

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI SIFAT MEKANIK BAHAN KOMPOSIT SERAT DAUN NENAS-POLYESTER DITINJAU DARI FRAKSI MASSA DAN ORIENTASI SERAT

Delni Sriwita, Astuti

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas
Kampus Unand, Limau Manis, Padang, 25163
e-mail: delni_sriwita@yahoo.com, tuty_phys@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pembuatan dan karakterisasi sifat mekanik bahan komposit serat daun nenas-*polyester* ditinjau dari fraksi massa dan orientasi serat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan massa serat terhadap sifat mekanik pada komposit resin *polyester* khususnya kuat tarik dan kuat tekan. Resin *polyester-MEKPO* (*Methyl Ethyl Ketone Peroxide*) berperan sebagai matriks pada komposit dan serat daun nenas berperan sebagai *filler* pada matriks polimer resin *polyester*. Karakterisasi kuat tarik dan kuat tekan komposit terhadap penambahan serat daun nenas dilakukan dengan alat uji wekob 32559 (Cesare Galdabini). Secara umum, sifat mekanik resin *polyester*-serat daun nenas meningkat berdasarkan penambahan serat. Nilai kuat tarik dan kuat tekan untuk komposit dengan orientasi serat searah lebih tinggi daripada orientasi serat acak. Nilai kuat tarik maksimum diperoleh pada komposit dengan penambahan serat 0,2 g sebesar 723,36 N/cm² dan nilai kuat tekan pada komposit dengan penambahan serat 1,5 g sebesar 1768,13 N/cm². Kata kunci : komposit, resin *polyester-MEKPO*, matriks, *filler*, kuat tarik, kuat tekan

ABSTRACT

The research on the preparation and characterization of mechanical properties of composite materials pineapple leaf fiber-polyester reviewed of mass fraction and fiber orientation has been done. The purpose of this research is to determine the effect of fiber mass to mechanical properties of composite polyester resin especially tensile strength and compressive strength. Polyester Resin-MEKPO (Methyl Ethyl Ketone Peroxide) was used as matrix in composite and pineapple leaf fiber as filler in the polymer matrix of polyester resin. Characterization of tensile strength and compressive strength of the composite was measured by using equipment 32559 wekob (Cesare Galdabini). Generally, the mechanical properties of composite increase by the addition of pineapple leaf fiber. The value of tensile strength and compressive strength from the composites with continous fiber orientation are higher than the random fiber orientation. The maximum value of tensile strength obtained to the composites with the addition of fiber 0.2 g is 723.36 N/cm² and the value of compressive strength to the composite with the addition of fiber 1.5 g is 1768.13 N/cm². Keyword : composite, polyester resin-MEKPO, matrix, filler, tensile strength, compressive strength

I. PENDAHULUAN

Pemanfaatan dan penggunaan komposit telah berkembang pesat dan meluas di tanah air ini. Komposit banyak dimanfaatkan dalam peralatan rumah tangga dan sektor industri baik industri kecil maupun industri besar. Hal ini disebabkan karena komposit memiliki beberapa keunggulan tersendiri dibandingkan bahan teknik alternatif lainnya seperti bahan komposit lebih kuat, tahan terhadap korosi, lebih ekonomis, dan sebagainya. Komposit merupakan material yang terbentuk dari kombinasi antara dua atau lebih material pembentuknya melalui pencampuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Komposit terdiri dari matriks yang berfungsi untuk perekat atau pengikat dan pelindung *filler* (pengisi) dari kerusakan eksternal dan *filler* berfungsi sebagai penguat.

Material komposit yang berpenguat serat terutama serat alam merupakan material alternatif yang sangat menguntungkan bila dibandingkan dengan material alternatif lainnya, dimana dewasa ini telah berkembang dengan cepat dan memperoleh perhatian yang serius bagi para ilmuwan. Serat alam yang digunakan adalah serat pelepah kelapa, serat aren, serat batang pisang, serat daun nenas, serat pandan, dan sebagainya. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pembuatan komposit berpenguat serat dengan memanfaatkan serat daun nenas

sebagai penguat (*filler*) dan resin poliester sebagai matriks dan pelindung penguat dari kerusakan efek fisika seperti tarikan, pukulan, tekanan, dan lain sebagainya.

Komposit yang diperkuat dengan serat dapat digolongkan menjadi dua bagian yaitu komposit serat pendek (*short fiber composite*) dan komposit serat panjang (*long fiber composite*). Serat panjang lebih kuat dibanding serat pendek. Serat panjang (*continous fiber*) lebih efisien dalam peletakannya daripada serat pendek tetapi serat pendek lebih mudah peletakannya dibanding serat panjang. Panjang serat mempengaruhi kemampuan proses dari komposit serat. Ditinjau dari teorinya, serat panjang dapat meneruskan beban maupun tegangan dari titik tegangan ke arah serat yang lain (Schwart, 1984).

Tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan karena tegangan yang diberikan pada komposit pertama diterima oleh matriks dan diteruskan ke serat, sehingga serat akan menahan beban sampai beban maksimum. Oleh karena itu, serat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matriks penyusun komposit (Vlack, 1995).

II. METODE

2.1 Pengolahan Serat

Pengambilan daun nenas yang diperoleh dari kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat dipilih dengan panjang rata-rata 30 cm. Daun nenas tersebut dicuci dengan bersih untuk menghilangkan kotoran dan kemudian dilakukan pengambilan serat dengan panjang rata-rata 20 cm. Setelah serat berhasil diperoleh, serat tersebut dikeringkan di bawah cahaya matahari kira-kira 3 jam atau sampai kering kemudian direndam dengan larutan NaOH dengan konsentrasi larutan 5% selama 2 jam (Rahman dkk, 2011). Setelah selesai direndam, serat dicuci lagi dengan air bersih dengan tujuan untuk menghilangkan larutan NaOH yang menempel pada serat. Kemudian serat dikeringkan lagi selama 3 jam di bawah cahaya matahari maka serat telah bisa digunakan untuk bahan pembuatan komposit yang digunakan sebagai penguat.

2.2 Pembuatan Komposit

Pembuatan komposit dilakukan dengan mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan. Sampel yang akan dikarakterisasi kuat tekan dan kuat tarik masing-masing berjumlah 4 buah dengan variasi fraksi massa dan orientasi serat. Pada pembuatan komposit ini, kadar katalis MEKPO yang digunakan adalah 1% dari resin poliester. Resin poliester dan katalisnya dicampurkan ke dalam suatu wadah dan diaduk hingga merata.

Kemudian untuk pembuatan komposit dengan orientasi serat acak (serat pendek), serat dituangkan ke dalam campuran poliester-MEKPO dan diaduk hingga serat dan campuran poliester-MEKPO tercampur secara merata. Setelah itu, campuran tersebut dituangkan ke dalam cetakan yang sudah dioles dengan *kit original paste wax* atau kit mobil agar memudahkan pengambilan benda uji dari cetakan. Alat cetakan ditutup rapat dengan kaca agar tidak ada *void* atau gelembung udara yang masuk dalam cetakan. Dengan tidak adanya *void* akan menghasilkan komposit yang lebih baik. Selanjutnya, campuran tersebut dikeringkan selama 24 jam atau sampai benar-benar kering.

Untuk pembuatan komposit dengan orientasi serat searah (serat panjang), campuran poliester dan katalis dituangkan dalam cetakan yang sudah dioles dengan *kit original paste wax*. Setelah itu, serat disusun pada cetakan dengan orientasi serat searah (serat panjang). Kemudian, cetakan juga ditutup rapat dengan kaca agar tidak ada *void* atau gelembung udara yang masuk dalam cetakan. Selanjutnya, campuran tersebut juga dikeringkan selama 24 jam atau sampai benar-benar kering.

Setelah komposit tersebut kering, maka pengujian tarik dan tekan sudah dapat dilakukan, begitu juga dengan pengamatan struktur mikro dari masing-masing komposit dengan menggunakan mikroskop optik. Spesimen uji dibuat dengan variasi fraksi massa serat sesuai dengan ASTM D-638 untuk uji kuat tarik dengan ukuran cetakan (16,5 x 1,9 x 0,6) cm³ seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan untuk uji kuat tekan sesuai dengan ASTM D-695 dengan ukuran cetakan (5 x 5 x 5) cm³ yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1 Variasi volume resin dan massa serat untuk uji tarik dengan orientasi serat searah dan acak

Sampel	Komposisi bahan		
	Ukuran Cetakan (cm ³)	Volume Resin + Katalis (%)	Massa Serat (g)
1	16,5 x 1,9 x 0,6	100	0
2			0,2
3			0,4
4			0,6

Tabel 2 Variasi volume resin dan massa serat untuk uji tekan dengan orientasi serat searah dan acak

Sampel	Komposisi bahan		
	Ukuran Cetakan (cm ³)	Volume Resin + Katalis (%)	Massa Serat (g)
1	5 x 5 x 5	100	0
2			0,5
3			1,0
4			1,5

Komposit yang telah selesai dibuat berdasarkan variasi volume resin dan massa serat baik untuk uji kuat tarik maupun untuk uji kuat tekan, masing-masing komposit kemudian dilakukan pengamatan struktur mikro dengan menggunakan mikroskop optik hingga perbesaran 100 kali. Mikroskop optik yang digunakan untuk mengamati struktur mikro dari komposit adalah Mikroskop optik Carton SPZT50.

2.3 Karakterisasi Material

Karakterisasi material komposit dilakukan dengan pengujian kuat tarik dan kuat tekan serta pengamatan struktur mikro. Berikut adalah Persamaan 1 untuk menentukan nilai kuat tarik pada masing-masing komposit:

$$\sigma_t = \frac{F_t}{A_t} \tag{1}$$

dengan σ_t adalah kuat tarik (N/cm²), F_t adalah gaya tarik tegak lurus terhadap permukaan (N), dan A_t adalah luas bidang spesimen yang ditarik (cm²). Kemudian, Persamaan 2 untuk menentukan nilai kuat tekan pada masing-masing komposit:

$$\sigma_c = \frac{F_c}{A_c} \tag{2}$$

dengan σ_c adalah kuat tegangan (N/cm²), F_c adalah gaya tekan tegak lurus terhadap permukaan (N), dan A_c adalah luas bidang spesimen yang ditekan (cm²).

III. HASIL DAN DISKUSI

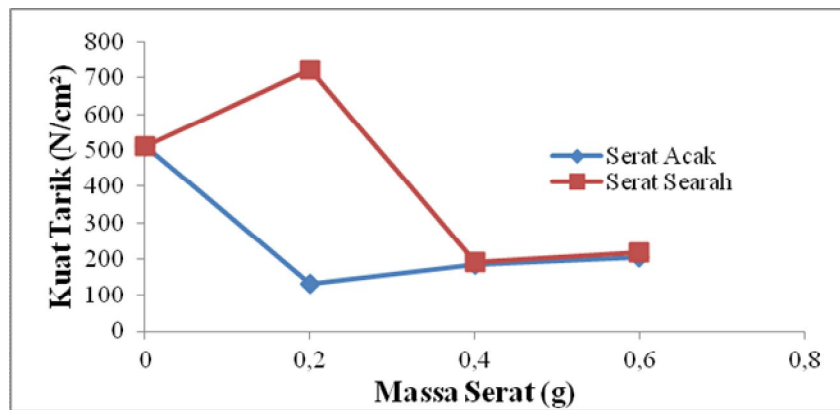
3.1 Kuat Tarik Resin Poliester dengan Penambahan Serat Daun Nenas

Pada penelitian ini, uji kuat tarik dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh fraksi massa dan orientasi serat terhadap kekuatan tarik yang dimiliki oleh masing-masing sampel uji. Data hasil pengujian kuat tarik antara resin poliester dan penambahan serat daun nenas dengan orientasi serat acak (serat pendek) dan serat searah (serat panjang) dapat dilihat

pada Tabel 3 dan grafik hubungan antara massa serat terhadap kuat tarik komposit orientasi serat acak (serat pendek) dan serat searah (serat panjang) dapat ditunjukkan pada Gambar 1.

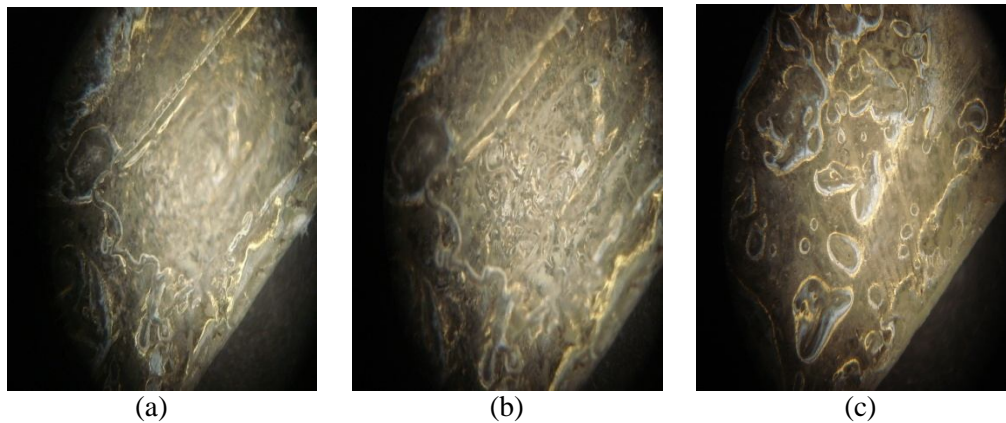
Tabel 3 Data hasil pengujian kuat tarik antara resin poliester dan penambahan serat daun nenas dengan orientasi serat acak (serat pendek) dan serat searah (serat panjang)

No	Volume resin poliester-MEKPO (%)	Massa Serat (g)	Kuat Tarik (N/cm ²)	
			Serat Acak	Serat Searah
1	100	0	512,86	512,86
2		0,2	133,64	723,36
3		0,4	183,59	192,31
4		0,6	205,07	218,25



Gambar 1 Grafik kuat tarik komposit antara komposit dengan orientasi serat acak (serat pendek) dengan serat searah (serat panjang)

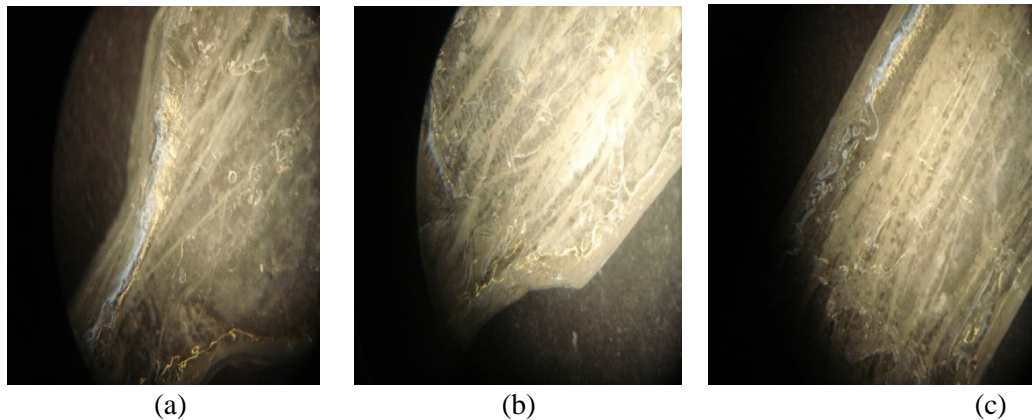
Pada Tabel 3 dan Gambar 1 terlihat bahwa kuat tarik komposit dengan orientasi serat searah lebih kuat daripada komposit dengan orientasi serat acak seperti yang terlihat pada penambahan serat daun nenas 0,2 g; 0,4 g; dan 0,6 g. Hal ini disebabkan oleh tidak sempurnanya ikatan antara serat dan matriks resin poliester yang mengakibatkan banyaknya gelembung udara (*void*) pada komposit. Selain itu, orientasi serat yang acak tidak ada yang mampu secara optimum menahan gaya yang diberikan pada arah dimana gaya bekerja dibandingkan dengan komposit tanpa penambahan serat.



Gambar 2 Foto mikroskop optik dari komposit dengan orientasi serat acak untuk sampel uji kuat tarik dengan penambahan serat : (a) 0,2 g; (b) 0,4 g; (c) 0,6 g

Peningkatan kekuatan tarik komposit dipengaruhi oleh daya ikat antara serat dan matriks yang sempurna serta orientasi serat yang baik. Serat yang mempunyai orientasi serat searah jauh lebih baik daripada komposit orientasi serat acak karena ketika komposit diberikan gaya tarik maka matriks akan dapat menahan gaya tersebut dan diteruskan oleh serat sebelum akhirnya komposit tersebut akan putus atau patah.

Bentuk permukaan dari masing-masing komposit untuk pengujian kuat tarik dengan orientasi serat acak (serat pendek) dapat dilihat pada Gambar 2. Kemudian, bentuk permukaan dari masing-masing komposit untuk pengujian kuat tarik dengan orientasi serat searah (serat panjang) dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Foto mikroskop optik dari komposit dengan orientasi serat searah untuk sampel uji kuat tarik dengan penambahan serat : (a) 0,2 g; (b) 0,4 g; (c) 0,6 g

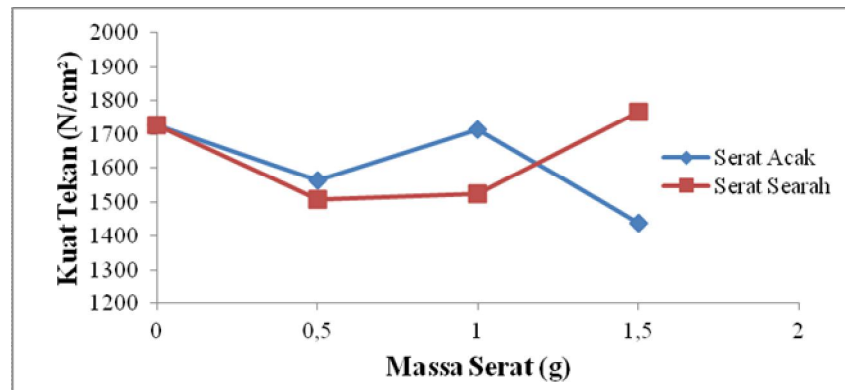
3.2 Kuat Tekan Resin Poliester dengan Penambahan Serat Daun Nenas

Data hasil pengujian kuat tekan antara resin poliester dan penambahan serat daun nenas dengan orientasi serat acak (serat pendek) dan serat searah (serat panjang) dapat dilihat pada Tabel 4 dan grafik hubungan antara massa serat terhadap kuat tekan komposit orientasi serat acak (serat pendek) dan serat searah (serat panjang) dapat ditunjukkan pada Gambar 2.

Tabel 4 Data hasil pengujian kuat tekan dan antara resin poliester dan penambahan serat daun nenas dengan orientasi serat acak (serat pendek) dan serat searah (serat panjang)

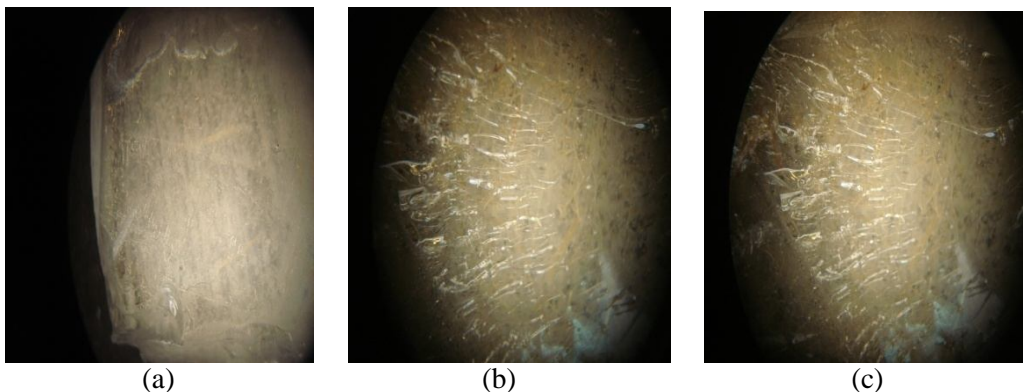
No	Volume resin poliester-MEKPO (%)	Massa Serat (g)	Kuat Tekan (N/cm ²)	
			Serat Acak	Serat Searah
1	100	0	1726,19	1726,19
2		0,5	1563,18	1507,25
3		1,0	1714,22	1523,10
4		1,5	1437,03	1768,13

Pada Tabel 4 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai kuat tekan komposit dengan penambahan serat 0,5 g dan 1,0 g yang disusun dengan orientasi serat acak lebih baik daripada orientasi serat searah. Hal ini disebabkan pada komposit serat searah, void yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan dengan komposit serat acak. Kemudian, serat pada komposit serat acak lebih tersebar secara teratur dan merata dibandingkan orientasi serat searah. Namun, pada penambahan serat 1,5 g nilai kuat tekan komposit dengan orientasi serat searah lebih baik daripada orientasi serat acak dan dapat melebihi kuat tekan dari semua yang dilakukan. Hal ini disebabkan oleh void yang dihasilkan pada komposit serat acak lebih banyak dibandingkan dengan komposit serat searah. Kemudian, serat pada komposit serat searah lebih tersebar secara teratur dan merata dibandingkan orientasi serat acak.

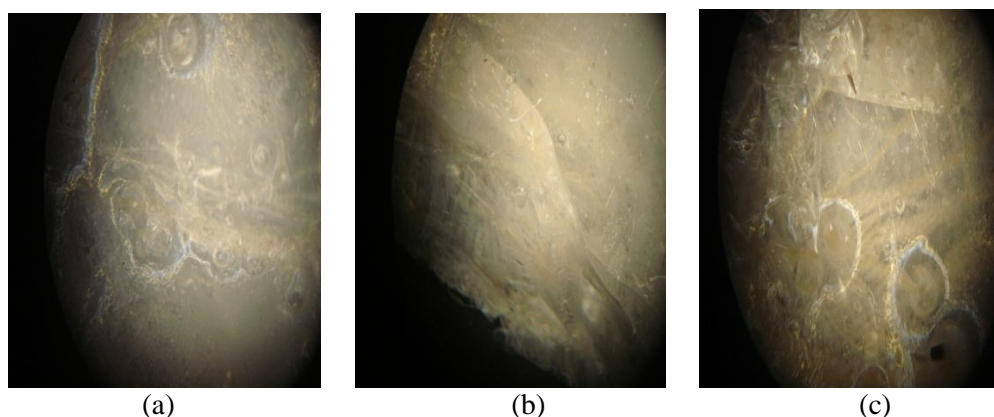


Gambar 4 Grafik kuat tekan komposit antara komposit dengan orientasi serat acak (serat pendek) dengan serat searah (serat panjang)

Bentuk permukaan dari masing-masing komposit untuk pengujian kuat tekan dengan orientasi serat acak (serat pendek) dapat dilihat pada Gambar 5. Kemudian, bentuk permukaan dari masing-masing komposit untuk pengujian kuat tekan dengan orientasi serat searah (serat panjang) dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 5 Foto mikroskop optik dari komposit dengan orientasi serat acak untuk sampel uji kuat tekan dengan penambahan serat : (a) 0,5 g; (b) 1,0 g; (c) 1,5 g



Gambar 6 Foto mikroskop optik dari komposit resin dengan orientasi serat searah untuk sampel uji kuat tekan dengan penambahan serat : (a) 0,5 g; (b) 1,0 g; (c) 1,5 g

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka penulis dapat menyimpulkan bahwa hasil kuat tarik maksimum diperoleh pada komposit dengan orientasi serat searah dengan penambahan serat 0,2 g yaitu sebesar 723,36 N/cm² sedangkan hasil kuat tekan maksimum diperoleh pada komposit dengan orientasi serat searah dengan penambahan serat 1,5 g dengan

nilai sebesar 1768,13 N/cm². Penambahan serat pada matriks resin poliester dengan orientasi serat acak tidak dapat meningkatkan kekuatan tarik dan tekan pada komposit, sebaliknya penambahan serat pada matriks resin poliester dengan orientasi serat searah dapat meningkatkan kekuatan tarik yaitu pada penambahan serat 0,2 g dan kekuatan tekannya yaitu pada penambahan serat 1,5 g.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D-638 dan ASTM D-695, 1990, Standard and Literature References for Composite Materials, 2nd, American Society For Testing Materials, Philadelphia : PA.
- Rahman, Riyanta, dan Diharjo, 2011, Pengaruh Fraksi Volume Serat dan Lama Perendaman Alkali Terhadap Kekuatan Impak Komposit Serat Aren-Poliester, Jurnal Ilmiah Semesta Teknik, 14:1.
- Schwartz, M.M., 1984, Composite Materials Handbook, Mc Graw-Hill Book Co., New York.
- Vlack, L. H., 1995, Ilmu dan Teknologi Bahan, terjemahan Ir. Sriati Djaprie, Jakarta : Erlangga.