

**PENGARUH PANJANG SERAT TERHADAP KEKUATAN TARIK
KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT IJUK DENGAN MATRIK EPOXY**

Efri Mahmuda¹⁾, Shirley Savetlana²⁾ dan Sugiyanto²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung

²⁾Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung
Jln. Prof.Sumantri Brojonegoro No. 1 Gedung H FT Lt. 2 Bandar Lampung

Telp. (0721) 3555519, Fax. (0721) 704947

E-mail: efrimahmuda@gmail.com

Abstract

Serat ijuk merupakan serat alami yang diperoleh dari pohon aren (*Arenga Pinnata Merr*), dan dapat terdegradasi secara alami serta harganya lebih murah disbanding serat sintetis. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh panjang serat terhadap kekuatan tarik komposit berpenguat serat ijuk dengan matrik epoxy.

Pada penelitian ini, pengestrakan serat ijuk menggunakan sisir kawat yang berfungsi memisahkan serat ijuk dari pelepahnya lalu dilakukan pemilihan serat berdiameter 3 mm menggunakan micrometer sekrup. kemudian serat ijuk direndam dalam larutan NaOH 5% selama 2 jam dan dikeringkan selama 15 menit. Serat selanjutnya dipotong dengan panjang 30 mm, 60 mm, dan 90 mm. Lebih lanjut, pembuatan komposit menggunakan metode *hand lay up* dengan pencampuran resin epoxy dan *hardener* dengan perbandingan campuran 1:1 mengacu pada ASTM D638. Selanjutnya dilakukan pencampuran matrik dan serat dengan fraksi massa 80% : 20% menggunakan variasi panjang serat. Selanjutnya specimen uji dipanaskan dalam oven dengan suhu 70°C selama 10 menit. Kemudian dilakukan pengujian tarik untuk resin epoxy murni dan untuk komposit dengan variasi panjang serat 30 mm, 60 mm, dan 90 mm. Foto daerah patahan dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM) digunakan untuk melihat mekanisme perpatahan komposit.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan tarik dan regangan tertinggi dicapai pada komposit dengan panjang serat 90 mm. Kekuatan tarik yang didapat sebesar 36,37 MPa dan regangan sebesar 9,34 %. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan komposit ialah daya ikat serat dengan matrik, pendistribusian serat yang merata, dan panjang kritis serat. Hasil foto SEM pada patahan komposit serat ijuk menunjukkan terjadinya *fiber breaking*. Hal ini menunjukkan bahwa daya ikat antara matrik dan serat yang cukup baik, tetapi sebaran serat pada matrik tidak merata yang mengakibatkan kekuatan tarik komposit yang optimal tidak bisa dicapai.

Keywords : Serat ijuk, kekuatan tarik, SEM

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi menuntut industri konstruksi untuk berkembang sebagai pendukung perkembangan tersebut. Sehingga kebutuhan akan material semakin meningkat. Material logam paling banyak digunakan pada industri konstruksi akan tetapi tingginya biaya produksi dan pemesinan sehingga para konsumen mulai beralih ke material non logam seperti komposit.[1]

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Kelebihan material komposit jika dibandingkan dengan logam adalah memiliki sifat mekanik yang baik, tidak mudah korosi, bahan baku yang mudah diperoleh dengan harga yang lebih murah, dan memiliki massa jenis yang lebih rendah dibanding dengan serat

mineral.[5]

Komposit serat alam seperti serat ijuk memiliki keunggulan lain bila dibandingkan dengan serat sintetis, komposit serat alam lebih ramah lingkungan karena mampu terdegradasi secara alami dan harganya pun lebih murah dibandingkan serat sintetis.[3]

Serat ijuk memiliki kelebihan dibandingkan dengan serat alam lainnya. Serat yang dihasilkan dari pohon aren memiliki banyak keistimewaan diantaranya : tahan lama, tahan terhadap asam dan garam air laut, dan memperlambat pelapukan kayu serta mencegah serangan rayap tanah.[6]

Menurut Ratni pada pembuatan komposit secara *lamina* bermatrik *polyester* menggunakan serat pisang dan ijuk, penambahan lapisan serat menurunkan nilai kekuatan tarik komposit, sedangkan untuk komposit bermatriks epoksi dengan penguat serat ijuk diperoleh nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 45,44 MPa pada variasi *lamina* 3 lapis.[8]

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa kekuatan dan regangan tarik komposit memiliki harga optimum untuk perlakuan serat 2 jam, yaitu kekuatan tarik sebesar 190,27 Mpa dan regangan sebesar 0,44%. Serat rami direndam di dalam larutan alkali (5% NaOH) selama 0, 2, 4, dan 6 jam. Matrik yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin *unsaturated polyester* 157 BQTN dengan hardener MEKPO 1%. Komposit dibuat dengan metode cetak tekan pada $V_f = 35\%$. Semua spesimen dilakukan post cure pada suhu 62°C selama 4 jam.[9]

Hasil analisa serat ijuk, diperoleh komposisi kimia serat ijuk dengan pemanasan selama 15 menit. Kandungan kimia berupa kadar air selulosa 85,27 %, lignin 36,44 %, kadar air 17,97 %, dan kadar abu 5,49 %.

Berdasarkan dari hasil analisa serat ijuk, serat ijuk yang dipilih untuk penguat komposit berdasarkan kandungan selulosa yang tinggi dan lignin yang sedikit. Diameter mempengaruhi kekuatan tarik pada serat ijuk. Semakin kecil diameter serat ijuk maka kekuatan tariknya semakin besar. Penelitian Imam pada serat ijuk dengan diameter 3 mm, 4 mm, dan 5 mm menunjukkan hasil kekuatan tarik rata-rata terbesar pada diameter 3 mm, yaitu kekuatan tarik sebesar 208,22 MPa dan

regangan sebesar 0,19 %.[6]

METODOLOGI PENELITIAN

A. Alat dan Bahan Penelitian

Serat ijuk yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung. Pengeskrakan serat ijuk menggunakan sisir kawat yang berfungsi memisahkan serat ijuk dari pelepahnya.

Timbangan digital digunakan untuk mengukur massa pencampuran pada resin dan serat ijuk. Serat diseleksi dengan menggunakan alat *micrometer* untuk mendapatkan serat berdiameter 3 mm.

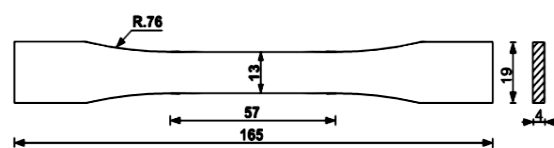
Larutan alkali (NaOH 5%) digunakan sebagai penghilang kotoran dan lapisan lilin pada permukaan serat.

Resin epoxy berfungsi sebagai matrik dalam komposit, sedangkan *hardener* digunakan untuk mempercepat proses pengerasan pada komposit.

Mirror glaze digunakan untuk melapisi antara cetakan dengan komposit, sehingga komposit mudah untuk dilepaskan dari cetakan.

B. Prosedur Percobaan

Cetakan menggunakan plat besi dengan ketebalan besi 3 mm. Pembuatan komposit dengan mengikuti standar ASTM D638-02a, ditunjukkan pada gambar 1.



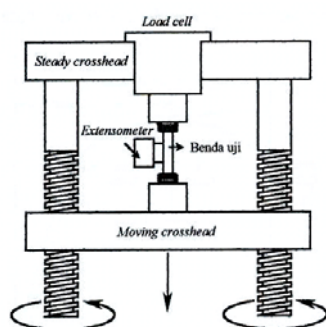
Gambar 1. Geometri dan Dimensi Spesimen Uji Tarik Statik ASTM D 638-02a

Pengolesan *mirror glaze* pada permukaan plat besi sehingga komposit mudah untuk dilepaskan dari cetakan. Penuangan campuran resin ke dalam cetakan, kemudian penempatan serat ijuk yang telah disusun secara acak. Setelah itu, tekan dengan menggunakan pemberat selama proses pengeringan. Lalu, masukkan ke dalam oven untuk dilakukan proses curing, waktu yang diperlukan untuk

proses ini selama 10 menit dengan suhu 70°C

Pembuatan komposit sebanyak 5 spesimen dengan fraksi 80% : 20%. Pengujian tarik dilakukan untuk resin *epoxy* murni dan komposit dengan panjang serat 30 mm, 60 mm, dan 90 mm.

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui besarnya kekuatan tarik dari bahan komposit. Pengujian ini dilakukan dengan mesin uji “Universal Testing Machine (UTM)”, seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. Skema alat pengujian tarik dengan UTM

Langkah-langkah pengujian tarik dalam penelitian ini antara lain pengukuran spesimen uji meliputi panjang daerah cekam, panjang daerah uji, lebar daerah uji dan tebal daerah uji.

Pemasangan pencekam (*gripping holder*), lalu jalankan mesin uji tarik. Setelah patah, hentikan proses penarikan secepatnya.

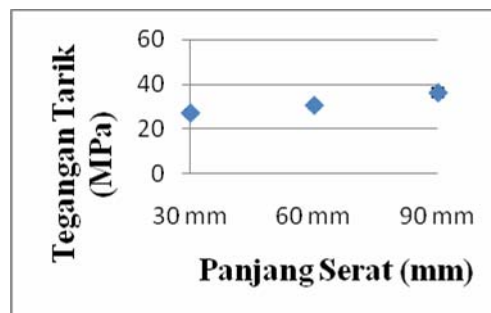
Pengamatan patahan komposit dilakukan dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Machine*) dengan ukuran yang dibuat sesuai dengan bentuk kubus dengan panjang tiap sisinya 5 mm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kekuatan Tarik

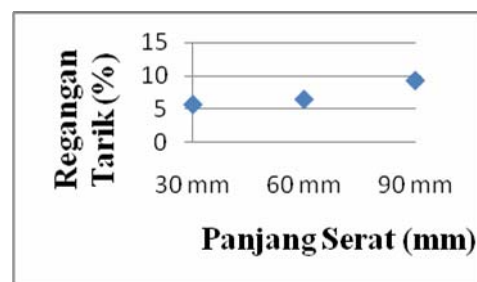
Tabel 1 menunjukkan nilai tegangan tarik pada epoxy murni sebesar 46,35 MPa. Nilai tegangan tarik rata-rata tertinggi sebesar 36,37 MPa dicapai pada komposit dengan panjang serat 90 mm. Nilai tegangan tarik terendah sebesar 27,07 MPa dicapai pada komposit dengan panjang serat 30 mm, seperti

ditunjukkan pada gambar 2.



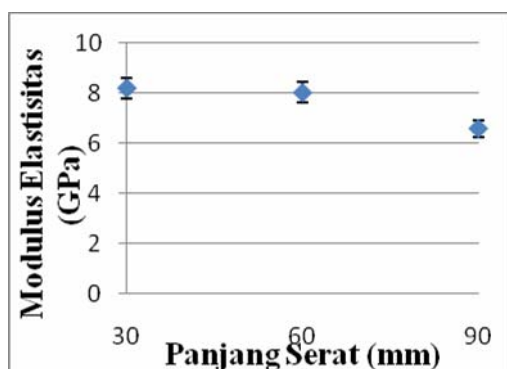
Gambar 3. Nilai tegangan tarik bahan komposit

Semakin panjang serat ijuk maka semakin besar nilai regangan. Persentase pertambahan panjang komposit saat patah mengalami penurunan dari 14,27 % untuk epoxy murni, menjadi 5,98 % untuk komposit dengan panjang serat 30 mm.. Perpanjangan ini mengalami peningkatan sebesar 6,46 % untuk panjang serat ijuk 60 mm dan terus meningkat pada komposit panjang serat ijuk 90 mm sebesar 9,34 %, seperti ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 4. Nilai regangan tarik bahan komposit

Modulus elastisitas resin murni 10,12 GPa menurun menjadi 8,21 GPa pada panjang serat ijuk 30 mm. Pada panjang serat ijuk 60 mm modulus elastisitas yang dihasilkan sebesar 8,03 GPa, yang pada akhirnya modulus elastisitas terendah yang didapat sebesar 6,60 GPa pada panjang serat ijuk 90 mm seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Nilai modulus elastisitas bahan komposit

Pengaruh panjang serat terhadap kuatantarikkomposit berpenguat serat ijuk dengan matriks epoxy pada tabel 1.

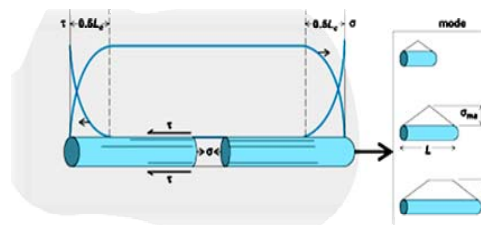
Tabel 1. Pengaruh panjang serat terhadap sifat mekanis komposit berpenguat serat ijuk dengan matriks epoxy

No	Panjang Serat	Tegangan Tarik	Regangan Tarik	Modulus Elastisitas
		MPa	%	GPa
1	Epoxy	45,64	14,27	10,12
2	30 mm	27,23	5,98	8,21
3	60 mm	30,59	6,46	8,03
4	90 mm	36,37	9,34	6,60

Panjang serat dalam pembuatan komposit pada *matriks* sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik. Penggunaan serat dalam komposit ini berupa serat panjang.

Panjang serat merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi performa atau kekuatan komposit, seperti pada tabel 2, komposit serat ijuk dengan panjang serat 90 mm lebih tinggi kekuatan tarik dan regangan dari pada serat ijuk dengan panjang serat 30 mm maupun 60 mm. Hal ini disebabkan semakin panjang serat di dalam matriks, maka permukaan serat yang menanggung beban yang diberikan oleh matriks

menjadi besar, dan begitu juga sebaliknya. seperti ditunjukkan pada gambar 5.

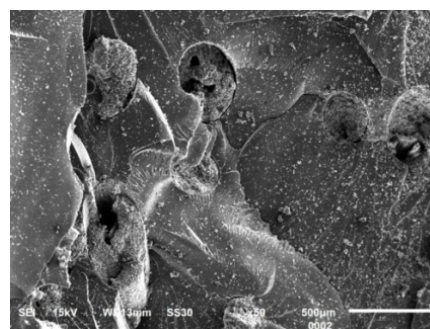


Gambar 5. Aspect Ratio pada serat ijuk

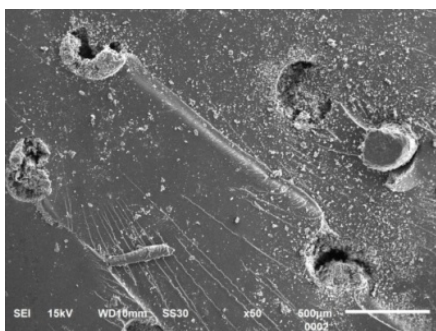
Panjang dan diameter serat sangat berpengaruh pada kekuatan kekuatan tarik dan regangan. Panjang serat berbanding dengan diameter serat disebut sebagai *aspect ratio*. [5] Jika *aspect ratio* makin besar maka semakin besar pula kekuatan tarik serat pada komposit tersebut. Hal ini yang membuat panjang serat 90 mm lebih tinggi tegangan tarik dan regangan tariknya dari pada panjang serat 30 mm dan 60 mm.

Faktor yang mempengaruhi variasi panjang serat *chopped fiber composite* adalah *critical length* (panjang kritis). Panjang kritis adalah panjang minimum serat pada suatu diameter serat yang dibutuhkan untuk mencapai tegangan optimal. [2]

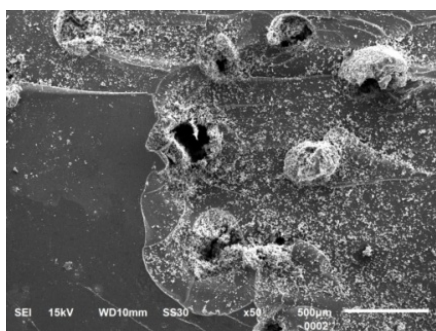
Adanya perlakuan alkali (dengan perendaman 5% NaOH) memberikan efek *wettability* permukaan serat terhadap matrik, sehingga meningkatkan kekuatan dayaikatantarapada serat ijuk dan epoxy.



Gambar 6. Permukaan patahan komposit panjang serat ijuk 30 mm



Gambar 7. Permukaan patahan komposit panjang serat ijuk 60 mm



Gambar 8. Permukaan patahan komposit panjang serat ijuk 90 mm

Daya ikat komposit (*bonding strength*) mempengaruhi kekuatan komposit dalam menahan beban yang diberikan. Hasil foto SEM memperlihatkan penempangan komposit serat ijuk dengan panjang 30 mm, 60 mm, dan 90 mm. Foto SEM menunjukkan adanya serat yang patah bersama dengan matrik. Hal ini menunjukkan ikatan yang baik antara serat dan matrik.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian pengaruh panjang serat terhadap sifat mekanis dan fisik komposit berpenguat serat ijuk dengan matrik epoxy dapat diambil kesimpulan :

1. Komposit epoxy yang diperkuat dengan serat ijuk dengan panjang serat 90 mm memiliki harga tegangan tarik dan

regangan tertinggi yaitu 45,05 MPa dan 8,65 %.

2. Panjang serat 90 mm lebih kuat tegangan tarik dan regangannya dari pada panjang serat 30 mm dan 60 mm hal ini disebabkan semakin panjang serat di dalam matriks, maka permukaan serat yang menanggung beban yang diberikan oleh matriks menjadi besar, dan begitu juga sebaliknya.
3. Pendistribusian serat yang tidak merata menyebabkan kekuatan komposit serat acak lebih rendah daripada epoxy murni.
4. Hal ini dapat dilihat dari hasil foto SEM yang memperlihatkan adanya serat yang patah bersama dengan matrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Widodo, B., 2007. *Analisis Sifat Mekanik Komposit Epoksi Dengan Penguat Serat Pohon Aren (Ijuk) Model Lamina Berorientasi Sudut Acak (Random)*. Institut Teknologi Nasional. Malang.
- [2] Schwarz M.M . 1984. *Composite Material Handbook*, Mc Graw hill. Singapore.
- [3] Christiani, Evi. 2008. Tesis, *Karakteristik Ijuk Pada Papan Komposit Ijuk Serat Pendek Sebagai Perisai Radiasi Neutron*. Sumatera Utara.
- [4] Michael, H.W., 1998, *Stress and Analysis of Fiber Reinforced Composite Material*, Mc Graw Hill International Edition.
- [5] Porwanto, Daniel Andri. Johar, Lizda. 2006. *Karakteristik Komposit Berpenguat Serat Bambu dan Serat Gelas Sebagai alternatif Bahan Baku Industri*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- [6] Munandar, Imam. 2012. *Sifat Mekanik Dan Sifat Fisis Pada Serat Ijuk (Arenga Pinnata Merr)*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- [7] Diharjo, K., dan Triyono, t.,2003. *Buku Pegangan Kuliah Material Teknik*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- [8] Kartini, Ratni. 2002. *Pembuatan Dan Karakterisasi Komposit Polimer Berpenguat Serat Alam*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [9] Diharjo, Kuncoro. 2006. *Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Sifat Tarik*

Bahan Komposit Serat Rami-Polyester.
Universitas Negeri Sebelas Maret.
Surakarta