

## PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT KAYU GELAM (*MELALEUCE LEUCANDENDRA*) KEKUATAN TARIK DAN IMPAK KOMPOSIT BERMATRIK POLYESTER

Saifullah Arief<sup>1</sup>, Pratikto<sup>2</sup>, Yudy Surya Irawan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin UNISKA, Jl. Adiaksa No 2 Kayutangi Banjarmasin

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya, Jl. MT.Haryono 167 Malang 65145

E-mail: obanget41@yahoo.com

### Abstract

*The purpose of this research is to find the effect of volume fraction variation of "gelam" bark fiber on tensile and impact strength of polyester composite. The filler material was the "gelam" bark fiber with volume variation ratio of 10%, 30 %, 50 % and 70 %. Alkalization of the "gelam" bark fiber used 5% of NaOH and 2 hours of soaking time. Mechanical testing was carried out by tensile and impact testing. The matrix for bonding the "gelam" bark fiber was polyester resin type 157 BTQN and 1% concentration of MEKPO catalyst. The mechanical properties are obtained from tensile and impact testing: The results of tensile testing; showed the highest tensile strength of composite with 70% of 'gelam bark fiber was 15.623 MPa. The results of impact testing; obtained the highest impact strength in composite with 70 % percentage of 'gelam' bark fiber is 24.772 J.*

**Keywords:** "gelam" bark fiber, polyester composite, alkalization treatment

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang terkenal sebagai negara kaya akan sumber daya alamnya. Salah satu sumber alam yang terpenting adalah sumber daya tanaman karena tanaman dapat dieksploitasi melalui akar maupun daunnya. Kayu gelam (*Melaleuce Leucadendra*) sebagai salah satu sumber alam yang banyak terdapat di Indonesia. Kayu gelam mengandung resin khas yang dihasilkan oleh sejumlah spesies pohon dari marga *Aquilaria*. Kayu gelam terkenal dengan keuletannya, seperti halnya dapat digunakan sebagai lantai, bantalan tiang listrik atau telpon, kayu bangunan bahkan dalam dunia perkapalan. Disisi lain kulit gelam belum dimanfaatkan secara optimal sehingga kiranya perlu dilakukan terobosan baru [1].

Dengan memanfaatkan kulit kayu gelam sebagai bahan material komposit diharapkan dapat menambahkan manfaat dari tanaman kayu gelam. Jika dilihat dari bentuk fisiknya kulit kayu gelam berupa lembaran-lembaran tipis, sehingga memungkinkan lembaran tersebut dapat digunakan sebagai bahan penguat pada komposit. Material komposit merupakan tergolong jenis material yang baru hasil kemajuan dibidang teknik. Komposit memiliki kelebihan di dibandingkan dengan material logam antara lain berat jenisnya yang rendah,

ketahanan terhadap korosi dan proses pembuatan relative lebih mudah [2]. Komposit yang diperkuat dengan serat telah ditetapkan sebagai salah satu jenis komposit yang bersaing dalam hal penggunaan dalam aplikasi konstruksi seperti pesawat terbang, kapal cepat, gerobak kereta dan generator energi angin [3].

Peneliti tentang komposit berbasis serat sangat beragam mulai dari variasi matriks dan serat, jenis anyaman hingga bahan dasar matriks maupun serat. Penelitian juga berkembang dengan penggunaan bahan serat alam untuk beberapa variasi matriks resin sintesis dan alami. Komposit dengan penguat serat alami ini semakin intensif berkaitan dengan meluasnya penggunaan komposit pada berbagai bidang kehidupan serta tuntutan penggunaan material yang kuat dan berat yang lebih ringan sebagian dapat dipenuhi oleh komposit berbasis serat (*fiber reinforced composites*). Serat alami dapat menjadi *filler* dalam komposit karena kandungan selulosa. Beberapa serat alam yang memiliki selulosa antara lain kenaf, empelur sagu, tebu, jagung, abaca, padi, ramie dan lain-lain.

Beberapa penelitian dilakukan pada material komposit yang telah diperkuat dengan serat alam. Pengujian pada material komposit epoksi yang diperkuat serat kulit kayu khombow dengan variasi arah serat yang berbeda

memberikan hasil bahwa perlakuan alkali memberi pengaruh pada kekuatan tarik yang berbeda dan interaksi antara keduanya sama. Pada uji lentur perlakuan dan orientasi arah serat serta interaksi keduanya menunjukkan pengaruh berbeda [4].

Peningkatan ikatan (*mechanical bonding*) antara serat dan matriks pada komposit dilakukan dengan penggunaan serat rami. Dengan perendaman serat yang sudah bersih dalam larutan alkali (NaOH 5%) selama 2 jam, diperoleh kekuatan dan regangan tarik yang optimum dan peningkatan modulus elastisitas komposit seiring dengan penambahan waktu perlakuan alkali serat rami [5]. Serat pelepah gebang (*Corypha utan Lamarck*) juga dapat sebagai bahan alternative penguat komposit [6]. Pengaruh variasi lama perlakuan alkali terhadap kekuatan tarik dari serat telah diuji pada *Cyathea Contaminans*. Pemberian perlakuan alkali selama 1 jam meningkatkan kekuatan tarik rata-rata serat dari 19.4 MPa menjadi 29,9 MPa [7].

Dalam penelitian ini digunakan *filler* serat kulit gelam dengan matriks resin *polyester*. Resin *polyester* yang merupakan salah satu resin termoset ini mempunyai kemampuan berikatan dengan serat alam tanpa menimbulkan reaksi dan gas. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan *resin polyester type BQTN 157*. Untuk meningkatkan fungsi guna dari serat kulit gelam, maka perlu diteliti dan dikembangkan sebagai bahan komposit yang sesuai sifat fisis dan mekanisnya sehingga akan tercipta komposit baru.

Manfaat dari penelitian yang dilakukan yaitu diperoleh kekuatan tarik dan dampak dari komposit berbahan serat kayu gelam sehingga kecenderungan sifat mekanis dan aplikasi penggunaan komposit dapat dipilih berdasarkan sifat komposit. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat membuka usaha pemberdayaan sumber daya alam untuk menghasilkan produk baru yang berpotensi sebagai bahan baku industri khususnya komposit.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pengujian Material Teknik Mesin ITN, dan hanya dibatasi pada pengujian sifat-sifat mekanik, yaitu kekuatan tarik dan ketangguhan impact. Penyiapan bahan meliputi serat kulit kayu gelam, resin *polyester*, katalis MEKPO dan larutan NaOH seperti ditampilkan pada Gambar 1-3.

Serat kulit kayu gelam setelah hasil ekstraksi empulurnya dipisahkan, dibersihkan dengan air dan dikeringkan di udara terbuka selama kurang lebih dua atau tiga hari sebelum pengolahan lebih lanjut. Variasi komposisi serat kulit kayu gelam yang dipakai yaitu 10%, 30%, 50% dan 70% serta ukuran panjang serat kulit kayu gelam dibuat seragam yaitu 10 cm (Gambar 1 & 4).



Gambar 1 serat kulit kayu gelam



Gambar 2 Resin Polyester 157 BQT



Gambar 3 Larutan MEKPO dan larutan NaOH

## METODE PENELITIAN

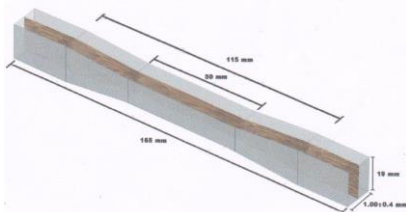


**Gambar 4** Pengering Serat

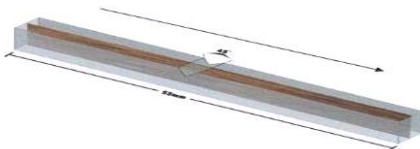


**Gambar 5** Proses pengerjaan

Katalis yang digunakan yaitu MEKPO sebesar 1 % dan NaOH 5%. Perlakuan perendaman dalam larutan NaOH dilakukan selama 2 jam. Setelah serat kulit kayu gelam siap dipakai sebagai *filler*, material komposit dibuat dengan penggunaan resin *polyester* sebagai matriks pengikat seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Pembentukan spesimen uji dilakukan berdasarkan standar ASTM D 638-03 (*Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*) yang ditunjukkan pada Gambar 6 & 7.



**Gambar 6** Spesimen uji Tarik



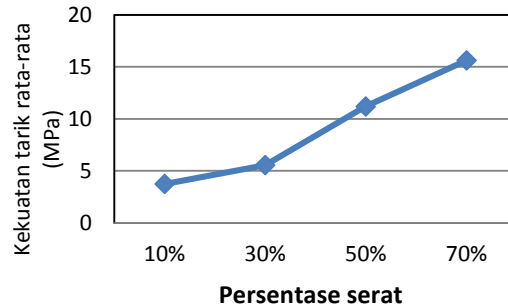
**Gambar 7** Spesimen Uji Impak

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Uji Tarik Komposit**

Pengujian tarik dilakukan pada komposit yang dibuat dari serat kulit kayu gelam (*MelaleuceLeucadendra*) dengan perlakuan

NaOH 5% selama 2 jam dan tanpa perlakuan alkali dengan variasi komposisi serat kulit kayu gelam sebesar 10%, 30%, 50% dan 70%. Pengujian tarik dilakukan menurut ASTM D 638-03 [8].



**Gambar 8** Grafik persentase serat kulit kayu gelam terhadap kekuatan tarik

Gambar 8 menyajikan perbandingan hasil kekuatan tarik serat kulit kayu gelam dengan perlakuan NaOH 5% terhadap kekuatan tarik. Dapat diketahui bahwa beban putus terbesar terdapat pada serat dengan persentase 70% yaitu sebesar 15.623 MPa. Grafik tersebut menjelaskan semakin tinggi fraksi volume serat akan meningkatkan kekuatan tarik komposit serat kayu gelam.

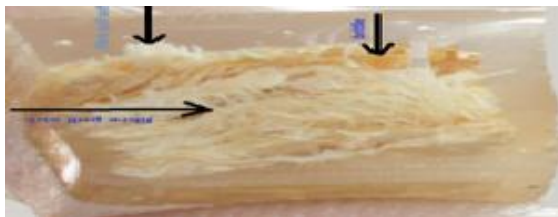
Peningkatan kekuatan tarik ini menunjukkan perubahan pada *interface* antara serat dan matriks. Karena kekuatan komposit adalah gabungan antara kekuatan matriks dan serat, sehingga kekuatan komposit akan tergantung dari *interface* tersebut. Semakin baik ikatan serat-matriks maka beban tarik yang diberikan pada komposit akan terdistribusi pada serat dengan baik. Sebaliknya, jika *interface* serat-matriks kurang kuat maka beban tarik hanya ditahan oleh matriks saja, sedangkan volume matriks sudah berkurang akibat penambahan serat. Dengan kata lain kekuatan komposit hanya terletak pada matriks saja.



**Gambar 9** Bentuk patahan spesimen uji tarik Berdasarkan pengamatan pada penampang patahan pada Gambar 8 dan 10

menunjukkan mekanisme *fiber pull out*, dimana pada ujung patahan terlihat ada pemutusan serat dengan kondisi serat tercabut dari matriknya. Keadaan tersebut terjadi pada spesimen fraksi volume serat 10% sampai 70%. Mekanisme *fiber pull out* terjadi akibat ikatan antar muka pada matrik epoksi dan serat kurang maksimal sehingga mengakibatkan serat tercabut ketika komposit diberi beban tarik.

Pada penelitian ini seluruh komposit dari berbagai fraksi volume serat termasuk komposit serat 10% menunjukkan sifat patah getas (*brittle*), artinya pengecilan penampang (*necking*) tidak dapat dilihat secara langsung. Pola patahan hampir seragam dan dikategorikan sebagai *complete break*. Komposit mengalami putus baik matrik maupun serat pada satu titik dan terjadi pada daerah tarik (*gauge length*). Hal ini mengindikasikan bahwa serat maupun matrik masih mampu bekerjasama menerima beban tarik. Bukti lain bahwa sepanjang permukaan komposit tidak mengalami retak.



**Gambar 10** Penampang komposit uji tarik

Hasil pengujian tarik juga menunjukkan bahwa komposit *polyester* dengan serat kulit kayu gelam sebagai penguat menunjukkan bahwa mekanisme patahan yang terjadi pada spesimen patahan spesimen muncul ujung patahan serat. Mekanisme *pull out* terjadi ketika ikatan antara resin *polyester* dan serat melemah ketika beban yang diberikan bertambah. Pada saat resin *polyester* mengalami kegagalan, serat masih dapat menanggung beban, sehingga proses terjadi patahan tidak berlangsung secara bersamaan.

Peningkatan presentase kekuatan tarik seiring dengan penambahan volume serat dapat disajikan pada Tabel 1 dibawah ini :

**Tabel 1** Persentase peningkatan kekuatan tarik

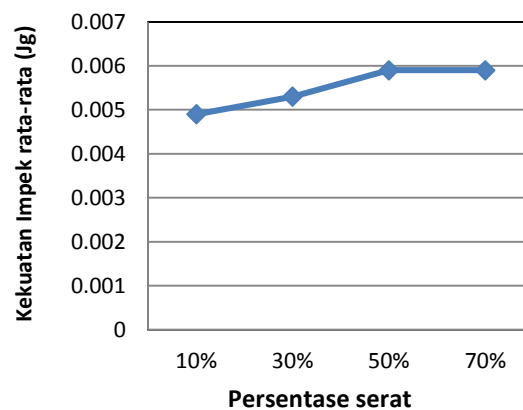
No	Fraksi Volume	Peningkatan Persentase Kekuatan Tarik (%)
1	10% ke 30%	16.81
2	30% ke 50%	92.55
3	50% ke 70%	20.59
4	70% ke 0%	98.91

Dengan demikian dapat diambil kesimpulan bahwa terjadi perubahan sifat mekanis khususnya kekuatan tarik yaitu terjadi peningkatan kekuatan tarik seiring dengan penambahan jumlah serat.

### Uji Impak

Pengujian impact dilakukan berdasar pada ASTM D 5942-00 [9]. Spesimen yang digunakan yaitu komposit *plain woven* serat kayu gelam (*Melaleuce Leucadendra*) dengan perlakuan alkali NaOH 5% selama 2 jam maupun tanpa perlakuan. Dari hasil pengujian impact yang diperoleh dari masing-masing spesiman diperlihatkan beberapa informasi hasil pengujian impact yang dilakukan yaitu kekuatan impact, energi impact.

Pengaruh variasi komposisi serat terhadap kekuatan impact dapat dilihat pada Gambar 11.



**Gambar 11** Grafik Persentase serat kulit kayu gelam dan Kekuatan Impek

Pada Gambar 11 tersebut diatas merupakan perbandingan hasil kekuatan Impact serat kulit kayu gelam dengan perlakuan NaOH 5% terhadap kekuatan impact. Dapat dilihat bahwa beban impact terbesar terjadi pada spesimen dengan persentase serat 70% yaitu

sebesar 0.059 mJ/kg. Hal ini menunjukkan peningkatan fraksi volume berpengaruh terhadap peningkatan kekuatan impact komposit *polyester*. Gambar 12 menyajikan distribusi penempatan serat hasil cetakan impact.

Berdasarkan data hasil pengujian impact pada Tabel 2 dapat diketahui nilai rata-rata kekuatan impact dari spesimen komposit serat kayu gelam (*Melaleuca Leucadendra*) dengan perlakuan alkali NaOH 5% selama 2 jam dan tanpa perlakuan alkali. Dapat dilihat bahwa penambahan jumlah serat menyebabkan peningkatan kekuatan impact dari komposit.

**Tabel 2** Persentase peningkatan kekuatan impact

No	Fraksi Volume	Peningkatan Persentase Kekuatan Impact (%)
1	10% ke 30%	8.163
2	30% ke 50%	9.433
3	50% ke 70%	1.724
4	70% ke 0%	15.686



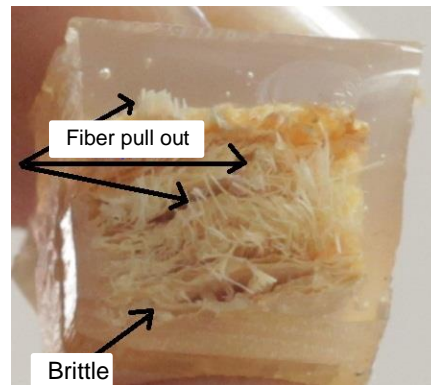
**Gambar 12** Distribusi penempatan serat hasil cetakan impact

Kekuatan impact tertinggi 70% meningkat sebesar 0.059 mJ/kg. Hal ini disebabkan karena dengan perlakuan alkali NaOH 5% selama 2 jam dan persentase serat, terjadi *interface bonding* yang lebih baik antara serat dan matriknya sehingga harga kekuatan impact meningkat.



**Gambar 13** Hasil patahan spesimen uji impact

Pengamatan pada penampang patahan pada Gambar 13 dan 14 menunjukkan terjadinya mekanisme *fiber pull out*, dimana pada ujung patahan terlihat ada pemutusan serat bahkan kondisi serat tercabut dari matriknya. Keadaan tersebut terjadi pada spesimen fraksi volume serat 10% sampai 70%. Mekanisme *fiber pull out* beserta pola patahan yang terjadi sama seperti pada kasus uji tarik dimana jenis patahan yang terjadi adalah *brittle*.



**Gambar 14** Penampang komposit uji impact

Ketika pembebanan semakin bertambah menyebabkan ikatan antara resin *polyester* dan serat melemah. Pada saat resin *polyester* mengalami kegagalan, serat masih dapat menanggung beban, sehingga proses terjadi patahan tidak berlangsung secara bersamaan.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa

penggunaan serat kulit kayu gelam sebagai penguat pada komposit memberikan pengaruh pada perubahan sifat mekanis (kekuatan tarik dan kekuatan impak). Dan terdapat pengaruh variasi fraksi volume terhadap perubahan sifat mekanis dari komposit dengan digunakannya serat kulit kayu gelam sebagai penguat. Selain itu, fraksi volume yang berpengaruh terhadap terhadap sifat mekanis komposit adalah sebesar 70 %.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kulit Kayu Gelam, 2011, <http://adkirey.blogspot.com/2011/04/kayu-gelam.html>
- [2] Van Vlack, Lawrence H., 1986, *Ilmu dan Teknologi Bahan*, Erlangga, Jakarta.
- [3] Gdoutos, E.E., 2000, *Failure Analysis of Industrial Composite Materials*, McGraw-Hill.
- [4] Joni, J.L. dan Syam, Rafiuddin, 2009, *Analisis kekuatan tarik dan lentur komposit epoksi yang diperkuat dengan serat kulit kayu khombouw*, Jurnal Pascasarjana, Univ. Hasanuddin.
- [5] Diharjo, Kuncoro, 2009, *Bagaimana meningkatkan ikatan (Mechanical bonding) antara serat dan matrik (perekat)*
- [6] Abanat, J. D. J. et al., 2013, *Pengaruh fraksi volume serat pelepah gebang (coryphe utan Lamarck) terhadap sifat mekanik pada komposit bermatrik epoksi*, Jurnal Rekayasa Mesin Vol.3 no 2 Tahun 2012 :352-361.
- [7] Abral, Hairul, 2010, *Studi Tarik dan sifat fisik Cyathea Contaminans sebelum dan setelah perlakuan alkali NaOH*, Teknik, No 33 Vol 1 Tahun XVII, April 2010
- [8] ASTM D638 Standart test method for tensile properties of plastics, Annual Book of ASTM Standards, ASTM Philadelphia.
- [9] ASTM D5942 Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating material. Annual Book of ASTM Standards, ASTM Philadelphia.