nilai ketangguhan impak tertinggi yaitu pada variasi serat nanas/serat *E-glass* 2:1 dan terendah pada variasi serat nanas/serat *E-glass* 1:2.

4. KESIMPULAN

1. Hasil pengujian dari ketangguhan impak komposit menunjukkan nilai ketangguhan impak semakin tinggi seiring dengan penambahan fraksi volume serat nanas.
2. Pada pengujian daya serap air dan *thickness swelling* menunjukkan bahwa penambahan dari serat nanas akan meningkatkan kemampuan daya serap air melalui perubahan masa dan ketebalan pada komposit hibrid serat nanas/*E-glass*/polipropilen.
3. 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.
4. Dari poin 1, 2 dan 3 dapat disimpulkan bahwa komposit hibrid serat nanas/*E-glass*/polipropilen yang memiliki ketangguhan impak tertinggi pada variasi serat nanas/serat *E-glass* (2:1) dengan nilai ketangguhan impak sebesar 0,0193 J/mm² dan daya serap terendah pada variasi serat nanas/serat *E-glass* (1:2). Adanya kemungkinan pengaruh dari panjang serat yang digunakan menyebabkan penurunan nilai ketangguhan impak.

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 Serat Resin Epoxy/Serat *E-glass* dan Serat Daun Nanas Terhadap Ketangguhan. *Padang : Jurnal Teknik Mesin Vol.4, No.2*, pp 84-89.
- Firman, S. H., Muris, & Subaer. (2015). Studi Sifat Mekanik dan Morfologi Komposit Serat Daun Nanas-Epoxy Dintinjau Dari Fraksi Massa dengan Orientasi Serat Acak. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika, Nomor 2*, pp 185-191.
- Polta, B. I., Nirwana, & Bahruddin. (2011). Pengaruh Rasio Massa Serat Batang Sawit Terhadap Sifat dan Morfologi Material Wood Plastic Composite dari Campuran Polypropylene dan Batang Sawit. *Prosiding SNTK TOPI*, pp 03-10.
- Rahman, M. B., & Suwanda, T. (2010). Pengaruh Fraksi Volume Serat terhadap Peningkatan Kekuatan Impak Komposit Berpenguat Serat Nanas-Nanasan (*Bromeliaceae*) Kontinyu Searah dengan Matrik Unsaturated Polyester. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika, Vol. 13, No 2*, pp 137-144.
- Sigit. (2007). *Diskusi Pembuatan Komposit Sandwich*. Madiun: PT. INKA.