

**STUDI SIFAT MEKANIK KOMPOSIT SERAT SANSEVIERIA
CYLINDRICA DENGAN VARIASI FRAKSI VOLUME
BERMatrik POLYESTER**

Rahmat Iskandar Fajri¹⁾, Tarkono²⁾ 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

Abstract

This study aims to create and analyze the tensile strength of the material matrix composite reinforced polyester resin natural fiber Sansevieria cylindrica leaves that will eventually be in seek of new composite materials which might be expected to be a reference material that is environmentally friendly. The results showed an increase in tensile strength of the composite fiber volume fraction of each additional up to 20%. At 10% fiber volume fraction values obtained 18.459N/mm², then power up the volume fraction of 20% to reach a value 45.698N/mm², but declining power back on composite with 30% fiber volume fraction is 32.891N/mm². From microstructure observations made by SEM photo can be seen in the composite fiber distribution uneven in some parts of the composite fiber reinforcing material contained gaps, so that part has the tensile strength values are different.

Keywords: composite, composite tensile strength, static tensile strength fibers, Sansevieria cylindrica.

PENDAHULUAN

Perkembangan komposit saat ini sudah mulai mengarah pada pemanfaatan komposit sebagai panel sekaligus struktur utama dari suatu komponen tertentu. Bahan komposit tidak hanya digunakan dalam bidang transportasi saja tetapi juga sudah digunakan dalam bidang lainnya, seperti bidang property, arsitektur dan lain sebagainya. Hal ini disebabkan oleh adanya keuntungan-keuntungan yang lebih besar atas penggunaan bahan komposit, seperti konstruksi ringan, kuat dan tidak terpengaruh oleh korosi.^[1]

Penggunaan komposit berpenguat serat alam ini dilandasi oleh sifat komposit berpenguat serat alam dipandang lebih ramah lingkungan terutama dengan kaitannya kemudahan mekanisme pembuangan kealam sesudah masa pakainya.

Sansevieria cylindrica adalah salah satu tanaman yang mempunyai serat yang kuat. Sesuai dengan namanya, tumbuhan ini memiliki daun yang tumbuh memanjang ke atas dan berbentuk silinder. Daunnya kaku dan sangat tebal dengan warna hijau tua dengan alur-alur hitam keabu-abuan bercampur hijau.^[3]

Pada zaman dahulu, orang memanfaatkan daun *sansevieria* sebagai penghasil serat, yakni untuk membuat tali anyaman, jangkar kapal dan kain. Mengingat kualitas serat yang baik, maka tumbuhan ini dibudidayakan di beberapa negara seperti Indonesia.^[4]

Untuk meningkatkan fungsi guna dari serat *sansevieria* yang biasa digunakan untuk bahan tekstil dan kerajinan rakyat menjadi material teknik, maka perlu diteliti dan dikembangkan sebagai bahan komposit yang sesuai sifat fisis dan mekanisnya, sehingga akan tercipta bahan komposit baru.

REFERENSI

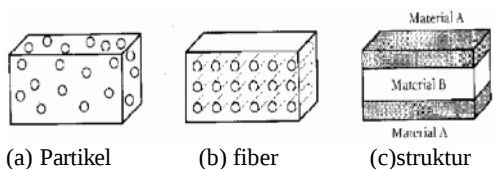
Komposit adalah suatu system yang tersusun melalui pencampuran dua material atau lebih yang berbeda, dalam bentuk dan komposisi material yang tidak larut satu sama lain. Pada umumnya bahan komposit adalah bahan yang memiliki beberapa sifat yang tidak mungkin dimiliki oleh masing-masing komponennya. Dalam pengertian ini sudah tentu kombinasi tersebut tidak terbatas pada bahan matriknya^[2]

Kata komposit berasal dari kata “to compose” yang berarti menyusun atau menggabung. Secara sederhana material komposit adalah material gabungan dari dua atau lebih material yang berlainan. Jadi komposit adalah suatu bahan yang merupakan gabungan atau campuran dari beberapa material pada skala makroskopis untuk membentuk material ketiga yang lebih bermanfaat.

Sifat maupun Karakteristik dari komposit ditentukan oleh^[6]:

- (a) Material yang menjadi penyusun komposit. Karakteristik komposit ditentukan berdasarkan karakteristik material penyusun, menurut *rule of mixture* sehingga hasilnya akan berbanding secara proporsional.
- (b) Bentuk dan penyusunan structural dari komposit. Bentuk dan cara penyusunan komposit akan mempengaruhi karakteristik komposit.
- (c) Interaksi antar penyusun. Bila terjadi interaksi antar penyusun akan meningkatkan sifat dari komposit itu.^[6]

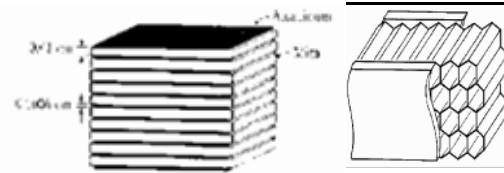
Adapun ilustrasi dari komposit berdasarkan penguatnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini^[6].



Gambar Ilustrasi komposit berdasarkan penguatnya^[6].

Berdasarkan struktur komposit dapat dibagi menjadi dua yaitu: struktur *laminat* dan

struktur *sandwich*, ilustrasi dari kedua struktur komposit tersebut dapat dilihat pada gambar.



Gambar Ilustrasi komposit berdasarkan Strukturnya

Serat dalam bahan komposit berperan sebagai bagian utama yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan serat pembentuknya. Semakin kecil bahan (diameter serat mendekati ukuran kristal) maka semakin kuat bahan tersebut, karena minimnya cacat pada material^[8].

Dilihat dari jenisnya, serat dibagi menjadi dua yaitu serat alam (*nature fiber*) dan serat sintetik atau serat buatan.

Serat alam adalah serat yang berasal dari tumbuhan dan hewan berbentuk seperti benang. Untuk mendapatkan bentuk serat, diperlukan beberapa tahap pemrosesan bergantung dengan karakter bahan dasarnya. Jenis-jenis serat dari tumbuhan antara lain yang berbahan kapas, pelepah pisang, enceng gondong, rami, dan sebagainya. Sedangkan serat dari hewan misalnya wool, sutra dan bulu burung.

Serat buatan terbentuk dari polimer-polimer yang berasal dari alam maupun polimer-polimer buatan yang dibuat dengan cara kepolimeran senyawa-senyawa kimia yang relatif sederhana. Semua proses pembuatan serat dilakukan dengan menyempatkan polimer yang berbentuk cairan melalui lubang-lubang kecil (*spinner*). Serat buatan (serat *termoplastik*) disebut juga *man-made fibres* terdiri dari *nylon*, *perlon*, *decron*, *teriline*, *trivera*, *terlenka*, *tetoron*, *prinsip*, *bellini*, *laceri*, *larici*, *orlon*, *cashmilon*, *silk*, *caterina* dan lain-lain.

Selain itu serat juga merupakan unsur yang terpenting, karena seratlantantinya yang akan

menentukan sifat mekanik komposit tersebut seperti kekakuan, keuletan, kekuatan dan sebagainya. Fungsi utama dari serat adalah:

- Sebagai pembawa beban. Dalam struktur komposit 70% - 90% beban dibawa oleh serat.
- Memberikan sifat kekakuan, kekuatan, stabilitas panas dan sifat-sifat lain dalam komposit.
- Memberikan insulasi kelistrikan (*konduktivitas*) pada komposit, tetapi ini tergantung dari serat yang digunakan.

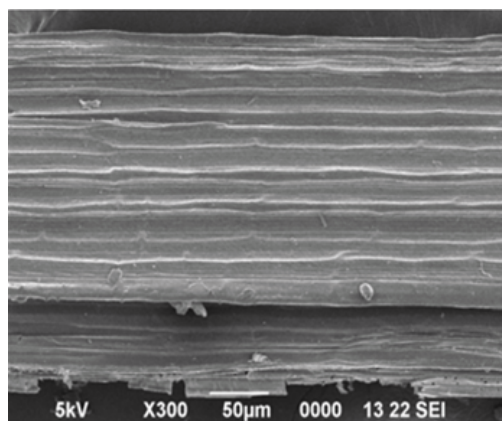
Polyester merupakan polimer jenis plastik yang berfasa cair, digunakan sebagai matrik pengisi komposit. Matrik ini berfungsi untuk mengikat dan mempertahankan posisi serat agar tetap pada posisinya dan mendistribusikan beban yang diterima komposit kepada serat secara merata.

Berdasarkan karakteristik termalnya, plastik dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu termoplastik dan termosetting. *Polyester* sendiri termasuk dalam kategori plastik termosetting. Apabila *polyester* dipanaskan maka tidak akan meleleh dan mengalir, tetapi akan terbakar dan menjadi arang.

Sansevieria cylindrica atau yang lebih dikenal dengan tanaman ular adalah tanaman sebagai penghias bagian dalam rumah karena tanaman ini dapat tumbuh dalam kondisi yang sedikit air dan cahaya matahari^[4]. Sesuai dengan namanya, ia memiliki daun yang tumbuh memanjang ke atas dan berbentuk silinder. Daunnya kaku dan sangat tebal dengan warna hijau tua dengan alur-alur hitam keabu-abuan bercampur hijau muda^[12].

Tabel *Physical properties of sansevieria fibres*^[15]

Fiber Tests	S. trifasciata fiber	S. cylindrica fiber
Breaking force (g)	376.3	334
Elongation (%)	2.1	3.6
Length (cm)	109	117
Diameter (μm)	120	-
Fineness (tex)	9.8	9.0



Gambar SEM micrograph of sansevieria fibres^[15]

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah serat *sansevieria cylindrica* sebagai bahan penguat komposit dan resin *polyester* sebagai bahan matrik. Hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan komposit ini adalah susunan serat yang disusun secara lurus dengan fraksi volume serat 10%, 20%, dan 30%.

Serat yang digunakan terlebih dahulu dilakukan pengujian tarik statis, pengujian statis bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik serat perhelai. Sehingga nantinya dapat dijadikan pembandingan kekuatan tarik sebelum dan sesudah menjadi komposit.

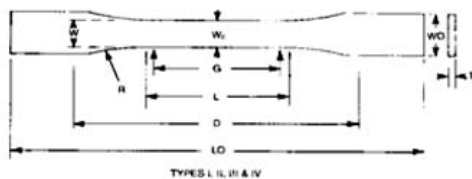
Pengujian statis serat dilakukan di laboratorium Balai Besar Tekstil Bandung dengan menggunakan mesin Mesin Textechno Statimat CS. Serat yang diuji adalah serat yang memiliki diameter 600μm.

Susunan pembuatan komposit dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini.

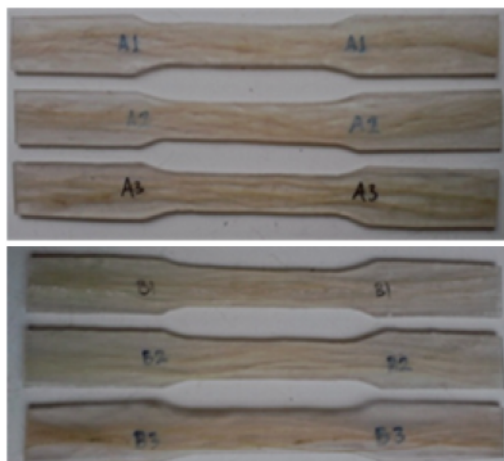


Gambar Spesimen uji

Komposit yang telah jadi kemudian diuji kekuatan mekaniknya yaitu kekuatan tariknya dengan menggunakan mesin uji tarik. Pengujian ini Dilakukan untuk mengetahui besarnya kekuatan Tarik dari bahan komposit. Pengujian dilakukan dengan mesin uji “*Universal Testing Machine*”. Spesimen pengujian Tarik dibentuk menurut standar ASTM D638-03 yang ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar pengujian tarik



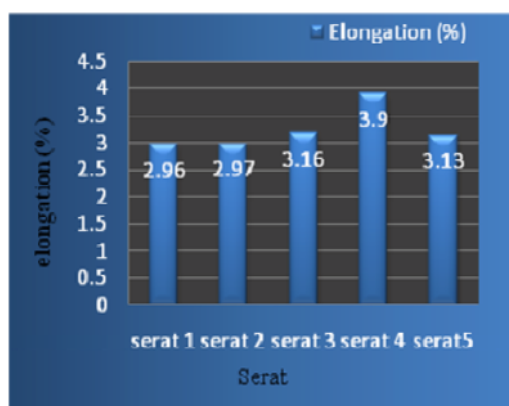
Setelah dilakukan pengujian tarik, kemudian komposit dilakukan pengamatan struktur mikro dengan pengujian SEM. Pengamatan ini bertujuan untuk melihat distribusi serat yang ada didalam komposit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

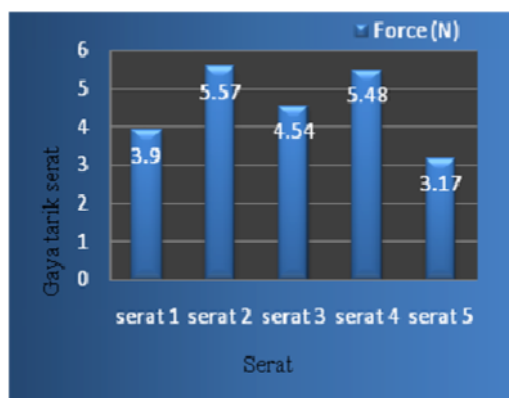
Data pengujian tarik statis serat

NO	$\epsilon\%$	FORCE (N)	TENACITY (N/tex)	WORK TO RUPT (cN/cm)	σ (N/mm ²)
1	2.96	3.90	3.90	138.91	1380.04
2	2.97	5.57	5.57	182.71	1970.98
3	3.16	4.54	4.55	154.35	1605.51
4	3.90	5.48	5.48	227.55	1939.13
5	3.13	3.17	3.18	112.98	1121.72

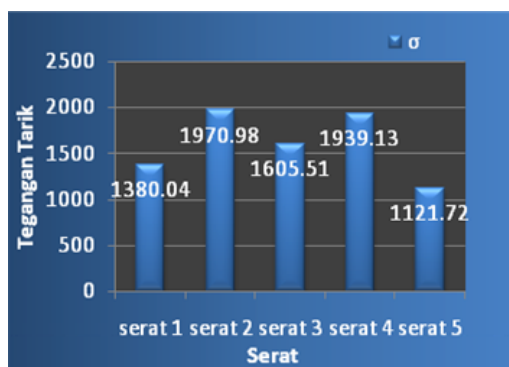
Untuk lebih memudahkan dalam melihat perbandingan besarnya nilai-nilai yang diperoleh dari hasil pengujian tarik perhelai serat yang telah dilakukan, maka dapat disajikan dalam grafik berikut.



Grafik elongation pengujian 5 helai serat diameter 600 μ m



Grafik Gaya tarik pengujian 5 helai serat diameter 600 μ m



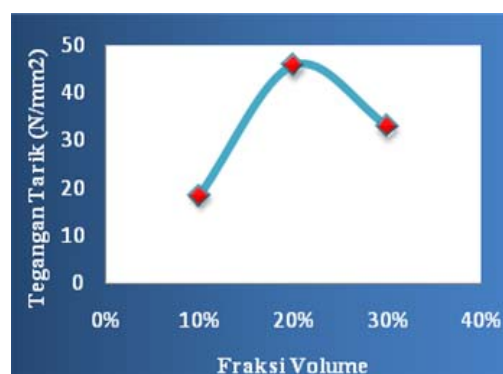
Grafik Tegangan tarik serat *sansevieria cylindrica*

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian tarik statis yang dilakukan pada BBT Bandung, dapat diketahui bahwa besarnya gaya tarik statis maksimal dari lima kali pengujian serat *sansevieria cylindrica* yang paling besar adalah sebesar 1970.98 N/mm². Sedangkan kekuatan tarik terendah sebesar 1121.72 N/mm². dengan kekuatan rata-rata dari lima kali pengujian serat statis tersebut didapat nilai 1612 N/mm². Untuk nilai elongation maksimal diperoleh yaitu sebesar 3.90% dan nilai terendah sebesar 2.96%.

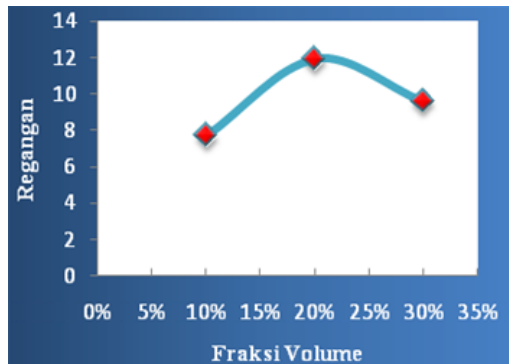
Data pengujian rata-rata tarik komposit

Fv	Luas (mm ²)	Beban Max (N)	YS (N/mm ²)	TS (N/mm ²)	E (GPa)	ϵ (%)
10%	66.5	1249.36	8.09	18.495	0.158	7.72
20%	66.5	3045.55	19.466	45.698	0.219	11.93
30%	66.5	2187.17	14.484	32.891	0.199	9.61

Untuk lebih memudahkan dalam melihat perbandingan besarnya nilai-nilai yang diperoleh dari hasil pengujian tarik komposit serat dengan fraksi volume 10%, 20%, dan 30% yang telah dilakukan, maka dapat disajikan dalam grafik seperti berikut.



Grafik hubungan tegangan tarik dengan fraksi volume.



Grafik Hubungan Regangan dengan fraksi volume komposit

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian tarik komposit yang telah dilakukan nilai beban maksimum yang dapat ditahan oleh komposit serat *sansevieria cylindrica* sebesar 3388.19N pada komposit dengan fraksi volume 20%. Sedangkan beban maksimal terendah didapat pada komposit dengan fraksi 10% dengan nilai 1021.8N. Untuk beban maksimum pada fraksi volume 30% didapat pada nilai 2536N.

Untuk tegangan yield terbesar diperoleh yaitu 20.721N/mm^2 pada komposit dengan fraksi volume 20%. Sedangkan untuk nilai tegangan yield terendah terdapat pada komposit dengan fraksi volume 10% dengan nilai 7.296N/mm^2 . Untuk nilai tegangan yield pada komposit dengan fraksi volume 30% adalah sebesar 15.729N/mm^2 .

Dari pengujian tersebut nilai kekuatan tegangan tarik terbesar didapat pada komposit dengan fraksi volume 20% dengan nilai 50.955N/mm^2 . Untuk nilai terendahnya terdapat pada komposit dengan fraksi volume 10% dengan nilai sebesar 15.367N/mm^2 . Untuk komposit dengan fraksi volume 30% didapat nilai tegangan tarik terbesarnya pada nilai 38.128N/mm^2 .

Jika dilihat dari nilai regangan yang didapat, maka nilai tertinggi pada komposit dengan fraksi volume serat 20%, sedangkan nilai terendah terdapat pada komposit dengan fraksi volume serat 10%. Untuk komposit dengan fraksi volume 30% nilai yang di dapat adalah 9.83%. nilai ini berada dibawah nilai regangan

dari komposit dengan fraksi volume 20%.

Dari data nilai tersebut dapat di ambil rata-rata bahwa nilai untuk kekuatan tarik, tegangan yield dan beban maksimal terbesar terdapat pada komposit dengan fraksi volume 20%. Dan untuk nilai terendah dari kekuatan tarik, regangan, tegangan yield dan beban maksimal terendah terdapat pada komposit dengan fraksi volume 10%.

Dari data yang diperoleh dapat dengan jelas kita lihat adanya peningkatan dan penurunan nilai yang sangat variasi, hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan komposit baik ketika proses pembuatan komposit maupun ketika komposit diberi perlakuan uji. Nilai rata-rata terbesar terdapat pada komposit dengan fraksi volume 20% dan nilai terendah pada komposit dengan fraksi volume 10%. Ini membuktikan bahwa penggunaan serat *sansevieria cylindrica* sebagai penguat matrik dapat memperkuat komposit.

Dilihat dari peningkatan nilai-nilai yang didapat pada saat komposit di lakukan pengujian. Tetapi batas volume penggunaan serat sebagai penguat yaitu pada volume fraksi serat 20%. Dikarenakan pada saat pengujian komposit dengan fraksi volume 30%, kekuatan rata-rata komposititu menurun. Ini disebabkan, jika terlalu banyak serat yang digunakan sebagai penguat matrik, maka homogenisasi antara serat dan matrik akan sulit tercapai, dikarenakan terlalu padatnya bahan penguat matrik. Sehingga matrik dan penguat akan sulit tercampur secara homogen yang tentu saja akan mempengaruhi kekuatan dari komposit tersebut. Begitu juga sebaliknya pada komposit dengan fraksi volume 10%, nilai pengujian yang didapat paling rendah diantara fraksi volume 20% dan 30%. Ini dikarenakan kurangnya bahan penguat matriks yang ada di dalam komposit. Sehingga jumlah serat yang hanya 10% dari jumlah matriks, tidak mampu menahan beban yang lebih besar dan menghasilkan nilai pengujian yang relatif rendah.

Selain itu ada juga faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan komposit dari proses

pembuatan komposit itu sendiri. Pada saat pembuatan komposit, kesulitan yang terjadi adalah mengurangi banyaknya void. Dikarenakan pada saat pencetakan spesimen, banyak void yang terjebak diantara serat-serat yang disusun. Teknik yang digunakan pada saat pencetakan komposit adalah dengan alur serat lurus, kendalanya adalah saat pencampuran antara matrik dan penguat. Dikarenakan matrik dan serat tidak diaduk secara bersamaan, melainkan dengan teknik laminasi yaitu menuangkan sebagian larutan resin kedalam cetakan, kemudian menyusun serat secara horizontal, dan menuangkan kembali sisa dari resin diatas serat hingga serat tertutup.

Kendala yang terjadi dengan teknik ini adalah, pembuatan komposit harus dilakukan dengan cepat, karna jika tidak dilakukan dengan cepat, maka matrik akan segera mengeras. dengan cara ini juga akan sulit mencapai campuran matrik dan penguat secara homogen. Homogenisasi dalam pembuatan komposit sangat berpengaruh pada kekuatan komposit tersebut, karena ada beberapa penguat yang tidak bercampur dengan baik didalam komposit.

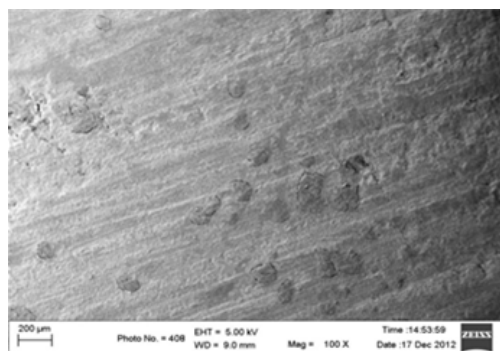
Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan maka didapatkan data patahan yang mendominasi pada komposit yaitu patahan yang terjadi dibagian pinggir dari spesimen atau tidak terjadi tepat berada ditengah-tengah dari specimen. Penyebab terjadinya patahan ini biasanya terjadi karena adanya daerah tertentu yang kurang serat akibat tidak meratanya serat. Hal ini bisa terjadi karena pada saat pembuatan komposit seratnya tidak merata atau tidak homogen, ini diakibatkan seratnya ada yang tidak lurus serta adanya celah udara yang menyebabkan spesimen kurang baik. Maka kekuatannya pun rendah dan tegangan tarik yang terjadi pada daerah tersebut juga rendah, yang mengakibatkan mudah terjadinya patahan di titik tersebut pada saat di uji Tarik.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Joni Parizal 2012, komposit serat *sansevieria* dari jenis *trifasciata* dengan fraksi volume 10% dan komposit dengan standar

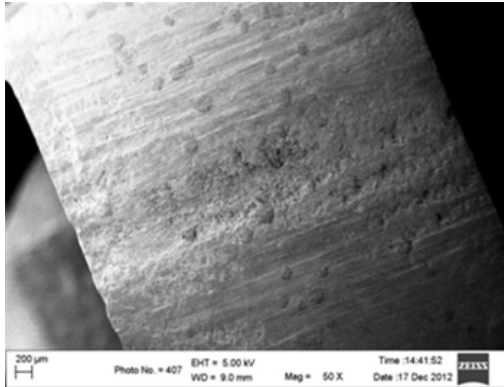
pengujian tarik ASTM D3039 pada perendaman alkali selama 8 jam, didapatkan hasil kekuatan tarik rata-rata maksimalnya sebesar 20.83N/mm². Dibandingkan dengan penelitian ini, kekuatan rata-rata kekuatan tarik pada fraksi volume 10% yang mendapatkan harga tarik 18.495N/mm². Tetapi komposit dengan fraksi volume serat 20% pada penelitian ini mendapatkan harga kekuatan tarik sebesar 45.698 N/mm². Harga kekuatan tarik komposit dengan fraksi volume 10% pada penelitian ini masih dibawah harga kekuatan tarik dari penelitian sebelumnya.

Ini dikarenakan komposit yang dibuat pada penelitian ini tidak dilakukan variasi perendaman alkali seperti yang dilakukan peneliti sebelumnya. Komposit *sansevieria cylindrica* hanya dilakukan perendaman alkali selama 1 jam. Dan faktor lainnya adalah pemakaian standar pembuatan komposit yang berbeda. Sehingga penelitian sebelumnya tidak dapat dijadikan acuan dikarenakan banyaknya perbedaan baik dari jenis serat yang digunakan, cara pembuatan dan standar yang digunakan.

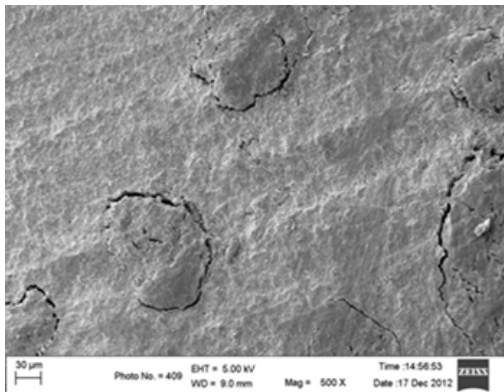
Pengamatan foto mikro SEM *micrograph* dilakukan pada bentuk patahan benda uji untuk melihat distribusi serat pada komposit tersebut. Distribusi serat dan homogenisasi antara serat dan matriks akan terlihat lebih jelas dengan pengamatan foto mikro ini. Dibawah ini adalah data gambar-gambar foto patahan mikro yang dilakukan dengan metode foto SEM.



Gambar foto SEM 50 kali pembesaran



Gambar foto SEM 100 kali pembesaran



Gambar foto SEM 500 kali pembesaran

Dilihat dari foto pada pembesaran 50 kali, dapat dilihat bahwa distribusi serat yang kurang merata di pada sisi serat. Distribusi serat fokus pada bagian tengah komposit, sedangkan pada bagian pinggir, serat nampak terlihat jarang. Ini adalah faktor yang mempengaruhi dari variasi nilai yang didapatkan pada setiap komposit yang di uji tarik, maka pada bagian yang tidak terisi serat itupun kekuatannya akan berkurang.

Pada foto kedua yaitu pada pembesaran 100 kali, dapat dilihat serat terbungkus oleh *polyester* dengan baik. Pada foto ketiga yaitu pada pembesaran 500 kali, dapat dilihat lebih jelas distribusi serat yang kurang merata. Jarak antara serat tidak sama dengan yang lain. Ada bagian-bagian komposit yang tidak terisi serat. Retakan-retakan yang terdapat pada sisi-

sisi serat di akibatkan pada saat pengujian tarik serat mengalami regangan dan menyebabkan diameter serat mengecil, tetapi *polyester* tetap pada tempatnya. sehingga menyebabkan seperti retakan-retakan pada permukaan serat dengan *polyester*.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisa pengujian serta pembahasan data yang diperoleh, dapat disimpulkan:

1. Nilai kekuatan optimal tarik serat statis serat *sansevieria cylindrica* adalah sebesar 19.7 N/mm^2 . Dengan nilai rata-rata dari 5 kali pengujian serat sebesar 16.12 N/mm^2 .
2. Terdapat peningkatan kekuatan tarik komposit dari fraksi volume 10% hingga 20%. Tetapi kekuatan komposit berkurang ketika fraksi volume ditambah hingga 30%. Sehingga dapat di simpulkan kekuatan optimal dalam penelitian ini adalah pada komposit dengan fraksi volume 20%.
3. Dari hasil foto SEM distribusi serat pada komposit kurang merata, jarak antara serat dan serat lainnya didalam komposit tidak sama. Menyebabkan nilai kekuatan disetiap sisi komposit berbeda.

SARAN

1. Pada saat pembuatan komposit dalam penyusunan serat secara lurus hendaknya dilakukan secara cepat agar komposit tercampur lebih homogen.
2. Untuk melanjutkan penelitian ini dapat dilakukan pengujian mekanik lain (uji impak, uji bending, uji tekan) guna melihat kekuatan mekanik lainnya dari komposit serat *sansevieria cylindrica* ini.
3. Saat pembuatan komposit hendaknya dilakukan sendiri, agar dapat menganalisa proses pembuatan komposit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wirjosentono, B. 1995. Analisis dan Karakterisasi Polimer FMIPA USU Press Medan. Indonesia.

- [2] Surdia,T.dan Saito,S. 1985. Pengetahuan Bahan Teknik. PT. Dainippon Gitakarya Printing. Indonesia.
- [3] Nova.T.Lidah_Mertua.http://nostalgia.tabloidnova.com/print_articles.asp?id=5339&no=1 Diakses tanggal 17 Mei 2012.
- [4] Flora.D.Mengenal_Sansevieria.<http://duni aflora.com/mod.php?mod=informasi&op=viewinfo&intypeid=5&infoid=21>. Diakses tanggal 15 Mei 2012.
- [5] Jones, M. R., 1975, *Mechanics of Composite Material*, Mc Graww Hill Kogakusha, Ltd.
- [6] Pramono. A, 1989. "Komposit Sebagai Trend Teknologi Masa Depan". Fakultas Teknik Metalurgi dan Material. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- [7] Van Vlack, 2005, *Ilmu dan Teknologi Bahan*, Erlangga Jakarta
- [8] Diharjo, K., dan Triyno. T., 2003 Buku Pegangan Kuliah Material Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- [9] Mueller, Dieter H. October 2003. New Discovery in the Properties of Composites Reinforced with Natural Fibers. JOURNAL OF INDUSTRIAL TEXTILES, Vol. 33, No. 2. Sage Publications.
- [10] *Kajian teori serat*. ml.scribd.com/doc/57375917/kajian-teori-serat/ Diakses tanggal 18 Mei 2012.
- [11] Bramantyo. Amar, 2008 *Pengaruh Konsentrasi Serat*. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia.
- [12] BP, Polusi Mengancam Tanam Sembilan Tanaman Pencegah Polusi. <http://www.balipost.co.id/mediadetail.php?module=detailberitaindex&kid=24&id=64044>. Diakses 17 Mei 2012.
- [13] Anonim, sansevieria. <http://pundicahaya.wordpress.com/tag/sansevieria-cylindrica/>. Diakses tanggal 14 Mei 2012
- [14] Aisah, Nuning. 2003. *Pembuatan Komposit Polimer Berpenguat Serat Sintetik Untuk Bahan Genteng*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.IPB. Bogor.
- [15] Kanimozhi. M. Desember 2011. *Investigating the Physical Characteriscitics of sansevieria trifasciata fibres*. International journal of scientific and research publication.
- [16] Kumar, Ashok. 2011. *Fabrication and performance of natural fibers: Sansevieria cylindrica, waste silk, juteand drumstick vegetable fibres(Moringa Oleifera) reinforced with rubber/polyester composites*. International journal of scientific and research publication.
- [17] Pengujian Kekuatan Tarik Komposit. <http://id.scribd.com/doc/48695259/35/Pengujian-Kekuatan-Tarik-Komposit>.Diakses tanggal 11 Agustus 2012.