

# PENGARUH VARIASI PANJANG SERAT DAN VARIASI FRAKSI VOLUME TERHADAP KEKUATAN MEKANIK MATERIAL KOMPOSIT POLYESTER DENGAN PENGUAT SERAT DAUN NANAS

(EFFECT OF FIBER LENGTH VARIATION AND VOLUME FRACTION VARIATION OF MATERIALS MECHANICAL STRENGTH POLYESTER FIBER REINFORCED COMPOSITE LEAF PINEAPPLE.)

Aditya Wahyu P.<sup>1</sup>, Sumarji<sup>2</sup>, Dwi Djumhariyanto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Alumni Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

<sup>2</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

Jl. Kalimantan 37 Jember 68121

Email: Sumarji.unej@gmail.com

## Abstrak

Komposit menjadi salah satu bahan alternatif yang tengah dikembangkan dan banyak digunakan di dunia industri. Komposit yang menggunakan serat alam dipilih karena disamping murah juga ramah lingkungan. Salah satu serat alami yang ada disekitar kita dan memiliki potensi yang cukup baik adalah serat daun nanas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh panjang serat dan fraksi volume serat daun nanas terhadap kekuatan mekanik komposit serat daun nanas dimana resin yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin polyester. Pada penelitian ini digunakan pengujian tarik dan *impact*. Penelitian ini menggunakan serat panjang serat dengan variasi 10 mm, 30 mm, 50 mm dan variasi fraksi volume serat 5%, 10%, 15% dan 20%. Proses pembuatan komposit dibuat dengan orientasi acak dengan metode hand lay-up. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai optimum dari kekuatan tarik terjadi variasi panjang pada panjang serat 50mm dengan variasi volume 5% yaitu 0,6830 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan ketangguhan *impact* terbesar terdapat pada panjang serat 50mm dengan variasi volume 20% yaitu 0,8056 joule/mm<sup>2</sup>.

**Kata Kunci:** Komposit alam, Serat alam, Daun nanas

## Abstract

Composite become one of the alternatives that are being developed and widely used in the industrial world. The use of natural fiber composites have been too low in addition to environmentally friendly. One of the natural fiber that is around us and have a good potential is the pineapple leaf fibers. This study aims to determine the effect of fiber length and fiber volume fraction on the mechanical strength of pineapple leaf fiber composites where the pineapple leaf resin used in this study is polyester resin. In this study, the tensile and impact testing. This study used a variation of fiber length fiber with 10 mm, 30 mm, 50 mm and the variation of fiber volume fraction of 5%, 10%, 15% and 20%. The process of making composites made with random orientation with hand lay-up method. The results showed that the optimum value of tensile strength variation in the length of the fiber length of 50mm with a 5% volume variation is 0.6830 N/mm<sup>2</sup>. While the greatest impact toughness are the fiber-length of 50mm with a 20% volume variation is 0.8056 joule/mm<sup>2</sup>.

**Keywords:** Composit natural, Natural Fiber, Pineapple leaf

## PENDAHULUAN

Pada saat ini kemajuan teknologi di dunia perindustrian semakin pesat. Seiring dengan perkembangan teknologi industri, teknologi bahan pun seakan tak mau kalah dengan itu, para peneliti pun terus melakukan inovasi – inovasi baru, dengan mulai melirik suatu bahan yang berasal dari alam untuk dimanfaatkan dan di olah sehingga menambah nilai fungsinya, bukan hanya itu kelebihan serat alam yang ramah lingkungan dan biaya produksinya yang relatif lebih murah menjadikan serat alam kembali jadi pilihan untuk diolah menjadi sebuah material yang disebut komposit.

Komposit merupakan salah satu jenis bahan yang dibuat dengan penggabungan dua atau lebih macam bahan yang

mempunyai sifat berbeda menjadi satu material baru dengan sifat yang berbeda pula.[1] Komposit menggunakan serat alam merupakan suatu teknologi bahan yang sekarang mulai menggunakan bahan organik untuk penguatnya yang mempunyai sifat kuat, ringan, tahan korosi, ekonomis, dan sebagainya.

Keuntungan penggunaan komposit yaitu tahan korosi, rasio antara kekuatan dan massa jenisnya cukup tinggi (ringan), murah dan proses pembuatannya relatif mudah. Dengan banyaknya keuntungan yang dimiliki oleh teknologi komposit tersebut komposit sudah banyak diaplikasikan diberbagai bidang otomotif dan industri. Dengan keunggulan yang dimiliki komposit menggunakan serat alam itu bisa jadi

dikemudian hari akan menggeser logam sebagai bahan baku dalam dunia industri.

Daun nanas merupakan bahan buangan (limbah buah nanas) yang cukup banyak jumlahnya. Sejauh ini daun nanas belum dimanfaatkan secara komersial, melainkan hanya dibuang sebagai limbah saja. Padahal jumlah daun nanas yang cukup banyak akan memiliki nilai jual yang menguntungkan apabila dimanfaatkan sebagai bahan penguat komposit dan secara ekonomis sangat menguntungkan bagi produsen.

Penggunaan serat daun nanas sebagai komposit merupakan langkah yang tepat untuk mengembangkan dan memajukan material komposit menggunakan serat alam. Tumbuhan nanas sangat luas penyebarannya tumbuhan ini dapat di temukan di daerah tropis maupun sub tropis serta daerah yang mempunyai iklim basah maupun kering.

Kekuatan tarik komposit serat daun nanas dengan orientasi serat searah meningkat dengan semakin meningkatnya fraksi volume serat, namun hal ini terjadi sebaliknya pada komposit serat daun nanas dengan orientasi serat pendek acak sedangkan regangan tarik komposit serat daun nanas dengan orientasi serat searah dan serat pendek acak meningkat dengan semakin meningkatnya fraksi volume serat. Regangan tarik komposit serat daun nanas dengan orientasi serat pendek acak lebih tinggi dibandingkan dengan orientasi serat searah[1].

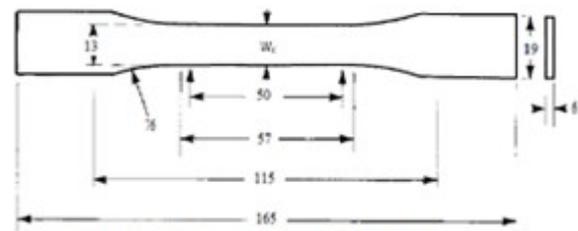
Pembuatan komposit dengan bahan epoxy dan serat daun nanas sebagai penguat dibuat dengan variasi komposisi, yaitu epoxy tanpa serat, 80:20, 60:40, dan 50: 50. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa sifat mekanik yang paling baik terdapat pada komposit dengan perbandingan *matrik : filler* yaitu 80:20, dimana nilai uji tarik dan *impact* maksimum yang paling baik didapatkan pada komposisi tersebut dengan struktur serat tersusun teratur. Nilai kekuatan tarik yang dihasilkan adalah  $160,8 \text{ kg/cm}^2$  dan nilai kekuatan uji *impact* mencapai  $0,064 \text{ j/mm}^2$ [2]

## METODE PENELITIAN

Proses pengambilan serat daun nanas 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.

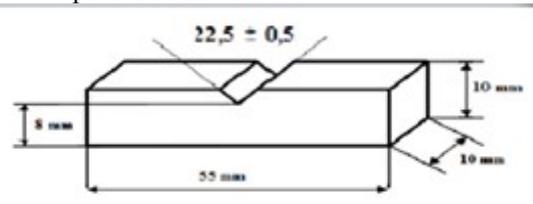
Untuk serat yang sudah kering, maka siap untuk dilakukan proses perlakuan alkali yaitu proses perendaman serat dengan larutan NaOH 4% selama 2 jam. Setelah selesai direndam, serat dicuci dengan air mineral dan serat dikeringkan lagi. Kemudian dilakukan pemotongan serat sesuai variasi ukuran dengan panjang 10 mm, 30 mm, 50mm dan proses selanjutnya adalah penimbangan sesuai fraksi volume 5%, 10%,15%, 20% sehingga serat siap dijadikan *filler* komposit.

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



Gambar 1. Profil Spesimen Uji Tarik

Untuk proses pembuatan cetakan pengujian *Impact* cetakan dibuat menggunakan acrylic dengan ketebalan 12 mm yang mengacu pada ukuran standar spesimen uji tarik ASTM D 265 dengan daerah pencetakan 60 mm × 15 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 dengan waktu 2 jam sampai spesimen siap dilakukan pengujian.

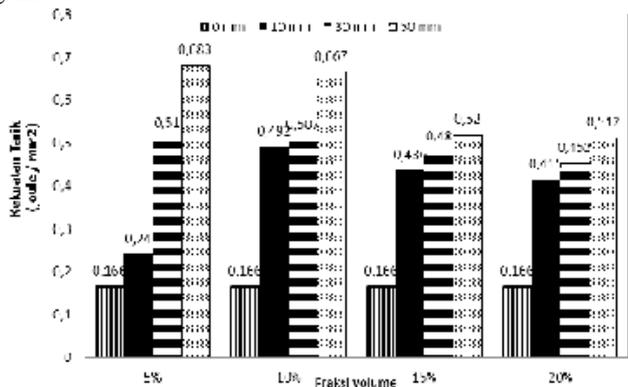
Pengujian tarik menggunakan mesin Universal Testing merk Shimadzu, Pengujian *Impact* dan pengamatan striktur mikro menggunakan mikroskop USB dengan perbesaran 100X dilaboratorium Desain dan Uji Bahan Universitas Jember, serta dilakukan pengamatan secara makro menggunakan kamera Canon 550 d 18,1 MP

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil analisis kekuatan tarik

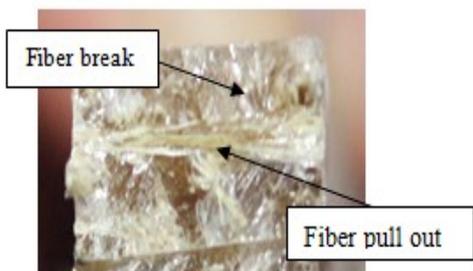
Berdasarkan hasil pengujian tarik dan pengujian hipotesa menggunakan *software* SPSS, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh panjang serat dan fraksi volume serat daun nanas terhadap kekuatan tarik komposit yang dihasilkan. Uji tarik dilakukan untuk mengetahui beban tarik maksimal yang mampu ditanggung 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 nanas ditunjukkan oleh gambar 4.



Gambar 4. Grafik Kekuatan Tarik Komposit Matriks Polyester Terhadap Variasi Panjang Serat dan Fraksi Volume Serat Daun serat.

Pada panjang serat 0mm atau 100% polyester kekuatan tarik 0,166 N/mm<sup>2</sup> kemudian pada panjang serat 10mm, terlihat kenaikan kekuatan tarik 60% dari volume serat 0% ke 5% yaitu 0,24 N/mm<sup>2</sup> dan naik 104% ke volume serat 10% yaitu 0,492 N/mm<sup>2</sup> dan mengalami penurunan 12% pada volume 15 % yaitu 0,436 N/mm<sup>2</sup> dan mengalami penurunan 4% pada fraksi volume 20% yaitu 0,415 N/mm<sup>2</sup>. Nilai kekuatan tarik terbesar yaitu pada panjang serat 50mm dengan fraksi volume 5% dengan bentuk patahan ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Patahan spesimen uji tarik panjang serat 50mm dengan fraksi volume 5%.

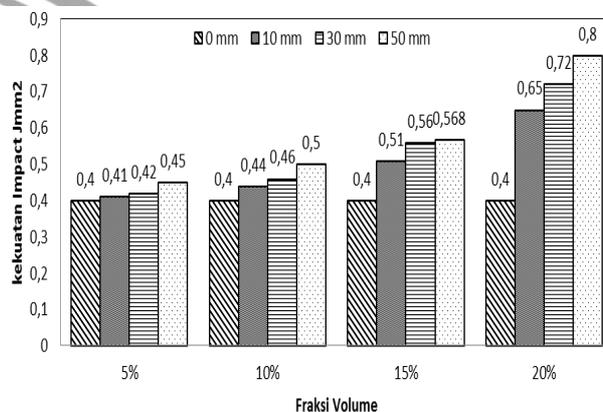
Penurunan kekuatan tarik komposit serat pendek acak ini disebabkan oleh tidak sempurnanya ikatan antara serat dan matriks seiring dengan penambahan volume serat pada komposit sehingga menimbulkan banyaknya void. Selain itu orientasi serat yang acak tidak mampu secara optimum menahan gaya yang diberikan pada arah dimana gaya bekerja[3].

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 0,166 N/mm<sup>2</sup>. Sehingga perlu adanya penambahan penguat berupa serat.

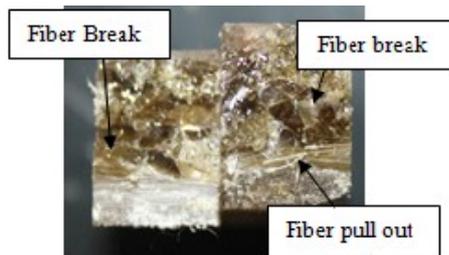
**Hasil analisis kekuatan *impact***

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. Adapun grafik nilai kekuatan *impact* yang dihasilkan dari variasi panjang serat dan fraksi volume serat daun nanas ditunjukkan pada Gambar 5



Gambar 5. Grafik Kekuatan *Impact* Komposit Matriks Polyester Terhadap Variasi Panjang Serat dan Fraksi Volume Serat Daun Nanas.

Berdasarkan pengujian *impact* yang telah dilakukan, pada 100% polyester memiliki kekuatan *Impact* 0,4 joule/mm<sup>2</sup> dan pada panjang serat 10mm dengan 5% serat mengalami kenaikan 2,5% yaitu 0,416 joule/mm<sup>2</sup>, kemudian pada penambahan 10% nilai rata-rata kekuatan *impact* meningkat 7% menjadi 0,446joule/mm<sup>2</sup>. Pada persentase fraksi volume sebesar 15% nilai rata-rata kekuatan *impact* meningkat 16% yaitu 0,510 joule/mm<sup>2</sup> Pada persentase 20% nilai rata-rata kekuatan *impact* mengalami kenaikan 27% menjadi 0,653 joule/mm<sup>2</sup>, nilai ketangguhan *impact* terbesar adalah pada panjang serat 50mm dengan fraksi volume 20% dengan bentuk patahan ditunjukkan pada Gambar 6.

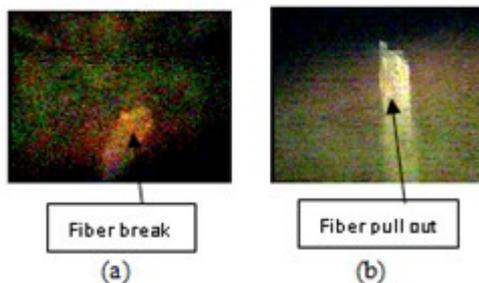


Gambar 6. Patahan spesimen panjang serat 50mm fraksi volume 20%

Hal ini karena ikatan yang bagus antara matriks dan serat yang ditandai banyaknya *fiber break*, kenaikan ketangguhan impact ini disebabkan adanya penambahan volume serat yang digunakan dan dengan volume ini serat menyebar lebih merata dan serat melengkung di dalam cetakan dikarenakan ukuran serat yang lebih panjang daripada ukuran panjang specimen (cetakan) sehingga kondisi serat tersebut menyebabkan serat mampu meneruskan energi yang lebih merata antara serat dengan serat dibandingkan resin sehingga butuh energi yang besar untuk mematahkan specimen.[3].

### 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 polyester dan serat daun nanas. Pada penelitian ini pengamatan dilakukan dengan perbesaran 100 X dan dari 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.

Pada waktu pengujian, serat yang memiliki kekuatan lebih besar dan mempunyai ikatan (bonding) lebih baik akan terjadi *fiber break* dan serat yang memiliki kekuatan tarik dan ikatan dengan matriks lebih kecil akan terjadi *pull out* atau terlepasnya serat dari matriks [4].

### KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Kekuatan tarik terbesar terdapat pada panjang serat 50mm dengan variasi fraksi volume 5% yaitu 0,6830 N/mm<sup>2</sup>.
2. Ketangguhan *impact* terbesar terdapat pada panjang serat 50mm dengan variasi volume 20% yaitu 0,8056 joule/mm<sup>2</sup>.
3. Pada struktur mikro dapat diketahui bahwa kegagalan atau cacat yang terjadi pada patahan adalah adanya serat terlepas atau *fibers pull out* akibat ikatan yang lemah antara matriks dan serat, serta adanya celah pada *interface* akibat kegagalan matriks mengikat serat yang jumlahnya terlalu banyak.

### saran

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

1. Untuk penelitian selanjutnya, dalam pembuatan specimen menggunakan cetakan dari kaca agar hasil merata dan halus.
2. Proses penuangan resin harus lebih cermat serta 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] Dwi S.P., Herlina N.S, Gede D.P.P 2012. *Pengaruh Orientasi Dan Fraksi Volume Serat Daun Nanas (Ananas Comosus) Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Tak Jenuh (Up)* Universitas Mataram, Mataram
- [2] Rihayat, Teuku dan Suryani. 2011. *Pembuatan Polimer Komposit Ramah Lingkungan Untuk Aplikasi Industri Otomotif Dan Elektronik. Teknik Kimia, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Aceh*
- [3] Herlina, Nasmi Sari, Zainuri A, Wahyu F. 2011. *Pengaruh Panjang Serat Dan Fraksi Volume Serat Pelepeh Kelapa Terhadap Ketangguhan Impact Komposit Polyester.* Teknik Mesin Universitas Mataram, Mataram
- [4] Ikhsan, Sugiyanto dan Zulhanif. 2013. *Perilaku Creep Pada Komposit Polyester Dengan Serat Kulit Bambu Apus.* Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung