



## **Uji Mekanik Komposit Berpenguat Serat Pandan Duri dan Resin Polyester Dengan Variasi Komposisi Metoda Fraksi Berat**

**Muhammad<sup>1\*</sup>** dan Reza Putra<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, Aceh, Indonesia.

\*muhammadab91@gmail.com, +62 812 2794 4233

### **Abstrak**

*Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh nilai kekuatan tarik optimal dari komposit berpenguat serat pandan duri dan resin polyester melalui perbandingan variasi komposisi metoda fraksi berat. Proses pembuatan spesimen uji dengan bahan serat pandan duri dan resin polyester sesuai dengan standar uji tarik ASTM D3039. Variasi perbandingan fraksi berat untuk resin dan serat adalah 30% : 70% ; 40% : 60% dan 50% : 50%. Hasil penelitian menunjukkan nilai kekuatan tarik maksimal adalah pada perbandingan komposisi komposit 40% berat resin polyester dan 60 % berat serat pandan duri, yaitu 0.45 Kg.f/mm<sup>2</sup> dengan nilai beban maksimum rata yang mampu ditahan sebesar 43.87 Kg.f. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan komposit berpenguat serat pandan duri dengan resin polyester telah memenuhi nilai standar minimum untuk sebuah material baru fibreboard berdasarkan ISO 17064:2010.*

**Kata kunci** : Uji Tarik, Serat pandan duri, Resin polyester, fibreboard, ASTM D3039

### **1. Pendahuluan**

Serat alami sekarang banyak digunakan karena jumlahnya banyak dan sangat murah jadi sering dimanfaatkan sebagai material penguat seperti serat pandan duri. Ketergantungan terhadap material logam dan plastik juga dialih fungsikan seperti halnya material komposit. Komposit adalah suatu bahan padat yang dihasilkan dari gabungan dua atau lebih bahan yang berbeda untuk memperoleh sifat-sifat yang lebih baik. Tanaman pandan duri termasuk dalam suku Pandanaceae. Tanaman ini tersebar luas sebagai tanaman liar yang dapat tumbuh pada daerah berpasir hingga daerah pengunungan.

Salah satu jenis pandan yang hidup tersebar luas di daerah-daerah terbuka didataran rendah adalah pandan duri. Pandan inilah yang utama digunakan sebagai bahan baku anyaman karena mempunyai serat yang kuat dan daun yang

panjang yang mencapai hingga 1-3 m dengan lebar 2-16 cm. Umumnya jenis ini tumbuh disepanjang pantai yang landai dan membentuk kelompok-kelompok yang padat. Di Jawa, jenis ini dikenal ada 4 macam yaitu jenis Samak, Litoralis, Laevis, dan Variegatus. Jenis pandan yang termasuk jenis Samak adalah pandan betok, pandan jaksi, pandan jaraim, pandan duri, pandan kapur, pandan tikar, pandan cucuk, pandan semak, dan pandan ijo yang terdapat masing-masing di P. Bawean, Tasikmalaya, dan Tangerang. Jenis ini umum ditanam untuk dimanfaatkan daunnya karena mempunyai daun yang tipis.

Efendi, menyelidiki pengaruh perlakuan campuran serat pandan duri dengan polyester terhadap sifat tarik dan kekuatan lentur komposit berpenguat serat pandan duri (susunan vertical, horizontal dan acak) dengan matrik polyester. Dari hasil penelitian uji tarik untuk susunan serat yang disusun vertikal untuk hasil tegangan tarik maksimum yang terkecil dengan serat Vf 5% = 46,55 Mpa, sedangkan tegangan tarik maksimum yang terbesar Vf 25% = 50,06 Mpa, untuk hasil uji tarik serat yang disusun horizontal tegangan tarik maksimum terkecil dengan serat Vf 5% = 59,43 Mpa, sedangkan tegangan tarik serat maksimum terbesar Vf 25% = 63,45 Mpa. Untuk hasil uji tarik susunan acak didapat hasil terkecil Vf 5% = 71,167 Mpa, sedangkan tegangan tarik yang terbesar serat Vf 25% = 75,1 Mpa.

Johan (2011), mengkaji kelayakan serat daun pandan berbanding fiber glass sebagai penguat material komposit. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa : Kekuatan tarik serat pandan 1,5 kali dari kekuatan tarik *fiber glass*. Kekuatan tarik serat pandan  $39,036 \text{ kg/mm}^2$  sedangkan kekuatan tarik *fiber glass*  $21,65 \text{ kg/mm}^2$ . Kekuatan tarik komposit alami lebih rendah dari komposit sintetis. Kekuatan tarik komposit alami  $3,03 \text{ kg/mm}^2$  sedangkan kekuatan tarik komposit sintetis  $3,77 \text{ kg/mm}^2$ . Berat jenis serat pandan lebih rendah dari berat jenis fiber glass. Berat jenis serat pandan  $0,9574 \text{ gram/cm}^3$  sedangkan berat jenis fiber glass  $2,19 \text{ gram/cm}^3$ . Serat dari daun pandan layak digunakan sebagai material komposit, tetapi belum ditemukan matrik yang cocok dan perlakuan yang sesuai.

Mariatti dkk (2008) mempelajari sifat ketidakjenuhan polyester dengan pengisi serat pisang dan serat pandan, dan ternyata serat pisang sebagai pengisi

mempunyai kekuatan mekanik (kekuatan tarik dan kekuatan lentur) lebih besar dibandingkan dengan serat pandan, akan tetapi pada penelitian yang dilakukan oleh Raghavendra dkk (2012) dengan meningkatnya kekuatan mekanik serat pisang, regangan (*tensile strain*) serat menurun. Hal ini terjadi karena interaksi adhesif-interfasial antara serat dan matrik mempengaruhi sifat mekanik komposit.

Setyawan (2012), telah meneliti komposit manufaktur dengan metode hand lay-up dengan fraksi volume serat 10%, 20%, 30%, dan 40% dengan orientasi serat pendek searah dan acak daun nanas. pengujian spesimen dilakukan dengan ASTM D3039 kekuatan tarik standar. Sebagai hasil diketahui bahwa kekuatan tarik komposit meningkat dengan meningkatnya fraksi volume serat untuk orientasi serat searah, hal ini berbanding terbalik untuk orientasi acak serat pendek.

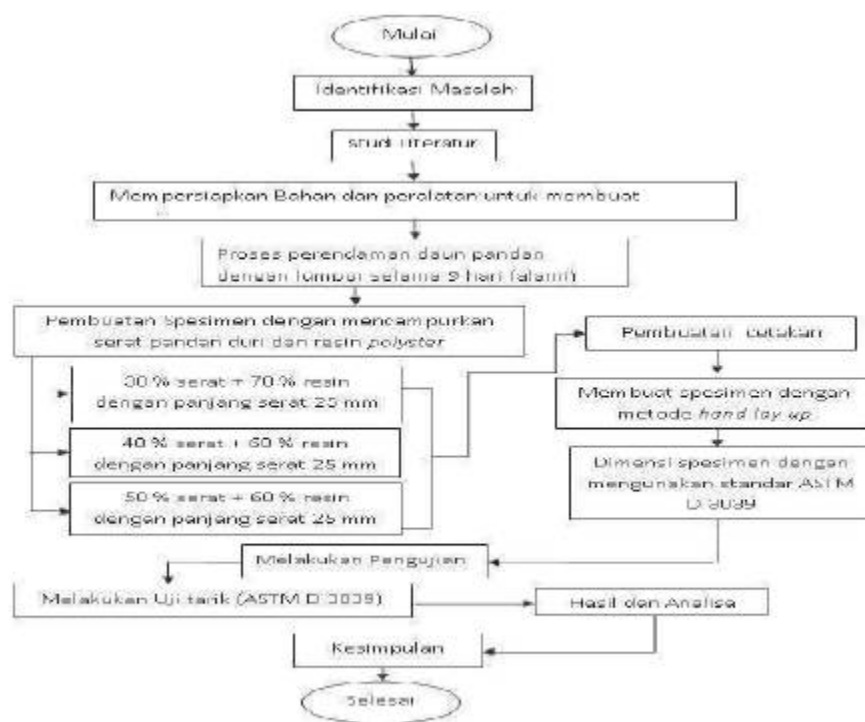
Dari beberapa data di atas perlu adanya penelitian tentang uji mekanik komposit berpenguat serat pandan duri dan resin polyester dengan variasi komposisi metoda fraksi berat, karena serat alam sangat berpotensi untuk menggantikan serat sintesis yang tidak ramah lingkungan.

## 2. Metode Penelitian

Proses jalannya penelitian dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini. Matrik dalam komposit berfungsi sebagai bahan mengikat serat menjadi sebuah unit struktur, melindungi dari perusakan eksternal, meneruskan atau memindahkan beban eksternal pada bidang geser antara serat dan matrik, sehingga matrik dan serat saling berhubungan. Pembuatan komposit serat membutuhkan ikatan permukaan yang kuat antara *serat* dan *matrik*. Selain itu matrik juga harus mempunyai kecocokan secara kimia agar reaksi yang tidak diinginkan tidak terjadi pada permukaan kontak antara keduanya. Untuk memilih matrik harus diperhatikan sifat-sifatnya, antara lain seperti tahan terhadap panas, tahan cuaca yang buruk dan tahan terhadap guncangan yang biasanya menjadi pertimbangan dalam pemilihan material matrik.

Dalam pembuatan sebuah material komposit, suatu pengkombinasian optimum dari sifat-sifat bahan penyusunnya untuk mendapatkan sifat-sifat tunggal

sangat diharapkan. Beberapa material komposit polymer diperkuat serbuk yang memiliki kombinasi sifat-sifat yang ringan, kaku, kuat dan mempunyai nilai kekerasan yang cukup tinggi. Disamping itu juga sifat dari material komposit dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu material yang digunakan sebagai bentuk komponen dalam komposit, bentuk geometri dari unsur-unsur pokok dan akibat struktur dari sistem komposit, cara dimana bentuk satu mempengaruhi bentuk lainnya.



Menurut Agarwal dan Broutman, yaitu menyatakan bahwa bahan komposit mempunyai ciri-ciri yang berbeda dan komposisi untuk menghasilkan suatu bahan yang mempunyai sifat dan ciri tertentu yang berbeda dari sifat dan ciri konstituen asalnya. Di samping itu konstituen asal masih kekal dan dihubungkan melalui suatu antara muka.

Kemajuan kini telah mendorong peningkatan dalam permintaan terhadap bahan komposit. Perkembangan bidang sciences dan teknologi mulai menyulitkan bahan konvensional seperti logam untuk memenuhi keperluan aplikasi baru. Bidang angkasa lepas, perkapalan, *automobile* dan industri pengangkutan

merupakan contoh aplikasi yang memerlukan bahan-bahan yang berdensity rendah, tahan karat, kuat, kokoh dan tegar. Dalam kebanyakan bahan konvensional, walaupun kuat ia mempunyai density yang tinggi dan rapuh. Sifat maupun karakteristik dari komposit ditentukan oleh:

a) Material yang menjadi penyusun komposit.

Karakteristik komposit ditentukan berdasarkan karakteristik material penyusun menurut *rule of mixture* sehingga akan berbanding secara proporsional.

b) Bentuk dan penyusunan struktural dari penyusun.

Bentuk dan cara penyusunan komposit akan mempengaruhi karakteristik komposit.

c) Interaksi antar penyusun.

Bila terjadi interaksi antar penyusun akan meningkatkan sifat dari komposit.

Salah satu jenis pandan yang hidup tersebar luas di daerah-daerah terbuka di dataran rendah adalah pandan duri. Pandan inilah yang utama digunakan sebagai bahan baku anyaman karena mempunyai serat yang kuat dan daun yang panjang yang mencapai hingga 1-3 m dengan lebar 2-16 cm. Umumnya jenis ini tumbuh disepanjang pantai yang landai dan membentuk kelompok-kelompok yang padat. Di Jawa, jenis ini dikenal ada 4 macam yaitu jenis Samak, Litoralis, Laevis, dan Variegatus. Jenis pandan yang termasuk jenis Samak adalah pandan betok, pandan jaksi, pandan jaraim, pandan duri, pandan kapur, pandan tikar, pandan cucuk, pandan semak, dan pandan ijo yang terdapat masing-masing di P. Bawean, Tasikmalaya, dan Tangerang. Jenis ini umum ditanam untuk dimanfaatkan daunnya karena mempunyai daun yang tipis, orang banyak memanfaatkan pandan ini untuk bahan baku anyaman yang diperlukan dalam kebutuhannya sehari-hari misalnya tikar dan topi, pandan duri dapat dilihat pada Gambar 1.

*Unsaturated Polyester Resin (UPR)* Yukalac BQTN 157 merupakan jenis resin termoset atau lebih populernya sering disebut polyester saja. UPR berupa resin cair dengan viskositas yang cukup rendah, mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas sewaktu pengesetan seperti banyak resin termoset lainnya. Poliester juga digunakan untuk membuat botol

film, tarpaulin, kano, tampilan kristal cair, hologram, penyaring, sapat (film) dielektrik untuk kondensator, penyekat sapat buat kabel dan pita penyekat. Poliester kristalin cair merupakan salah satu polimer kristalin cair yang digunakan industri. yang pertama dan digunakan karena sifat mekanis dan ketahanan terhadap panas.



Gambar 1. Pandan Duri (*Pandanus Tectorius*)

Pengujian tarik adalah salah satu uji Stress strain mekanik yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan material terhadap gaya tarik. Dalam pengujiannya, material uji ditarik sampai putus. Uji tarik adalah cara pengujian bahan yang paling mendasar. Pengujian tarik sangat sederhana, tidak mahal dan sudah mengalami standarisasi diseluruh dunia. Dengan menarik suatu material kita akan mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tarikan dan sejauh mana material itu bertambah panjang.

Pengujian kekuatan tarik dengan mengikuti ASTM yang ada yaitu ASTM D 3039, ASTM D 3039M, ASTM D638, ASTM D 638-99, ASTM 638M-84, bertujuan untuk mengetahui tegangan, regangan modulus elastisitas pada bahan material komposit dengan cara menarik spesimen sampai putus. Pengujian tarik dilakukan dengan mesin uji tarik atau dengan *universal testing machine*. Berdasarkan posisi pengambilan spesimen, dengan menarik suatu bahan kita akan

mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tegangan tarikan dan mengetahui sejauh mana material bisa bertahan pada titik putus.

Hukum Hooke (Hooke's law) hampir semua logam pada tahap awal di uji tarik, hubungan antara beban atau gaya yang diberikan berbanding lurus dengan perubahan panjang benda tersebut. Ini disebut daerah linier atau *linear zone*. Di daerah ini kurva bertambah panjang dan beban mengikuti aturan Hooke yaitu rasio tegangan (*stres*) dan regangan (*strain*). Spesimen ditempatkan di genggamannya (*grip*) mesin uji tarik *universal machine* pada jarak pegangan tertentu dan menarik sampai pada kegagalan (regangan). Untuk ASTM D 3039 kecepatan uji dapat ditentukan oleh spesifikasi material dengan waktu kegagalan 0 – 10 menit. Sebuah extensometer vs alat ukur regangan digunakan untuk menentukan perpanjangan dan modulus tarik. Tergantung pada penguatan dan jenis, pengujian di lebih dari satu orientasi mungkin diperlukan. Standar (ASTM D 3039) untuk mendapatkan nilai kekuatan tarik dapat dicari dengan rumus:

$$\sigma_u = \frac{F_m}{A_0}$$

Keterangan :

$\sigma_u$  = Kekuatan tarik ultimate (  $N/mm^2$  )

$F_m$  = Beban tarik maksimum (F)

$A_0$  = Luas penampang (  $m^2$  )

adalah konstan.

Proses manufaktur bahan komposit dengan metode *hand lay up* merupakan metode yang paling sederhana diantara metode-metode manufaktur bahan komposit yang lain. Dikatakan sederhana karena tekniknya sangat mudah diaplikasikan yaitu cairan resin dioleskan diatas sebuah cetakan dan kemudian serat *layer* pertama diletakkan di atasnya, kemudian dengan menggunakan *roller* atau kuas resin kembali diratakan. Langkah ini dilakukan terus menerus hingga didapatkan ketebalan spesimen yang diinginkan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Setelah proses pembentukan spesimen material komposit yang berbahan serat pandan duri dengan resin polyester dengan menggunakan acuan dari ASTM D 3039 siap diproses, selanjutnya proses pelaksanaan pengujian tarik terhadap 15 spesimen dari variasi berat yang berbeda dengan masing-masing pengujian akan dirangkum dalam tabel hasil. Dengan dimensi pengujian tarik disesuaikan dengan standar uji ASTM D 3039 dengan dimensi hitung luas yaitu panjang 15 mm dan lebar 6 mm, sehingga luas penampang ( $A_0$ ) diperoleh  $90 \text{ mm}^2$ . Variabel yang akan diterangkan adalah hasil tegangan tarik dengan perbandingan perbedaan berat serat pada masing-masing material komposit.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Tegangan Tarik pada Variasi Komposisi

Gambar 2 memperlihatkan hasil rata-rata perbandingan pengujian tarik yang telah dilakukan terhadap 5 spesimen uji dengan variasi komposisi serat dan resin. Rerata tegangan tarik tertinggi adalah sebesar  $0.45 \text{ Kgf/mm}^2$  pada komposisi 40 : 60 % berat. Pada komposisi perbandingan 50:50 %, nilai tegangan tarik rata-rata yang mampu dicapai adalah  $0.35 \text{ Kgf/mm}^2$ , nilai ini tidak jauh dari perbandingan komposisi 30:70 sebesar  $0.33 \text{ Kgf/mm}^2$ . Beban maksimal yang mampu ditahan oleh material komposit berpenguat serat pandan duri ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Pada Gambar 3 terlihat hasil rata-rata perbandingan beban maksimal yang mampu ditahan sebelum material komposit putus terhadap 5 spesimen uji dengan variasi komposisi serat dan resin. Rerata beban tertinggi adalah sebesar 43,87 Kgf pada komposisi 40 : 60 % berat. Pada komposisi perbandingan 50 : 50 %, nilai beban rata-rata yang mampu ditahan adalah 35,6 Kgf, nilai ini tidak jauh dari perbandingan komposisi 30 : 70 % sebesar 33.08 Kgf.

Setelah melakukan analisa dari ketiga fraksi berat didapat perbedaan dari ketiga fraksi berat yang telah dirangkum dalam grafik di atas, maka dapat disimpulkan bahwa komposisi komposit 40% serat dan 60% resin menghasilkan nilai kekuatan tarik terbaik dengan tegangan maksimal  $0.45 \text{ Kgf/mm}^2$  dengan beban rata-rata mencapai 43.87 Kgf. Sedangkan pencampuran komposisi resin 50% serat dan 50% resin menghasilkan nilai tegangan tarik yang lebih rendah yaitu  $0.35 \text{ Kgf/mm}^2$  dengan beban rata rata mencapai 35.16 Kgf. Nilai terendah didapat pada fraksi berat 30% serat dan 70% resin, dengan tegangan tarik maksimal  $0.33 \text{ Kgf/mm}^2$  dengan beban rata-rata  $33.08 \text{ Kgf/mm}^2$ .



Gambar 3. Grafik Perbandingan Beban Maksimal dengan Komposisi

#### 4. Kesimpulan

Setelah melalui penelitian terhadap pencampuran resin polyester dan serat pandan duri maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil yang diperoleh dari 3 variasi komposisi fraksi berat dan susunan serat

acak didapat hasil dari pengujian terbaik pada variasi berat 40% serat : 60% resin dengan beban maksimal 43,87 Kgf dan kekuatan tegangan tarik sebesar 0.45 Kgf/mm<sup>2</sup>.

2. Hasil yang terendah terdapat pada komposisi serat 30% : 70% resin dengan beban 33,08 Kgf dan kekuatan kekuatan tarik 0,33 Kgf/mm<sup>2</sup>.

## 5. Daftar Pustaka

Gibson RF. 1994, *Principles Processing and Composite Material*.. Mc-Granhill Book Company, New York.

Jones RM. 1975, *Mechanics of Composite Materials*.. Scripta Book, Company Washington DC.

Schwartz MM. 1984. *Composite Material, Handbook*.. McGraw Hill, Inc., New York, USA.

ASTM, 2006, *Standards and Literature References for Composite Materials*, *American Society for Testing and Materials*., Philadelphia, PA.

Paryanto Dwi Setyawan (2012), *manufacturing komposit dengan metoda hand lay-up dengan variasi fraksi serat*.

Citra M T, Astuti (2014), *Sentesis dan karakterisasi sidat mekanik serta struktur mikro komposit resin diperkuat daun pandan alas (*pandanus dubius*)*. Unand, Vol. 3 No. 1.

Sofyan Efendi (2010), *Analisa pengaruh sifat mekanikal terhadap campuran serat pandan duri dengan matrik polyester*. Universitas Islam Riau.

Arif bintoro J (2011), *kaji eksperimental kelayakan serat daun pandan sebagai penguat material komposit*.

Mariati, dkk (2008), *Sifat Ketidakjenuhan Polyester dengan Pengisi Serat Pisang dan serat pandan*”.