

## PENGARUH KOMPOSISI RESIN POLIESTER TERHADAP KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK KOMPOSIT PAPAN PARTIKEL ONGGOK LIMBAH SINGKONG

Asroni<sup>1\*</sup>, Deni Nurkholis<sup>2</sup>

Universitas Muhammadiyah Metro<sup>1,2</sup>  
Jl. Ki Hajar Dewantara 15 A Metro, Lampung  
asroni@engineer.com<sup>1</sup>, deninurkholis@yahoo.com<sup>2</sup>

### Abstrak

Perkembangan dan ilmu pengetahuan dalam segala bidang telah menuntut ketersediaan bahan teknik sebagai pendukung utamanya. Bahan-bahan teknik konvensional dari alam yang tidak dapat diperbarui akan terbatas ketersediaannya sehingga perlu dicari *alternative* bahan-bahan teknik non konvensional yang dapat diperbarui. Dalam membuat suatu perencanaan teknik memerlukan suatu bahan teknik yang kuat, tangguh, mudah dibentuk, ekonomis, tahan korosi serta ramah lingkungan. Sebagian besar material konvensional bersifat *homogeny* dan *isotropik*, sedangkan material non konvensional yang bersifat *homogeny* dan *anisotropik*. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui nilai komposisi yang baik resin poliester yang diperkuat bahan ongkok (limbah singkong) dan mengetahui berapa nilai kekuatan tarik dan kekerasan komposisi yang diperkuat bahan ongkok (limbah singkong). Komposit adalah material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material sehingga di hasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Serbuk ongkok yang digunakan sudah mengalami perlakuan penjemuran dan pengayakan untuk mencari ukuran 20 *mesh* unsaturated resin polyester YUKALAC 157 BQTN-EX. Komposit dibuat dengan cara manual dengan komposisi resin 40%:60%, 50%:50%, 60%:40%. Dari hasil pengujian tarik yang didapat maka dapat disimpulkan bahwa fraksi volume 40%:60%, 50%:50% dan 60%:40% yaitu sebesar 21,68 N/mm<sup>2</sup>, 14,35N/mm<sup>2</sup>, dan 18,75N/mm<sup>2</sup>. Hal ini menyatakan bahwa pada komposit 50% memiliki nilai kuat tarik terendah yaitu 14,35N/mm<sup>2</sup> dikarenakan timbul *void* (gelembung udara) sehingga, kerapatan partikel dan *matrik* rendah, sehingga daya ikat partikel sebagai penguat juga rendah hal ini juga bisa disebabkan ikatan antar partikel yang kurang kuat menyebabkan mudah terjadinya gelembung udara (*Void*). Adapun hasil pengujian yang didapat nilai kekerasan dengan fraksi volume 40% :60%, 50%:50% dan 60%:40% yaitu sebesar 116,77 HRR, 100,31 HRR, dan 97,9 HRR. Dari hasil pengujian yang dilakukan di di B4T Bandung didapat bahwa, hasil kekuatan tarik rata-rata dengan fraksi volume resin 40%:60%, 50%:50%, 60%:40% sebesar 21,68 N/mm<sup>2</sup>, 14,35 N/mm<sup>2</sup>, dan 18,75 N/mm<sup>2</sup>. Hasil kekerasan rata-rata dengan fraksi volume resin 40%:60%, 50%:50%, 60%:60% sebesar 116,77 HRR, 100,31 HRR dan 97,9 HRR.

**Kata kunci:** Komposit, Serbuk Ongkok Limbah Singkong, Resin polyester, Kekerasan, Kekuatan Tarik.

### Pendahuluan

Limbah singkong terdiri dari beberapa macam antara lain Air, Kulit singkong, Ongkok. Pemanfaatan limbah singkong khususnya untuk limbah padat atau ongkok sekarang ini masih digunakan sebagai campuran pakan ternak, dan

sebagai campuran bahan makanan. Partikel ongkok sangat digunakan sebagai bahan penguat komposit karena bentuk dan karakteristiknya sama dengan serbuk kayu.

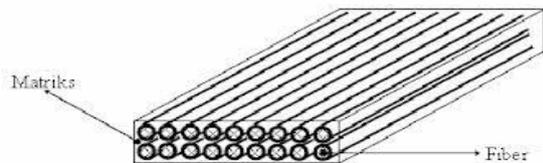
## Tinjauan Teoritis

### a) Komposit

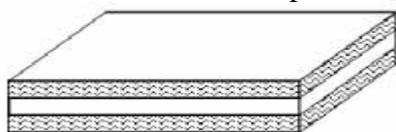
Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material sehingga dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari logam, kekakuan jenis (*modulus Young/density*) dan kekuatan jenisnya lebih tinggi dari logam.

Penjelasan lain tentang komposit juga di utarakan oleh (Gapsari, 2013), Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui pencampuran yang tak homogen, dimana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda. Dikarenakan karakteristik pembentuknya berbeda-beda, maka akan dihasilkan material baru yaitu komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material-material pembentuknya. [1]

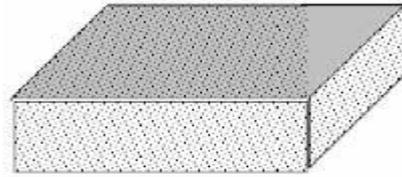
Komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari logam, kekakuan jenis (*modulus Young/density*) dan kekuatan jenisnya lebih tinggi dari logam. Beberapa lamina komposit dapat ditumpuk dengan arah orientasi serat yang berbeda, gabungan lamina ini disebut sebagai *laminat*. Secara umum material komposit tersusun dari dua komponen utama yaitu matrik (bahan pengikat) dan *filler* (bahan pengisi). *Filler* adalah bahan pengisi yang digunakan dalam pembuatan komposit, biasanya berupa serat atau serbuk.



Gambar 1. Fibrous Composites [2]



Gambar 2. Laminated Composites [2]



Gambar 3. Particulate Composite [2]

Tabel 1. Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel dengan Berbagai Standar

No.	Sifat Fisis Mekanis	SNI 03-2105-1996	JIS A 5908 - 2003
1	Kerapatan (gr/cm <sup>3</sup> )	0,5-0,9	0,4-0,9
2	Kadar air (%)	<14	5-13
3	Daya serap air (%)	-	-
4	Pengembangan tebal (%)	Maks 12	Maks 12
5	MOR (kg/cm <sup>2</sup> )	Min 80	Min 80
6	MOE (kg/cm <sup>2</sup> )	Min 15000	Min 20000
7	<i>Internal Bond</i> (kg/cm <sup>2</sup> )	Min 1,5	Min 1,5
8	Kuat pegang sekrup (kg)	Min 30	Min 30
9	<i>Linear Expansion</i> (%)	-	-
10	<i>Hardness</i> (N)	-	-
11	Emisi <i>Formaldehyde</i> (ppm)	-	Min 0,3

### b) Singkong

Tanaman singkong (*manihot esculente*) merupakan tanaman yang memiliki kandungan gizi yang cukup lengkap. Kandungan zat dalam tanaman singkong ialah karbohidrat, fosfor, kalsium, vitamin c, protin, zat besi, dan vitamin b1. Seiring kemajuan teknologi, pemanfaatan tanaman singkong berkembang sebagai bahan baku industri. Secara umum merupakan jenis taanaman yang mempunyai potensi untuk di kembangkan sebagai bahan baku industri.[3]

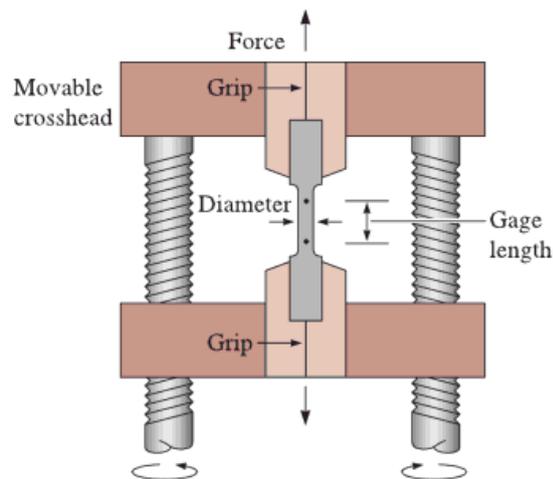
Ampas singkong atau onggok adalah jenis partikel yang diperoleh dari tanaman pertanian singkong, Pada tanaman pertanian singkong yang sudah tua atau yang sudah berumur 8 bulan. Tanaman ini biasa menghasilkan 3 sampai 4 buah setiap pohonya dan berbobot 4 kg.

Tabel 2. komposisi kimia onggok limbah singkong [4]

Komponen	Jumlah (%)
Air	11%
Serat Kasar	1,16%
Lemak	0,32%
Protein	1,21%
Pati	12,41%

### c) Pengujian tarik

Pengujian tarik adalah macam pengujian yang paling sering dilakukan pada suatu benda, sehingga biasanya pada suatu bahan tersebut tercantum nilai kekuatan atau tenggangan tarik dan angka kekerasanya pengujian tarik dilakukan pada mesin uji tarik tersendiri ataupun universal adapun prinsip pengujianya adalah bahwa pada benda uji dengan ukuran tertentu diberikan beban tarik yang teratur dan merata.



Gambar 4. Mesin Uji Tarik [5]

#### 1. Rumus perhitungan

##### a. Tegangan ulur:

$$\sigma_{ulur} = \frac{p}{A_0} \text{ kg/mm}^2$$

Dimana :  $P$  = beban ulur

$A_0$  = Luas penampang awal

##### b. Tegangan tarik:

$$\sigma_t = \frac{F}{A_0} \text{ kg/mm}^2$$

Dimana :  $F$  = Beban maksimum

$A_0$  = Luas penampang awal

##### c. Tegangan patah:

$$\sigma_{patah} = \frac{F_{max}}{A_0} \text{ kg/mm}^2$$

Dimana :  $F_{max}$  = Beban patah

$A_0$  = Luas penampang awal

##### d. Regangan

$$\epsilon = \frac{Lu - Lo}{Lo} 100\%$$

Dimana:  $Lu$  = panjang setelah patah

(mm)

$Lo$  = panjang awal (mm)

##### e. Kontraksi

$$\epsilon = \frac{Su - So}{So} 100\%$$

Dimana:  $So$  = luas penampang awal (mm)

$Su$  = luas penampang setelah patah (mm)

##### f. Modulus elastis

$$E = \frac{\tau_{proporsional}}{\epsilon_{proporsional}} \text{ kg/mm}^2$$

Dimana:

$$\text{tegangan proporsional} = \frac{\text{beban proporsional}}{\text{luas penampang awal}} \text{ kg/mm}^2$$

$$\text{tegangan proporsional} = \frac{\text{panjang proporsional}}{\text{panjang awal}}$$

## Metode Penelitian

### a) Prosedur Penelitian

#### Persiapan Sampel

Bahan yang akan digunakan sebagai bahan pengisi berupa serbuk onggok yang disaring menggunakan *mess* dengan ukuran 20 *mess*.

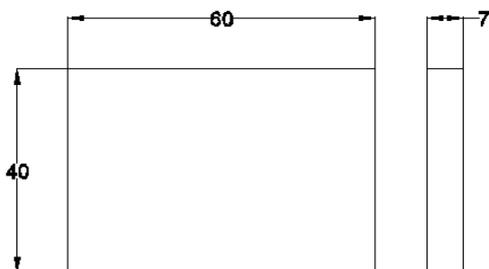
#### Pembuatan Cetakan

Bahan yang digunakan untuk cetakan ini adalah plat besi, hal ini dikarenakan hasil cetakan lebih mudah dalam pelepasan. Spesimen uji dibuat satu persatu sebanyak 18 buah dengan perincian 9 buah untuk uji tarik dan 9 buah untuk uji kekerasan. Adapun standar pengujian yang dilakukan adalah ASTM dengan rincian sbagai berikut:

- Uji Tarik menggunakan standar ASTM D-3039
- Uji kekerasan menggunakan standar ASTM D 18 – 08
- Agar tidak terjadi kesalahan dalam pembuatan benda uji, maka ukuran cetakan dibuat sedikit lebih besar yaitu 1-5 mm.



Gambar 5. Ukuran cetakan Uji Tarik ASTM D-3039 [6]



Gambar 6. Ukuran cetakan Uji Kekerasan ASTM D 785 [6]

#### Proses Pembuatan

Adapun tahap pembuatan komposit papan partikel ini adalah sebagai berikut:

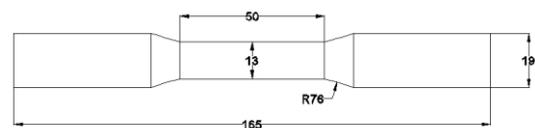
- a) Partikel dibuat dari serpihan limbah onggok,

- b) Pemisahan serbuk onggok akasia dengan ukuran 20 *mess*.
- c) Cetakan dibersihkan, kemudian di lapiasi alumunium *foil* dan oli secara merata agar komposit tidak menempel pada cetakan
- d) Pencampuran partikel dengan perekat resin polyester dengan ukuran yang sudah ditentukan resin 40% :60% ,50%:50%,60%:40% dilakukan hingga *homogen*,
- e) Pembentukan papan partikel dilakukan di atas cetakan yang sudah ditentukan.
- f) Setelah itu dilakukan pengeringan selama 5-10 jam dan apabila masih belum kering maka proses pengeringan dapat dilakukan lebih lama.
- g) Sebelum dilakukan pengujian, dilakukan proses pengkondisian selama 2 minggu, agar papan partikel kering secara maksimal. Setelah itu papan partikel dipotong untuk membuat contoh uji untuk pengujian.

### b) Proses Pengujian

#### Uji Tarik

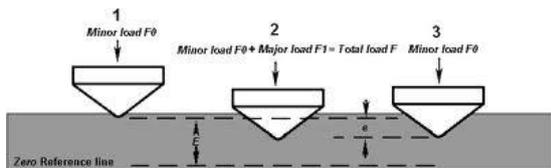
Kekuatan atau tegangan tarik, perpanjangan, *modulus elastis*, dan tegangan mulur, dari bahan komposit. Penguji tarik dilakukan pada mesin uji tarik tersendiri atau di mesin *universal*.



Gambar 7. Dimensi Uji Tarik D-3039 [6]

#### Uji kekerasan

Kekerasan merupakan kemampuan suatu matrial untuk bertahan dari proses abrasi (gesekan) atau tekanan kedalam (indentasi) oleh benda keras lain. Benda yang keras tersebut ditekan kedalam spesimen dengan menggunakan beban standar dan besar dari indentasi (baik itu area ataupun kedalaman) digunakan sebagai ukuran kekerasan matrial tersebut.



Gambar 3.6 Dimensi uji kekerasan

Langkah pengujian kekerasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Siapkan benda uji dengan ketentuan permukaannya harus rata
2. Letakkan benda uji pada landasan
3. Tempelkan indenter pada permukaan benda uji (hanya menempel tidak menekan)
4. Berikan pembebanan sesuai dengan jenis dan tabel bahan
5. Tunggu beberapa saat untuk waktu pembebanan
6. Angkat beban dari benda uji
7. Lakukan pengujian minimal 3x pada tempat yang berbeda
8. Ukur diagonal bekas penekanan dan ambil rata-ratanya. Pengukuran dilakukan dengan kaca pembesar agar mendapatkan ukuran yang teliti
9. Hitung kekerasan bahan yang diuji.

## Hasil Dan Pembahasan

### Hasil Uji Tarik

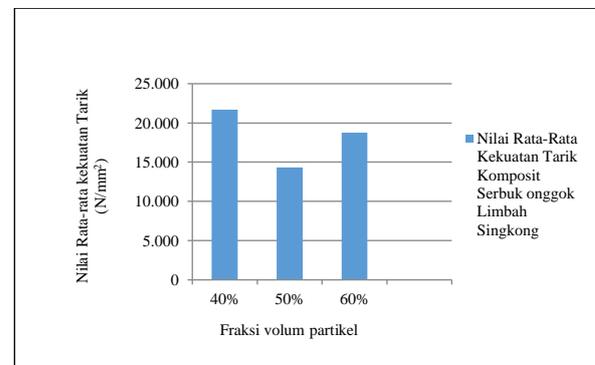
Setelah melakukan pengujian tarik dengan standar ASTM D 3039 maka dapat dikumpulkan data-data pengujian tarik, adalah sebagai berikut:

Tabel 3 Nilai Kekuatan Tarik Komposit Partikel Serbuk Onggok atau limbah singkong.

Ukuran Partikel (Mesh)	Fraksi Volume Partikel (%)	Kuat Tarik ( $N/mm^2$ )	Rata-Rata Kekuatan Tarik ( $N/mm^2$ )
20	40	20,040	21,68
		21,395	
		23,620	
20	50	13,398	14,35
		14,487	
		10,565	
20	60	18,415	18,75
		19,627	
		18,231	

Pengujian tarik dilakukan menggunakan alat uji *universal testing machine* dan spesimen uji menggunakan standar ASTM D 3039. Adapun hasil yang didapat untuk nilai uji tarik komposit partikel 40% memiliki nilai rata-rata sebesar  $21,68 N/mm^2$ , komposit partikel 50% memiliki nilai rata-rata sebesar  $14,35 N/mm^2$ , komposit partikel 60% memiliki nilai rata-rata sebesar  $18,75 N/mm^2$ .

Untuk mempermudah dalam membandingkan kekuatan tarik pada setiap fraksi volume serbuk, dibuat grafik hubungan antara rata-rata kekuatan tarik dengan fraksi volume serbuk.



Gambar 8. Grafik Nilai Rata-Rata Kekuatan Tarik

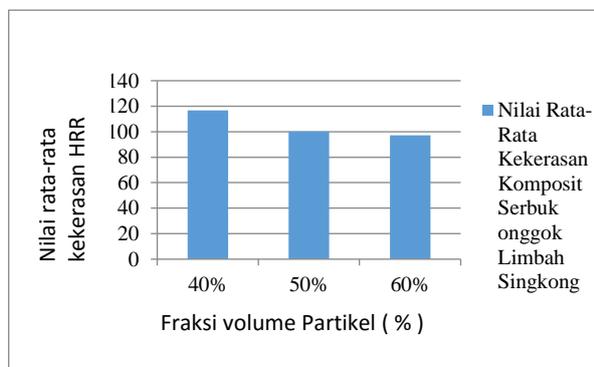
Dari grafik di atas maka dapat dilihat bahwa kekuatan tarik partikel onggok 50% sebesar  $14,35 N/mm^2$ , untuk partikel onggok 60% kekuatan tarik mengalami peningkatan, yaitu sebesar  $18,75 N/mm^2$  peningkatan kekuatan tarik juga dialami komposit dengan partikel onggok 40% yaitu sebesar  $21,65 N/mm^2$ .

Pada komposit 50% memiliki nilai terendah yaitu  $14,35 N/mm^2$ , hal ini disebabkan *void* (gelembung udara) sehingga, kerapatan partikel dan *matrik* rendah, sehingga daya ikat partikel sebagai penguat juga rendah hal ini juga bisa disebabkan ikatan antar partikel yang kurang kuat menyebabkan mudah terjadinya gelembung udara pada komposit tersebut sehingga dapat menyebabkan tergesernya bahan penguat didalam *matrik* komposit diakibatkan adanya gaya dari luar permukaan komposit.

Pada komposit 40% dan 60% mengalami peningkatan nilai kuat tarik sebesar  $21,68 \text{ N/mm}^2$  dan  $18,75 \text{ N/mm}^2$  karena kekuatan pada materialnya lebih merata atau lebih *homogen*, hal ini disebabkan adanya hubungan yang saling mendukung antara bahan penguat dan *matrik* dari komposit yang menyebabkan adanya ikatan yang kuat.

#### Uji Kekerasan *Rockwell*

Pengujian ini menggunakan metode pengujian kekerasan *rockwell*. Dengan metode uji ASTM D 785.



Tabel 4 Nilai Uji Kekerasan Komposit Partikel Serbuk Ongkok atau limbah singkong

Ukuran partikel (Mesh)	Komposisi Partikel	Kekerasan (HRR)	Rata-rata (HRR)
20	40%	116	116,77
		116,2	
		117,7	
		117,2	
20	50%	103	100,31
		98,5	
		102	
		97,75	
20	60%	87	91,9
		93,25	
		96,75	
		90,75	

Bila memperhatikan pada table 4 nilai kekerasan komposit serbuk ongkok limbah singkong hasil pengujian untuk masing-masing fraksi volume serbuk cukup merata, hanya di komposit partikel 60% terjadi penurunan kekerasan. Hal ini disebabkan karena tidak ratanya partikel dan adanya *void* (gelembung udara) pada komposit. Tidak meratanya partikel mengakibatkan nilai kekerasan tidak merata. *Void* (gelembung udara) bisa timbul saat proses pengadukan resin dengan katalis. Saat pengadukan, udara luar masuk kedalam campuran sehingga timbul *void* dalam campuran. Hal ini yang menyebabkan turunnya nilai kekerasan.

Gambar 9 Grafik nilai rata-rata kekerasan serbuk ongkok limbah singkong

Nilai kekerasan tertinggi dimiliki oleh fraksi volume partikel 40% yaitu sebesar 116,77 HR. Karena cukupnya volume *matrik* untuk mengikat serbuk ongkok limbah singkong dalam komposit dan mampu menahan beban yang maksimal.

#### Pembahasan

Dari hasil pengujian tarik yang didapat maka dapat disimpulkan bahwa fraksi volume 40%: 60%, 50%:50% dan 60%: 40% yaitu sebesar  $21,68 \text{ N/mm}^2$ ,  $14,35 \text{ N/mm}^2$ , dan  $8,75 \text{ N/mm}^2$ . Hal ini menyatakan bahwa pada komposit 50% memiliki nilai kuat tarik terendah yaitu  $14,35 \text{ N/mm}^2$  dikarenakan timbul *void* (gelembung udara) sehingga, kerapatan partikel dan *matrik* rendah, sehingga daya ikat partikel sebagai penguat juga rendah hal ini juga bisa disebabkan ikatan antar partikel yang kurang kuat menyebabkan mudah terjadinya gelembung udara (*Void*). Pada komposit 40% :60% dan 60%: 40% mengalami peningkatan kekuatan tarik sebesar  $21,68 \text{ N/mm}^2$  dan  $18,75 \text{ N/mm}^2$ . Dikarenakan keseimbangan antara serbuk ongkok dan *matrik*, sehingga daya ikat dalam komposit juga meningkat.

Adapun hasil pengujian yang didapat nilai kekerasan dengan fraksi volume 40%

:60%, 50%:50% dan 60%: 40% yaitu sebesar 116,77 HRR, 100,31 HRR, dan 97,9 HRR. Nilai kekerasasan komposit serbuk ongkok limbah singkong hasil pengujian untuk masing-masing fraksi volume serbuk cukup merata, hanya dikomposit serbuk 60%: 40% terjadi penurunan kekerasan, hal ini terjadi dikarenakan kekuatan dan materialnya kurang merata sehingga terjadinya adanya *void* (gelembung udara) pada komposit.

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian komposit serbuk ongkok limbah singkong maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Komposisi 40%:60% merupakan nilai komposisi yang terbaik karena nilai kekerasan dan kekuatan tarik yang paling besar dibandingkan dengan yang lainnya.
2. Kekuatan tarik dengan fraksi volume serbuk 40%,50%, dan 60% yaitu sebesar 21,68 N/mm<sup>2</sup>, 14,35 N/mm<sup>2</sup>, dan 18,75 N/mm<sup>2</sup>. Hal ini menyatakan bahwa peningkatan fraksi volume serbuk (sampai dengan 40%) mampu meningkatkan kekuatan tarik komposit *resin polyester*.
3. Dari hasil pengujian didapat nilai kekerasan dengan fraksi volume 40%,50%, dan 60% yaitu sebesar 116,77 HRR, 100,31 HRR, dan 97,9 HRR. Secara umum peningkatan fraksi volume serbuk (sampai dengan 40%) mampu meningkatkan kekerasan komposit *resin polyester*.

### Daftar Pustaka

- [1] Gapsari, F. (2013). Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Tarik Dan Lentur Komposit Resin Berpenguat Serbuk Kayu. *FEMA*.
- [2] Gay, D. (2003). *Composite Materials Design and Applications*. Florida: CRC Press LLC.
- [3] Suprapti, L. (2005). *Teknologi Pengolahan Pangan TEPUNG TAPIOKA, Pembuatan & Pemanfaatannya*. Yogyakarta: Kanisius.
- [4] Rahmarestia. (2007). *Ongkok Terfermentasi dan Pemanfaatannya*. Yogyakarta: FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- [5] Askeland, D. (2005). *The Science & Engineering of Materials*. Boston: Cengage Learning.
- [6] Schwartz, M. M. (1984). *Composite Materials Handbook*. New York: McGraw-Hill.