

FABRIKASI DAN KARAKTERISASI SIFAT MEKANIS DAN FISIS KOMPOSIT HIBRID LAMINAT NANAS/*E-GLASS*/POLYPROPYLENE DENGAN VARIASI PERBANDINGAN JUMLAH LAMINA

Sidik Permana^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: sidikpese77@gmail.com

INTISARI

Pemanfaatan limbah serat nanas dinilai masih belum optimal. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat komposit hibrid laminat serat nanas/*E-Glass* dengan matriks *Polypropylene* sebagai bahan alternatif *bumper* mobil serta mengetahui pengaruh variasi perbandingan jumlah lamina terhadap nilai ketangguhan impact dan daya serap air komposit. Fraksi volume matriks dan filler 70:30, sedangkan untuk perbandingan filler menggunakan 2:1 pada serat nanas dan *E-Glass*. Variasi yang digunakan adalah 10, 13, dan 15 lamina. Menggunakan metode *hot press* dengan fabrikasi secara *hand lay up*. ASTM D5942 untuk uji impact dan ASTM D570 untuk daya serap air. Hasil patahan uji impact dikarakterisasi menggunakan SEM dan mikroskop optik. Hasil dari penelitian ini menunjukkan semakin bertambahnya jumlah lamina nilai ketangguhan impact semakin tinggi yaitu pada komposit dengan variasi 15 lamina sebesar 0,0193 J/mm². Sedangkan hasil pengujian daya serap air menunjukkan bahwa presentase daya serap air dan *Thickness Swelling* terendah terdapat pada komposit dengan 10 lamina yaitu sebesar 4,89% dan 3,52%. Dari hasil SEM dan mikroskop optik pada patahan uji impact menunjukkan ikatan antara filler dan matriks relatif baik, adanya debonding, void dan fiber pull out menyebabkan nilai kekuatan mekanis menurun.

Kata Kunci : Komposit, serat nanas, serat *E-glass*, Polypropylene, uji impact, uji daya serap air

1. PENDAHULUAN

Penggunaan material yang memiliki efisiensi tinggi sangat di kedepankan pada era ini. Komposit serat alam merupakan material yang dinilai inovatif dalam penggunaannya karena memiliki sifat ramah lingkungan, murah, tidak mengalami korosi serta lentur sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai material pengganti logam. Serat alam menarik perhatian karena memiliki keunggulan yaitu sifat mekanik yang tinggi, selain itu juga harganya murah, bobotnya ringan, dan merupakan bahan alternatif yang *biodegradable* (Martin dkk, 2009). Kelebihan dari sifat mekanik komposit sangat tepat bila diaplikasikan menjadi komponen otomotif khususnya sebagai *bumper* mobil.

Secara umum komposit yang sudah diaplikasikan banyak yang menggunakan serat sintetis seperti serat *E-glass* dan serat karbon, namun serat sintetis memiliki sifat yang tidak ramah lingkungan dan termasuk dalam kategori polutan (Sigit, 2007). Kombinasi antara serat alam dan serat sintetis merupakan solusi untuk mengurangi dampak negatif dari penggunaan serat sintetis (Anam dkk, 2016). Berdasarkan hal tersebut, sudah banyak industri otomotif yang memanfaatkan komposit dengan menggunakan serat alam sebagai penguat. PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia mengembangkan serat kenaf (*Hibiscus Cannabinus L.*) sebagai komposit fiber board dengan orientasi serat acak bermatriks *Polypropylene*, digunakan untuk material alternatif pada interior kendaraan (Fauziah, 2009).

Melimpahnya tanaman penghasil serat di Indonesia membuat para peneliti berlomba-lomba dalam mengembangkan potensi serat alam sebagai penguat bahan komposit. Ada beberapa serat alam yang digunakan sebagai bahan untuk komposit diantaranya nanas, sisal, kenaf, bambu, batang pisang dan masih banyak lagi. Indonesia sebagai penghasil nanas terbesar ke 5 di dunia setelah Brazil, Thailand, Filipina dan Cina. Indonesia berada

pada urutan 19 di dunia dengan pangsa ekspor sebesar 0,47%. Selama ini pemanfaatannya hanya pada buah nanas sebagai bahan konsumsi, sementara bagian lain tanaman nanas masih kurang dimanfaatkan. Pemanfaatan serat daun nanas juga berpotensi sebagai bahan penguat komposit yang ramah lingkungan (Wijoyo dkk, 2011).

Fahmi dan Arifin (2014) melakukan pengujian ketangguhan impak pada komposit serat nanas e-glass dengan matriks resin epoxy dengan metode *hand lay up* dan menghasilkan ketangguhan impak tertinggi pada perbandingan matriks dan *filler* sebesar 70:30. Komposisi antara serat nanas dan e-glass yaitu 18% untuk serat nanas dan 12% serat e-glass. Nilai ketangguhan impak yang diperoleh sebesar 0,008 J/mm².

Penelitian yang dilakukan Nurahman dan Suwanda, (2010) menyatakan bahwa hasil dari pengujian impak pada komposit serat nanas nanasan (*Bromeliaceae*) dengan matriks *unsaturated polyester* menunjukkan ketangguhan impak pada kandungan serat 34,44% dan 39,85% sama yaitu sebesar 0,0046 J/mm².

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Wijoyo dan Nurhidayat (2013) menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah lamina (*layer*) pada komposit *sandwich* serat aren *polyester* dengan *core* pelepah pohon pisang, maka semakin besar ketangguhan impak komposit tersebut. Pada 1 lamina-pelepah-serat aren bagian bawah dengan 3 lamina serat aren pada bagian atas menghasilkan ketangguhan impak sebesar 0,143 J/mm² meningkat 14,69% dibandingkan dengan 1 lamina-pelepah-serat aren bagian bawah dengan 1 lamina serat aren pada bagian atas sebesar 0,0122 J/mm². Semakin banyak jumlah lamina mengakibatkan semakin besar energi yang diserap komposit. Sifat mekanis komposit dapat ditingkatkan dengan penambahan jumlah lamina.

Melihat besarnya potensi serat nanas sebagai bahan penguat komposit dengan pengaruh dari penambahan jumlah lamina yang mempengaruhi hasil ketangguhan mekanis serta kurangnya informasi tentang korelasi antara penambahan jumlah lamina terhadap kekuatan mekanis komposit maka peneliti melakukan penelitian tentang pengaruh jumlah penambahan lamina pada komposit hibrid serat nanas/*E-Glass/Polypropilene* dengan menggunakan variasi jumlah lamina, diantaranya 10, 13, dan 15 lamina. Komposisi matriks dan fillernya adalah 70:30, dengan perbandingan serat nanas/*E-Glass* adalah 2:1. Pemilihan variasi tersebut untuk memastikan apakah ada kenaikan atau tidak pada komposit hibrid serat nanas/*E-Glass/Polypropilene*, karena penelitian sebelumnya sudah menggunakan 13 lamina. Diharapkan pada penelitian ini dapat menghasilkan komposit hibrid dengan keunggulan ketangguhan impak tinggi dan dengan daya serap air yang rendah, serta dapat mengoptimalkan potensi serat nanas dibidang industri otomotif sebagai penguat komposit pada aplikasi *bumper* mobil.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Preparasi Serat dan *Polypropilene*

Serat nanas yang digunakan didapatkan dari industri rumahan yang berasal dari Blitar, Jawa Timur dan dibeli melalui situs Tokopedia. Persiapan pertama yang dilakukan mencuci lalu menyisir serat nanas agar tidak kusut, kemudian diberi perlakuan alkalisasi selama 4 jam menggunakan NaOH sebanyak 6%. Selanjutnya adalah proses penetralan menggunakan CH₃COOH sebanyak 1% selama 1 jam. Rendam dengan aquades selama 24 jam setelah itu keringkan dengan suhu ruangan selama 24 jam. Bila sudah kering potong serat nanas sepanjang 6 mm. Serat *E-Glass* diberi perlakuan dengan furnace selama 20 menit dengan suhu 400°C. Setelah itu potong sepanjang 6 mm. Plastik PP yang digunakan berupa lembaran. Fraksi volume pada matriks dan *filler* sebesar 70:30 dengan variasi perbandingan jumlah lamina sebesar 10, 13, dan 15 lamina.

2.2 Pembuatan Spesimen Komposit

Metode pembuatan komposit dengan hot press sedangkan pada fabrikasinya dengan *hand lay up*. Setelah perhitungan pada masa filler dan matriks sudah didapatkan maka selanjutnya adalah proses penimbangan untuk mendapatkan masa sesuai dengan lamina yang ditentukan. Tekanan pada hot press sebesar 125 kg/cm² dan dihold selama 10 menit pada suhu 165°C. Spesimen dibuat dua jenis yaitu untuk spesimen uji impak dengan ASTM D5942 dan daya serap air dengan ASTM D570.

2.3 Prosedur Pengujian

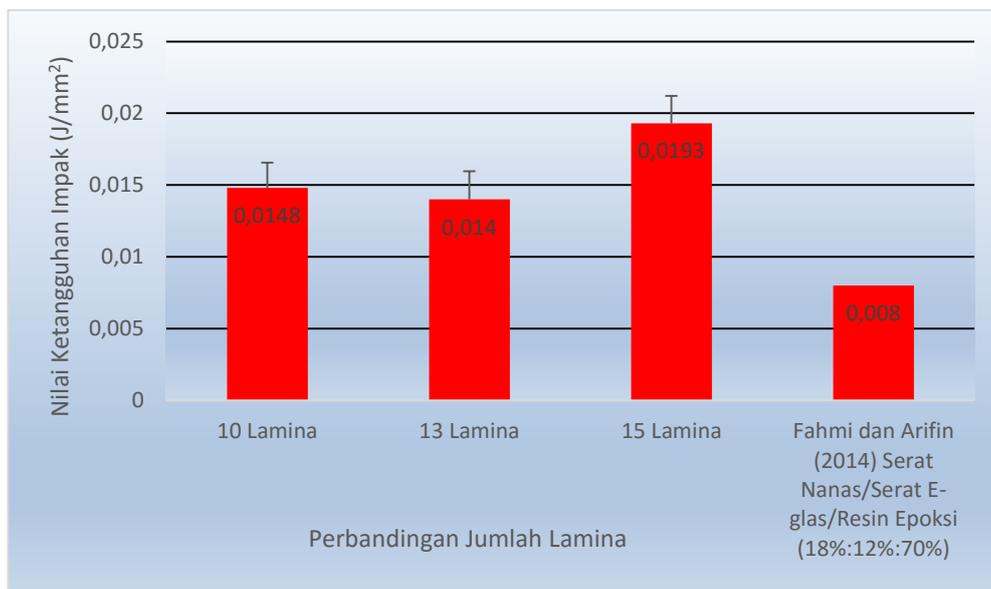
Pengujian impact dilakukan sesuai dengan standar ASTM D 5942 menggunakan impact *charpy* dengan tujuan untuk mengukur kekuatan material terhadap benturan dengan menumbuk benda kerja menggunakan sebuah pendulum yang di ayunkan. Berat pendulum uji impact *charpy* yang digunakan yaitu sebesar 10 Newton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

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

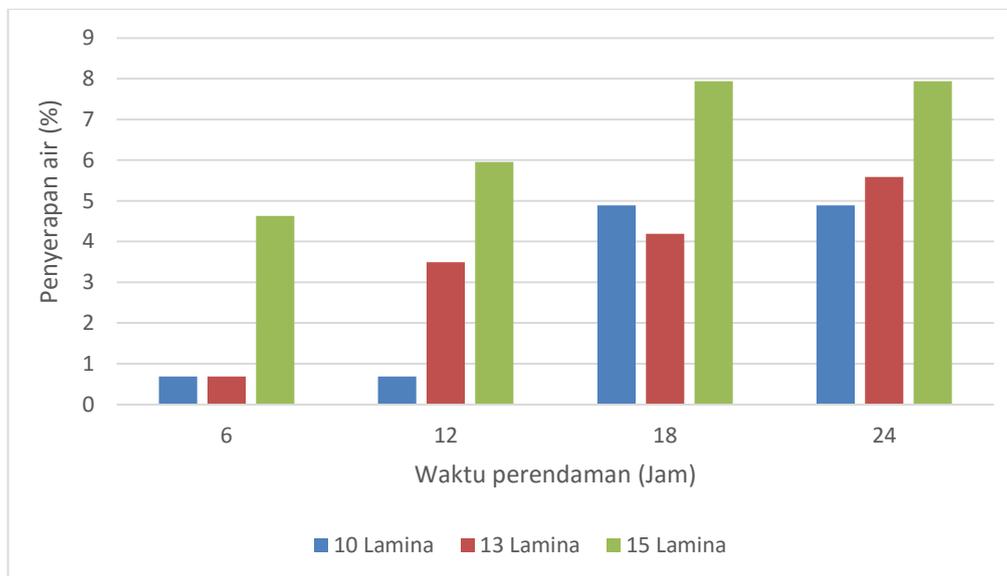


Gambar 1. Grafik Nilai Rata-Rata Ketangguhan Impact

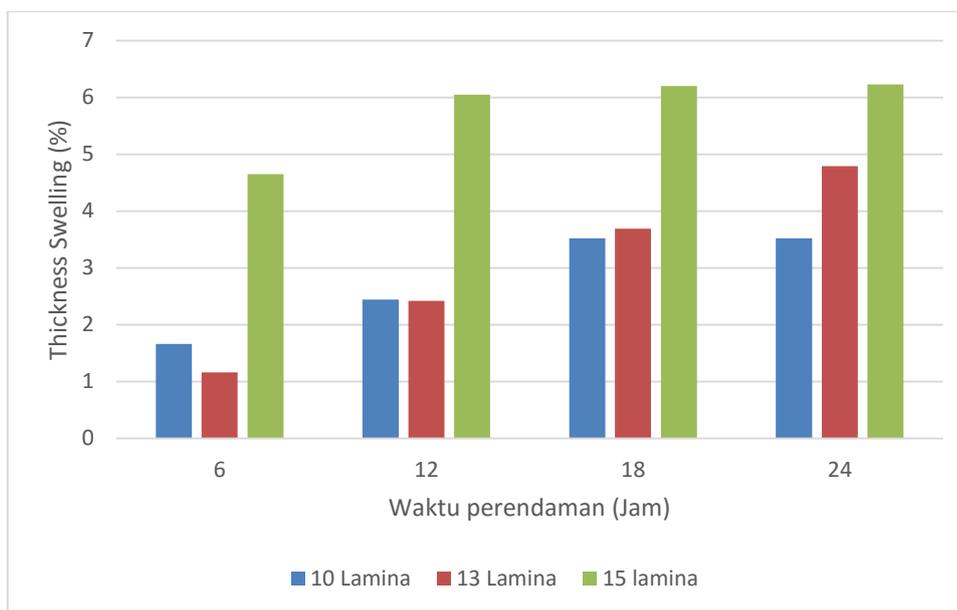
Berdasarkan gambar 1, dapat diketahui rata-rata ketangguhan impact tertinggi terdapat pada variasi 15 lamina yaitu sebesar 0,0193 Joule/mm² sedangkan pada 10 dan 13 lamina menunjukkan hasil yang hampir sama yaitu 0,0140 Joule/mm² dan 0,0148 Joule/mm². Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh peningkatan jumlah lamina memungkinkan mampu mendistribusikan beban kepada lapisan belakang berupa *filler* yang memiliki kekuatan lebih tinggi, sehingga nilai ketangguhan impactnya akan semakin tinggi. 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/*E-glass* (70:18:12) sebesar 0,008 J/mm².

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



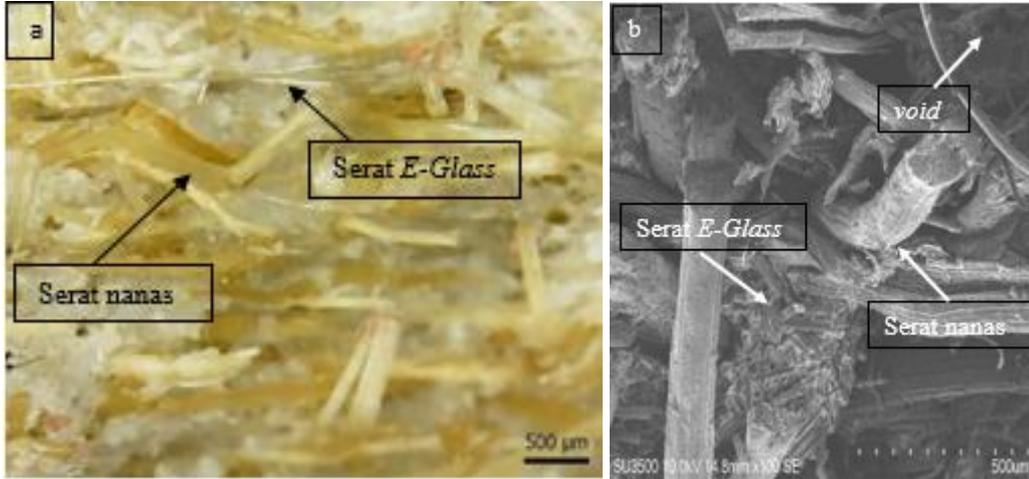
Gambar 3. Hasil pengujian *thickness swelling*

Dari gambar 2 dan 3 menunjukkan bahwa presentase daya serap air pada komposit serat nanas/*E-Glass*/PP dengan 15 lamina paling tinggi yaitu sebesar 7,94% dibandingkan dengan 13 dan 10 lamina yaitu sebesar 5,59% 4,89%. Hal ini terjadi karena jumlah lapisannya lebih banyak sehingga serat nanas yang memiliki sifat hidrofilik menyerap air lebih banyak. Kenaikan tertinggi terjadi pada waktu 12 jam menuju 18 jam, sedangkan pada waktu 24 jam tidak menunjukkan kenaikan yang signifikan atau cenderung tetap. Hal tersebut terjadi karena komposit sudah mengalami titik jenuh pada penyerapan airnya.

Pada hasil thickness swelling berbanding lurus dengan peresentase daya serap air, semakin tinggi presentase daya serap air semakin tinggi pula *thickness swelling*.

3.3 Hasil Uji SEM dan Uji Optik

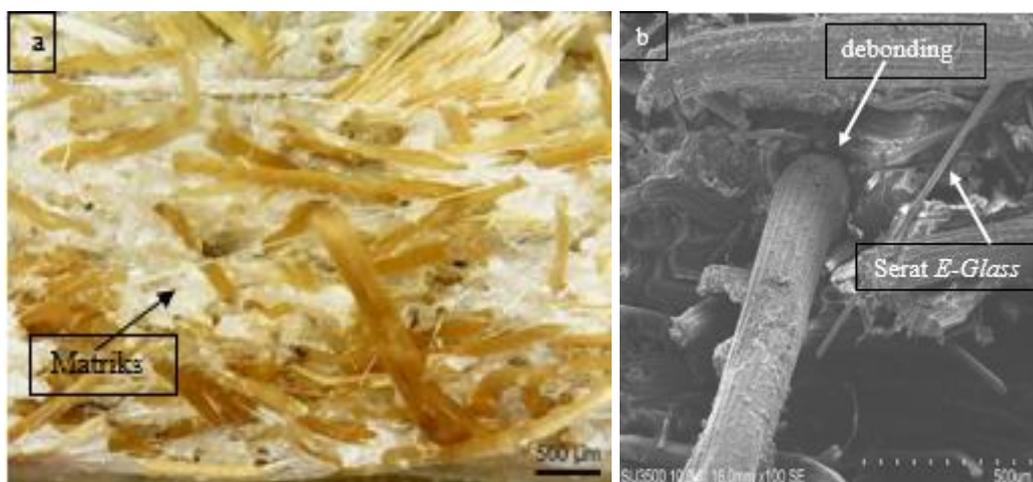
Hasil dari uji SEM dan uji optik masing masing variasi ditunjukkan pada gambar 4, 5, dan 6 berikut.



Gambar 4. Spesimen variasi 15 lamina (a) hasil uji optik, (b) hasil SEM



Gambar 5. Spesimen variasi 13 lamina (a) hasil uji optik, (b) hasil SEM



Gambar 6. Spesimen variasi 10 lamina (a) hasil uji optik, (b) hasil SEM

Hasil foto makro patahan dan SEM menunjukkan bahwa matrik terlihat menempel pada serat, hal ini menunjukkan bahwa ikatan yang terjadi antara matrik dan *filler* relatif baik. Fabrikasi yang digunakan adalah *hand lay up* sehingga penyebaran pada serat nanas dan E-Glass kurang merata terlihat pada hasil SEM adanya serat *E-Glass* yang menumpuk di beberapa titik tertentu hal tersebut yang membuat nilai ketangguhan impak menurun. Selain itu adanya void, debonding dan fiber pull out juga yang menyebabkan nilai ketangguhan impak menurun. Dapat disimpulkan dari hasil SEM tersebut spesimen yang memiliki cacat atau kerusakan paling sedikit memiliki nilai ketangguhan impak yang paling tinggi yaitu komposit dengan variasi 15 lamina.

4. KESIMPULAN

1. Hasil pengujian dari ketangguhan impak komposit menunjukkan nilai ketangguhan impak semakin tinggi seiring dengan bertambahnya jumlah lamina.
2. Pada hasil pengujian daya serap air dan *thickness swelling* menunjukkan seiring bertambahnya jumlah lamina maka persentase daya serap air dan *thickness swelling* akan semakin tinggi.
3. Hasil SEM menunjukkan ikatan antara *filler* dan matriks relatif baik, ada beberapa void, debonding dan fiber pull out yang menyebabkan kekuatan komposit menurun.
4. Dari poin 1, 2, 3 dapat disimpulkan bahwa komposit hibrid laminat serat nanas/*E-Glass/Polypropylene* memiliki nilai ketangguhan impak tertinggi pada variasi 15 lamina dengan nilai ketangguhan impak sebesar 0,0193 Joule/mm² dan persentase daya serap air terendah terdapat pada variasi 10 lamina dengan nilai persentase sebesar 4,89%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anam, K., Purnowidodo, A., & Yudhanto, A. O. (2015). Pengaruh Variasi Fraksi Volume Serat Daun Nanas dan Ukuran Cetakan terhadap Persentase 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. *Jurnal Teknik Mesin Vol.4, No.2* :84-89.
- Fauziah, H. (2009). Analisis Karakteristik Fisis dan Mekanis Papan Serat Kenaf (*Hibiscus Cannabinus L.*) Dengan Perak Polypropulene di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Indonesia
- Martin, R.H., Giannis, S., Mirza, S., & Hansen, K. (2009). Bio Composites in Challenging Automotive Applications, *Conference Proceedings, ICCM 17th, 27-31 July, Edinburgh, UK*, pp. 1-8.
- 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
- Wijoyo, Purnomo, C., Nurhidayat, A. (2011). Optimasi Kekuatan Tarik Serat Nanas (*Ananas Comosus L. Merr*) Sebagai Alternatif Bahan Komposit Serat Alam. *Teknik Mesin Universitas Surakarta. Jurnal Mekanika Vol.9 No.2*, Pp 268-277
- Wijoyo & Nurhidayat, A. (2013). Kajian Ketangguhan Impak Komposit Sandwich Serat Aren-*Polyester* Dengan Core Pelelah Pohon Pisang. *Prosiding Simposium Nasional RAPI XII FT UMS Surakarta*. Pp 111-116

