

ANALISIS VARIASI PANJANG SERAT DAN FRAKSI VOLUME TERHADAP SIFAT MEKANIK MATERIAL KOMPOSIT POLYESTER YANG DIPERKUAT SERAT DAUN LIDAH MERTUA

(VARIATION ANALYSIS OF FIBER LENGTH AND VOLUME FRACTION ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF COMPOSITE MATERIAL POLYESTER LEAF FIBER REINFORCED SANSEVIERIA TRIFASCIATA PRAIN)

Riyan Efendi¹, Sumarji², Yuni Hermawan²

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember

²Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

Jln. Kalimantan 37, Jember 68121

E-Mail: Sumarji.unej@gmail.com

Abstrak

Komposit serat alam telah dikembangkan untuk berbagai aplikasi. Salah satu serat alam yang berpotensi adalah serat daun lidah mertua. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh panjang serat dan fraksi volume serat daun lidah mertua terhadap kekuatan tarik dan ketangguhan impact komposit serat daun lidah mertua dengan matriks poliester. Penelitian ini menggunakan variasi panjang serat 10 mm, 30 mm, 50 mm dan variasi fraksi volume serat 5%, 10%, 15%, 20%. Proses pembuatan komposit dibuat dengan orientasi acak secara hand lay-up. Hasilnya menunjukkan bahwa nilai optimal kekuatan tarik terjadi pada variasi panjang serat 50 mm dan variasi fraksi volume 15% sebesar 1,18 N/mm². Sedangkan untuk nilai optimal dari ketangguhan impact terjadi pada variasi panjang serat 50 mm dan variasi fraksi volume 20% sebesar 1,05 J/mm². Sehingga ada pengaruh dari panjang serat dan fraksi volume serat daun lidah mertua terhadap sifat mekanik komposit poliester.

Kata Kunci: Serat alam, Lidah mertua

Abstract

Natural fiber composites have been developed for various applications. One of the potential of natural fibers are lidah mertua leaf fiber. The aim of this research is to investigate the influence of fiber length and volume fraction fiber leaf lidah mertua to tensile strength and impact strength composite is lidah mertua fiber leaf with matrix polyester. This research utilizes fiber length variations 10 mm, 30 mm, 50 mm and fiber fraction volume variations 5%, 10%, 15% and 20%. The process of making composites made with random orientation with method hand lay-up. The results showed that the optimum value of tensile strength occurs at variation length fiber 50 mm and variation 15% volume fraction as big as 1.18 N/mm². As for the optimal value of impact strenght occurs in fiber length variation of 50 mm and at 20% volume fraction variation of 1.05 J/mm². So there is the influence of fiber length and fraction volume leaves fiber the lidah mertua to the mechanical properties of polyester composites.

Keywords: Natural fiber, Lidah mertua

PENDAHULUAN

Dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat dalam bidang industri otomotif, terutama dalam meningkatkan kebutuhan produksinya seperti pembuatan interior mobil maupun helm. Salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan tersebut yaitu dengan menggunakan komposit serta alam. Penggunaan serat alam sebagai bahan komposit yang aplikasinya sebagai bahan pembuatan interior mobil maupun helm dikarenakan sifatnya yang *renewable*

atau terbarukan, dan biaya pembuatan yang relatif murah. Hal tersebut dilakukan agar dalam penggunaannya, suatu material mempunyai sifat resistansi yang baik terhadap berbagai perlakuan, seperti perlakuan panas, perlakuan mekanik, dan lain-lain. Perlakuan mekanik yang biasanya terjadi adalah saat material tersebut mengalami beban tarik dan dikenai benturan secara tiba-tiba (beban impact) dalam penggunaannya[1].

Peningkatan penggunaan material berbasis serat alam yang dapat diperbaharui adalah salah satu isu penting untuk

mengurangi pemakaian material komposit berbasis serat sintesis yang dapat merusak lingkungan dan membawa pada perubahan iklim secara global. Sebagai alasan, komponen dengan bahan yang diperkuat serat alam dapat diuraikan oleh bakteri (*biodegradability*) sehingga dapat menyelamatkan lingkungan dari pencemaran. Dengan demikian upaya terus dilakukan sebagai usaha pengembangan bahan komposit yang dapat diuraikan secara alami (*biocomposites*). Pertimbangan lain penggunaan serat alam adalah sumber yang melimpah, variasi serat, biaya rendah, density rendah, spesifik kekuatan dan modulus yang tinggi[2].

Pemanfaatan serat alam sebagai bahan komposit terus dikembangkan oleh para peneliti, mulai dari serat ramie, pandan, *abaca*, sisal, nanas dan lain-lain yang ditujukan pada aplikasi dibidang industri otomotif maupun elektronik. Untuk penelitian yang dilakukan secara terus-menerus tidak hanya meningkatkan performa ataupun aplikasinya, tetapi juga untuk menemukan serat alam lain yang belum teridentifikasi sifat mekaniknya dengan berbagai variasi tertentu. Serat daun lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) merupakan tanaman dari family *Sansevieria* dan salah satu jenis tanaman yang perlu diteliti, melihat tanaman ini mudah untuk dibudidayakan dan memiliki potensi yang sangat baik sebagai penguat komposit berbasis serat alam. Lidah mertua (*Sansevieria Trifasciata*) kadang dijuluki sebagai tali busur Afrika, macan tutul, kucing harimau, dan lain sebagainya. Selama ini serat daun *Sansevieria Trifasciata* digunakan sebagai tanaman hias dan obat penawar, namun setelah diteliti serat daun *Sansevieria Trifasciata* mengandung selulosa, lignin dan polisakarida.

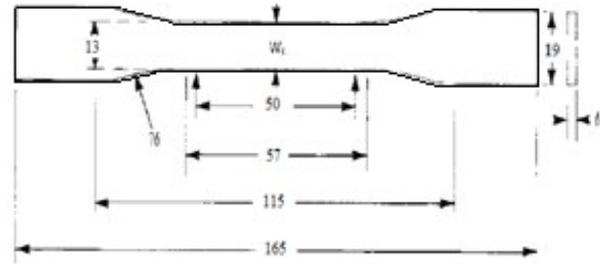
Penelitian sebelumnya oleh Bakri, dengan variasi panjang serat yang digunakan adalah 10 mm, 30 mm, dan 50 mm pada fraksi volume serat 20% komposit epoksi resin dengan *filler* serat *agave angustifolia haw*. Sedangkan pada penelitian ini, variabel yang diteliti adalah pengaruh panjang serat dan fraksi volume serat daun lidah mertua komposit *polyester*. Variasi panjang serat yang digunakan 10 mm, 30 mm, 50 mm dan fraksi volume serat 5%, 10%, 15%, 20%. Sehingga diharapkan dengan variasi panjang serat dan fraksi volume serat akan menghasilkan kekuatan tarik dan ketangguhan impact komposit yang bervariasi untuk mendukung pemanfaatan komposit alternatif

METODOLOGI PENELITIAN

Proses pengambilan serat daun lidah mertua dengan memotong bagian daun berukuran panjang 50 cm – 70 cm, dimana daun yang sudah didapat dicuci dengan air agar debu-debu yang menempel hilang. Setelah itu, melakukan penyerutan bagian daun menggunakan gelas atau pisau tumpul. Kemudian serat yang diperoleh dikeringkan dengan cara diangin-anginkan.

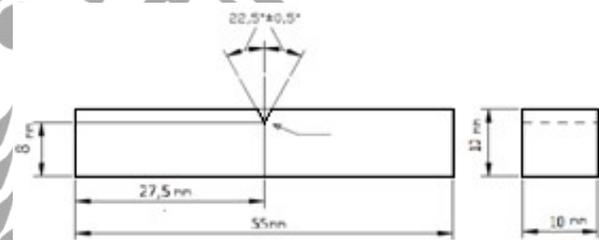
Untuk serat yang sudah kering, maka siap untuk dilakukan proses perlakuan alkali yaitu proses perendaman serat dengan larutan NaOH 1% selama 3 jam. Setelah selesai direndam, serat dicuci dengan air mineral dan serat dikeringkan lagi. Kemudian dilakukan pemotongan serat sesuai variasi ukuran dengan panjang 10 mm, 30 mm, 50mm sehingga serat siap dijadikan *filler* komposit.

Sedangkan proses pembuatan cetakan, untuk pengujian tarik mengacu pada ukuran standar spesimen uji tarik ASTM D 638 dengan daerah pencetakan 170 mm × 22 mm. Cetakan dibuat menggunakan acrylic dengan ketebalan 6 mm ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Profil Spesimen Uji Tarik

Untuk cetakan uji impact dibuat menggunakan acrylic dengan ketebalan 12 mm. Dimana ukuran mengacu pada standar spesimen uji impact ASTM D265 yang mempunyai daerah pencetakan 65 × 15 mm dengan tebal spesimen 10 mm ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Profil Spesimen Uji impact

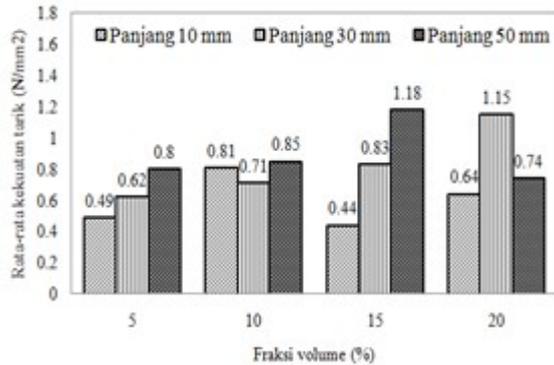
Proses pembuatan benda uji yaitu pengolesan cetakan dengan menggunakan margarine yang berfungsi untuk melekatkan plastik pada cetakan. Sedangkan Polyester dan hardener dituangkan sesuai perhitungan volume cetakan ke dalam gelas pencampur dan aduk hingga campuran tersebut merata. Kemudian tata serat secara acak dengan panjang 10 mm sebanyak 5%, 10%, 15% dan 20% volume ke dalam cetakan, setelah itu tuangkan resin yang telah dicampur dengan hardener secara merata pada cetakan komposit yang sudah berisi serat. Selanjutnya proses penataan serat diulangi dengan variasi yang berbeda yaitu panjang serat 30 mm, 50 mm dan variasi fraksi volume 5%, 10%, 15%, 20%. Untuk mengurangi terjadinya porositas atau void, maka dilakukan pengepresan komposit dengan menggunakan acrylic yang ditambah beban berupa batu. Setelah proses pencetakan selesai, maka proses pengeringan komposit dilakukan dalam waktu 2 jam sampai spesimen siap dilakukan pengujian.

Pengujian tarik menggunakan mesin Universal Testing merk Shimadzu, pengujian impact, dan pengamatan struktur mikro menggunakan mikroskop USB dengan perbesaran 100X dilaboratorium Desain dan Uji Bahan Universitas Jember. Serta dilakukan pengamatan secara makro menggunakan kamera Canon 550 d, 18,1 MP.

HASIL DAN PEMBAHASAN

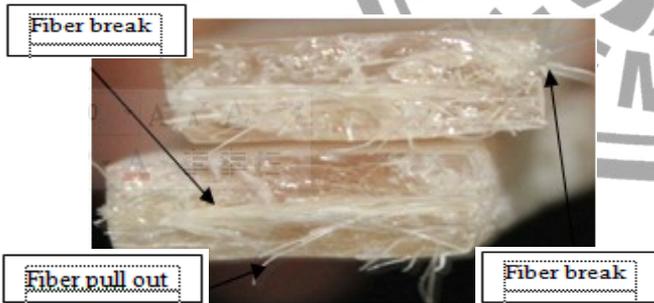
Hasil analisis kekuatan tarik

Berdasarkan hasil pengujian tarik dan pengujian hipotesa menggunakan *software* SPSS, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh panjang serat dan fraksi volume serat daun lidah mertua terhadap kekuatan tarik komposit yang dihasilkan. Uji tarik dilakukan untuk mengetahui beban tarik maksimal yang mampu ditanggung oleh spesimen atau material uji. Spesimen dicekam pada alat uji tarik dan akan dikenai beban tarik hingga spesimen patah. Adapun grafik nilai kekuatan tarik yang dihasilkan dari variasi panjang serat dan fraksi volume serat daun lidah mertua.



Gambar 3. Grafik Kekuatan Tarik Komposit Matriks Poliester Terhadap Variasi Panjang Serat Dan Fraksi Volume Serat Daun Lidah Mertua

Rata-rata kekuatan tariknya meningkat dari 0,62 N/mm² menjadi 1,15 N/mm² pada panjang serat 30 mm. Hal ini disebabkan tidak adanya *void* atau rongga dan jumlah *fiber break* yang semakin banyak. Untuk hasil kekuatan optimal terjadi pada panjang serat 50 mm dengan fraksi volume 15%, dimana nilai kekuatan tariknya sebesar 1,18 N/mm². Bentuk patahan ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Bentuk patahan spesimen uji tarik panjang serat 50 mm dan fraksi volume 15%.

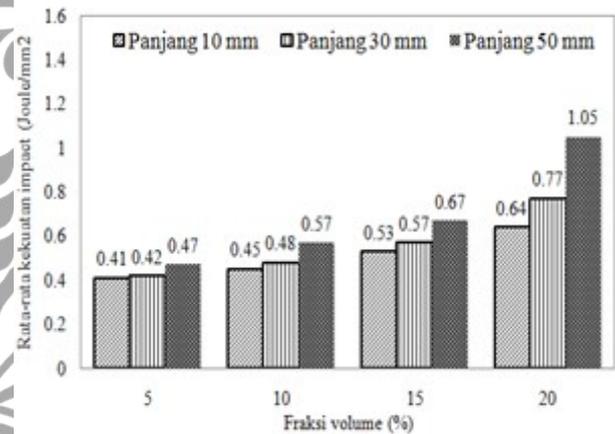
Nilai kekuatan tarik pada komposit sangat dipengaruhi oleh ikatan antara matriks dan penguatnya. Daya ikat komposit (*bonding strength*) mempengaruhi kekuatan komposit dalam menahan beban yang diberikan[3]. Sedangkan pada fraksi volume 20% dengan panjang 50 mm terjadi penurunan kekuatan tarik sebesar 0,74 N/mm².

Adanya penurunan untuk kekuatan tarik ini disebabkan karena fraksi volume yang semakin besar dan pada waktu penuangan resin dalam cetakan serat mengumpul disisi-sisi

pinggir pada cetakan, dan pada waktu ditekan secara *hand lay up* serat melipat pada bagian pinggirnya dan ada sebagian serat yang melipat keluar dari cetakan karena banyaknya volume serat, akibat dari itu serat yang berada pada bagian tengah menjadi melengkung, menyebabkan serat tidak mampu menahan konsentrasi beban yang diberikan dengan baik. Selain itu PE juga memiliki kelemahan yang kaku dan rapuh, dimana untuk nilai kekuatan PE murni tanpa serat adalah 0,42 N/mm². Sehingga perlu adanya penambahan penguat berupa serat.

Hasil analisis kekuatan impact

Dari hasil perhitungan data nilai kekuatan *impact* dan pengujian hipotesis menggunakan *software* spss, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh panjang serat dan fraksi volume serat terhadap nilai kekuatan *impact*. Serat sebagai penguat di dalam material komposit jelas memiliki peran yang sangat penting saat komposit menerima suatu beban karena beban yang diterima akan ditransfer hingga ke bagian serat. Oleh karena itu kekuatan dari material komposit dengan penguat berupa serat sangat dipengaruhi oleh kekuatan serat dan ikatan antara matriks dan serat.



Gambar 5. Grafik Kekuatan impact Komposit Matriks Poliester Terhadap Variasi Panjang Serat Dan Fraksi Volume Serat Daun Lidah Mertua

Hasil rata-rata nilai ketangguhan impact pada setiap variasi panjang serat dan fraksi volume serat mengalami peningkatan yang optimum, dimana terjadi pada panjang serat 50 mm dan fraksi volume 20% dengan nilai peningkatan dari fraksi volume 5% sebesar 0,47 Joule/mm² menjadi 1,05 Joule/mm² dengan fraksi volume 20%. Bentuk patahan ditunjukkan pada Gambar 6.

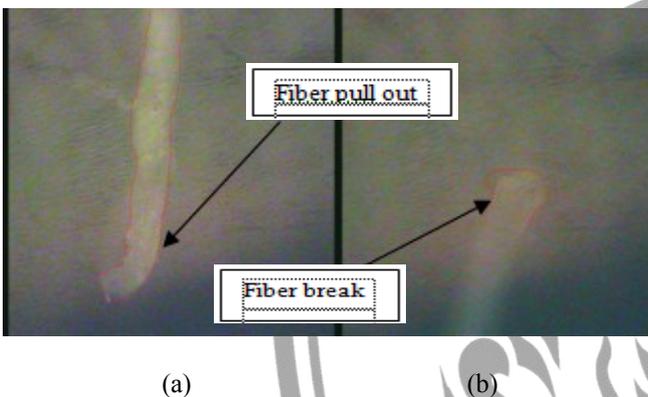


Gambar 6. Bentuk patahan spesimen uji impact panjang serat 50 mm dan fraksi volume 20%

Kenaikan ketangguhan *impact* ini disebabkan karena panjang serat yang digunakan dapat mempengaruhi kekuatan tarik komposit, serat melipat dengan baik pada cetakan dalam komposit uji. Adapun pengaruh lain karena adanya perubahan arah gaya longitudinal menjadi gaya transversal[4].

Hasil pengamatan struktur mikro

Pengambilan foto mikro penampang patahan spesimen setelah diuji tarik dan uji impact menggunakan mikroskop dapat menampilkan gambaran yang lebih jelas tentang fenomena-fenomena patahan yang terjadi pada spesimen serta dapat mengamati ikatan yang terjadi antara matriks poliester dan serat daun lidah mertua. Pada penelitian ini pengamatan dilakukan dengan perbesaran 100 X dan hasil pengamatan struktur mikro dari penampang patahan spesimen ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. (a) Struktur mikro patahan *fiber pull out* uji tarik dan uji impact. (b) Struktur mikro patahan *fiber break* uji tarik dan uji impact perbesaran 100X.

Dari pengamatan struktur mikro pada patahan spesimen uji kekuatan tarik dan kekuatan impact, terlihat terjadinya *fiber break*[5]. Hal tersebut diakibatkan karena adanya ikatan serat dan matriks menyatu dengan baik. Selain itu, adapun beberapa ikatan serat yang kurang menyatu dengan matriks yang digunakan (poliester) sehingga serat lepas (*fiber pull out*). Dimana serat yang mengalami *fiber pull out* akan mengakibatkan terjadinya *debonding* pada struktur patahan spesimen komposit.

Untuk analisa dari grafik kekuatan tarik komposit serat daun lidah mertua, nilai optimal kekuatan tarik terjadi pada panjang serat 50 mm dan penambahan persentase fraksi volume 15%. Sedangkan Nilai kekuatan tarik pada panjang serat 50 mm dan fraksi volume 20% cenderung menurun sebesar 36%. Hal tersebut diakibatkan karena penyebaran serat yang kurang merata sehingga serat saling menumpuk antara satu dengan lainnya dan akhirnya serat mengalami *fiber pull out*. Akan tetapi pada grafik kekuatan impact nilai kekuatannya cenderung semakin meningkat, hal itu disebabkan karena adanya perubahan arah gaya longitudinal menjadi gaya transversal. Dimana nilai optimal kekuatan impact terjadi pada panjang serat 50 mm dan persentase fraksi volume 20%.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. Nilai kekuatan tarik optimal serat daun lidah mertua terjadi pada panjang 50 mm dengan fraksi volume 15% adalah sebesar 1,18 N/mm². Sedangkan untuk panjang serat 50 mm dengan fraksi volume 20% nilai kekuatan tariknya menurun yaitu 0,74 N/mm².
2. Nilai kekuatan impact optimal terjadi pada panjang serat 50 mm dengan fraksi volume serat 20% adalah sebesar 1,05 J/mm².
3. Struktur mikro yang terlihat pada patahan spesimen, adalah *fiber break* dan *fiber pull out*.

saran

Beberapa saran yang dapat diberikan oleh penulis dari hasil penelitian ini antara lain:

1. Untuk penelitian selanjutnya, dalam pembuatan spesimen yang lebih merata dan halus supaya menggunakan cetakan dari kaca.
2. Proses penekanan pada saat pencetakan harus dilakukan secara merata agar cetakan terisi dengan resin secara menyeluruh sehingga ikatan antar serat dan matriks lebih baik.
3. Untuk melanjutkan penelitian ini dapat dilakukan pengujian mekanik lain (uji bending, uji tekan) guna melihat kekuatan mekanik lainnya dari komposit serat daun lidah mertua ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alvin., P., B., Christian. 2013. Pengaruh Variasi Tekanan Injeksi Temperature *Barrel* Terhadap Kekuatan Impact Pada Proses *Injection Moulding* Dengan Penambahan *Filler* Serbuk Arang Kayu 15%. Jember: Jurusan Teknik Mesin. Universitas Jember.
- [2] Musanif, Imran., S. 2011. Karakterisasi Serat Daun 'RZ' (*Sansevieria Trifasciata* Prain) Sebagai Material Penguat Komposit Berbasis Serat Alam. Jurnal Teknik Mesin Vol. 1, No. 2. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik. Politeknik Negeri Manado.
- [3] Fajri, R. Iskandar., Tarkono., Sugianto. 2013. Studi Sifat Mekanik Komposit Serat *Sansevieria Cylindryca* dengan Variasi Fraksi Volume Bermatrik *Polyester*. Jurnal Fema, Vol. 1, No. 2. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik. Universitas Lampung.
- [4] Herlina S, Nasmi., Zainuri, Achmad., dan Wahyu F. 2011. Pengaruh Panjang Serat dan Fraksi Volume Serat Pelepeh Kelapa Terhadap Ketangguhan *Impact* Komposit *Polyester*. Jurnal Teknik Vol. 1 No. 2. Teknik Mesin, Fakultas Teknik. Universitas Mataram.
- [5] Taufik, M ikhsan., Sugiyanto dan Zulhanif. 2013. Perilaku *Creep* pada Komposit *Polyester* dengan Serat Kulit Bambu Apus. Jurnal Fema Vol. 1, No. 1. Teknik Mesin. Universitas Lampung.