

# Pengaruh Komposit Serbuk Kelapa-Polyester Terhadap Uji Tarik dan Impact

Fauzan Azima

Jurusan Teknik Mesin Universitas Bung Hatta, Padang

E-mail: [ajhifauzan90@gmail.com](mailto:ajhifauzan90@gmail.com)

---

## Abstrak

Penelitian ini berfokus pada menentukan harga impact komposit dengan penguat serbuk kulit kelapa ukuran 75  $\mu\text{m}$  dengan matriks polyster.. Menentukan kekuatan tarik komposit dengan penguat serbuk kulit kelapa ukuran 75  $\mu\text{m}$  dengan matriks polyster, Standar sifat fisis dan mekanis papan partikel berdasarkan JIS A 5908-2003 dan SNI 032105-2006. (Sumber: JIS A 5908-2003 dan SNI 03-2105-2006). Metode yang digunakan adalah metode penelitian Impact dan Tarik bahan penelitian kulit kelapa, resin dan hardener dengan komposisi resin dan serbuk 80%:20%, 70%:30%, 60%:40%. Hasil penelitian Dari ketiga komposisi yang berbeda, setelah dilakukan pengujian maka didapat kesimpulan bahwa komposisi serbuk kulit kelapa dengan matriks resin polyster memiliki ketangguhan impact terbaik pada komposisi 70%:30% memiliki nilai sebesar 0,272723 J/mm<sup>2</sup>, dan pada kekuatan impact terendah pada komposisi 80%:20% memiliki nilai sebesar 0,225077 J/mm<sup>2</sup>.

**Kata Kunci** : Papan Partikel, Polyester, Hardener, Serbuk Kulit Kelapa

## ABSTRAK

*This study focuses on determining the price of impact composites with 75 m coconut shell powder reinforcement with a polyester matrix. Determining the tensile strength of composites with 75 m coconut shell powder reinforcement with a polyster matrix, Standards for physical and mechanical properties of particle board based on JIS A 5908-2003 and SNI 032105-2006. (Source: JIS A 5908-2003 and SNI 03-2105-2006). The method used is the research method Impact and Tensile research materials coconut skin, resin and hardener with resin and powder composition 80%: 20%, 70%; 30%, 60%; 40%. The results of the three different compositions, after testing, it was concluded that the composition of coconut husk powder with a polyester resin matrix had the best impact toughness at a composition of 70%:30% having a value of 0.272723 J/mm<sup>2</sup>, and at the lowest impact strength. at 80%:20% composition has a value of 0.225077 J/mm<sup>2</sup>.*

**Keywords** : Particleboard, Polyester, Hardener, Coconut Shell Powder

---

## 1 PENDAHULUAN

Serbuk sabut kelapa (cocodust) merupakan limbah pertanian yang potensinya di Indonesia cukup besar. Menurut data Ditjen Perkebunan tahun 2009, luas areal kebun kelapa di Indonesia sekitar 3,789 juta ha yang tersebar di 33 daerah tanam di Sumatera, Jawa, Kalimantan, Nusa Tenggara, sulawesi, Maluku, Irian dan diperkirakan mampu

menghasilkan serbuk sabut kelapa sekitar 3,3 juta ton/ th. Dengan potensi yang sebesar itu maka dapat diperkirakan bahwa memanfaatkan serbuk sabut kelapa sebagai salah satu komoditi yang memiliki potensi bisnis yang cukup menjanjikan. Sabut kelapa sendiri terdiri dari bagian sel serat sekitar 40% dan bagian sel non-serat atau serbuk sabut kelapa dapat dibuat panel papan partikel untuk penyerap air dan oli.(Penny Setyowati, dkk 2004).

Berkembangnya kesadaran masyarakat untuk melestarikan lingkungan hidup telah memicu pergeseran paradigma untuk mendesain material komposit yang ramah lingkungan dan hemat energi. Material komposit yang diperoleh dari limbah pertanian atau hasil hutan dan memiliki karakteristik lebih baik dari material sintetis tentu akan menjadi pilihan tiap orang, karena lebih aman bagi kesehatan dan dapat memberikan manfaat positif pada pelestarian lingkungan diantaranya pemanfaatan bahan baku yang tersedia berlimpah di alam (*sustainability resources*), dapat didaur ulang dan memiliki kemudahan mekanisme pembuangan material ke alam setelah habis masa pakainya. *Bionano* komposit berbasis selulosa alam dengan sifat termoplastik sebagai sistem penguatan polimer, merupakan jawaban atas kebutuhan akan komposit disegala bidang yang lebih ringan, kuat, tahan korosi dan aus, ramah lingkungan serta ekonomis (Kristanto, 2007).

Salah satu contoh aplikasi industri material adalah papan partikel. Papan partikel merupakan salah satu jenis produk komposit atau panel kayu yang terbuat dari partikel - partikel kayu atau bahan-bahan berlignoselulosa lainnya, yang diikat dengan perekat atau bahan pengikat lain kemudian dikempa panas (Maloney, 1993).

Bentuk dan ukuran partikel memegang peranan penting dalam menentukan kualitas ikatan material komposit. Semakin kecil ukuran partikel yang berikatan maka kualitas ikatannya semakin baik, karena semakin luas kontak permukaan antar partikel. Ukuran partikel juga berpengaruh pada distribusi partikel, semakin kecil partikel kemungkinan terdistribusi secara merata lebih besar, sehingga pada proses pencampuran akan diperoleh distribusi yang homogen. Kehomogenan campuran menentukan kualitas ikatan komposit, karena selama proses kompaksi gaya tekan yang diberikan akan terdistribusi secara merata. Ikatan antar partikel dalam material komposit salahsatunya disebabkan karena adanya *interlocking* antar partikel yang dipengaruhi oleh bentuk partikel yang digunakan (Nurun Nayiroh, 2013).

Tabel 1.1 Standar sifat fisis dan mekanis papan partikel berdasarkan JIS A 5908-2003 dan SNI 032105-2006. (Sumber: JIS A 5908-2003 dan SNI 03-2105-2006)

Sifat Papan	Satuan	NI 03-2105-2006	JIS A 5908-2003
Kerapatan	(g/cm <sup>3</sup> )	0.4 – 0.9	0.4 – 0.9
Kadar air	(%)	≤ 14	5 – 13
Daya serap air	(%)	-	-
Pengembangan tebal	(%)	≤ 12	≤ 12
Modulus patah (MOR)	(kg/cm <sup>2</sup> )	≥ 82	≥ 82
Modulus elastisitas (MOE)	(kg/cm <sup>2</sup> )	≥ 20400	≥ 20400
Internal bonding	(kg/cm <sup>2</sup> )	≥ 1.5	≥ 1.5
Kuat pegang skrup	(kg)	≥ 31	≥ 31

## 2 METODE PENELITIAN

### 2.1 Peralatan yang Digunakan

#### 1. Gunting

Gunting digunakan untuk memotong sabut kulit kelapa hingga halus berukuran mikro / yang diinginkan.



**Gamabr 2.1** Gunting

(sumbaer : dokumentasi sendiri)

## 2. Ayakan (*sieve*)

Ayakan atau saringan adalah alat yang digunakan untuk memisahkan bagian yang tidak diinginkan berdasarkan ukurannya, dari dalam bahan curah dan bubuk yang memiliki ukuran partikel kecil dan bahan adonan atau campuran dari cairannya.

*Mesh* adalah ukuran dari jumlah lubang suatu jaring atau kasa pada luasan 1 inch persegi jaring / kasa yang bisa dilalui oleh material padat. *Mesh* 20 memiliki arti terdapat 20 lubang pada bidang jaring / kasa seluas 1 inch, demikian seterusnya. Ukuran mesh banyak digunakan pada proses penepungan atau penghalusan suatu bahan padatan, yang sebelum dihaluskan memiliki ukuran yang lebih besar. Pabrik semen, tepung makanan, industri metalurgi, dan pabrik *powder* kosmetik, menggunakan ukuran mesh dalam proses produksinya.

## 3. Mixer

Berfungsi untuk proses pengadukan serbut kulit buah kelapa dengan resin *polyester* agar spesimen tersebut menyatu dengan resin dan baru dicetak dalam cetakan dalam cetakan sesudah pengadukan selesai sesuai waktu dan kecepatan putaran yang ditentukan.



**Gambar 2.2** Mixer

(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Spesifikasi Mesin Pengaduk:

Daya listrik	: 2000 W
Tegangan	: 220 V
Frekuensi	: 50 Hz
Rentang kecepatan	: 0 – 2500 r / min
Ukuran mixer	: 650 x 800 x 1200 mm

## 4. Timbangan Digital

Untuk mempermudah pengerjaan dalam pembuatan spesimen dalam mengukur berat serat dalam satuan gram, digunakan timbangan digital seperti yang terlihat pada gambar berikut.



**Gambar 2.3** Timbangan digital

(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Spesifikasi Timbangan Digital

Kapasitas	: 220 g
Ketelitian	: 0,1 mg
Ukuran wadah	: 80 x 3,1 mm
Waktu respon	: 4s

## 5. Mesin Poles

Benda uji (spesimen) yang telah dicetak tentu saja permukaan belum rata dan halus. Agar mendapatkan permukaan yang rata dan halus perlu dilakukan pembersihan agar semua permukaan menjadi rata, Hal ini bertujuan untuk menghasilkan data pengujian yang tepat dan akurat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut ini :



**Gambar 2.4** Mesin poles  
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Spesifikasi Mesin Poles :

Daya listrik : 240 Watt  
Tegangan : 120 – 130 V  
Kec Tanpa Beban : 2500 rpm

## 6. Cetakan

Cetakan merupakan suatu alat yang digunakan untuk membentuk spesimen sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan. Cetakan spesimen memiliki dimensi yang sesuai dengan standar Standar ASTM D63802 untuk uji tarik dan ASTM D265 untuk uji impact seperti yang diperlihatkan pada gambar dibawah ini :

Dimensi Cetakan untuk *Impact* dan Tarik :



**Gambar 2.5** Cetakan

1. Ukuran cetakan tarik  
Panjang : 130 mm  
Lebar : 10 mm

Tinggi : 5 mm

2. Ukuran cetakan *impact*  
Panjang : 55 mm  
Lebar : 10 mm  
Tinggi : 10 mm

## 7. *Beaker glass*

*Beaker Glass* ini digunakan untuk mengukur volume resin yang akan dituangkan kedalam cetakan sekaligus sebagai tempat untuk mengaduk resin dan *hardner*. *Beaker Glass* tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



**Gambar 2.6** *Beaker Glass*  
(Sumber: <http://www.google.com>)

## 2.2 Bahan yang Digunakan

Serbuk kulit kelapa yang digunakan sebagai *fiber* atau serat komposit material sebagai penguat, adalah serat kulit buah pinang yang sudah dikeringkan dengan kadar air  $\leq 5\%$ , yang memiliki sifat alami keras.



**Gambar 2.7** Serbuk kulit kelapa

## 1. Resin Polyester

Resin *polyester* digunakan sebagai matrik komposit atau sebagai bahan perekat pada serbuk material komposit.



**Gambar 2.8** Resin *polyester*  
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

## 2. Hardener

*Hardener* adalah suatu bahan kimia yang dapat meningkatkan laju suatu reaksi yang bertujuan untuk mempersingkat waktu proses pembekuan matrik (Resin *polyester*).



**Gambar 2.9** *Hardener*  
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

## 2.3 Prosedur Pengujian

### 3.4.1. Pengujian Tarik

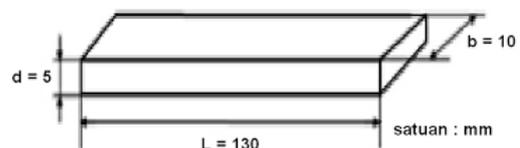
Uji tarik adalah pemberian gaya atau tegangan tarik kepada material dengan maksud untuk mengetahui atau mendeteksi kekuatan dari suatu material. Tegangan tarik yang digunakan adalah tegangan aktual eksternal atau perpanjangan sumbu benda uji. Uji tarik dilakukan dengan cara penarikan uji dengan gaya tarik secara terus menerus, sehingga bahan (perpajangannya) terus menerus meningkat dan teratur sampai putus, dengan tujuan menentukan nilai tarik. Untuk

mengetahui kekuatan tarik suatu bahan dalam pembebanan tarik, garis gaya harus berhimpit dengan garis sumbu bahan sehingga pembebanan terjadi beban tarik lurus.

Spesimen pengujian tarik menggunakan standar ASTM D63802

Setelah dilakukan pengukuran dimensi spesimen komposit tersebut, lakukan pengujian dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- Siapkan benda kerja yang akan diuji. Catatlah ukuran benda kerja ( panjang, panjang ukur, lebar, dan tebal ) sebagai data awal benda kerja.
- Siapkan mesin pengujian tarik, periksalah keadaan mesin serta peralatan yang akan digunakan.
- Pasang spesimen pengujian pertama, jepit pada chuck atas kemudian atur chuck bawah untuk menjepit spesimen dengan tepat. Pastikan kedua chuck menjepit dengan kuat.
- Jalankan mesin dengan kecepatan penarikan konstan.
- Selama penarikan setiap saat tercatat dengan grafik yang tersedia pada mesin uji sampai benda kerja putus.
- Setelah benda kerja putus hentikan proses penarikan dengan cara mematikan motor pada mesin uji tarik.
- Hasil uji tarik berupa grafik beban yang diberikan terhadap pertambahan panjang komposit.
- Grafik lain yang dihasilkan berupa grafik tegangan terhadap regangan.



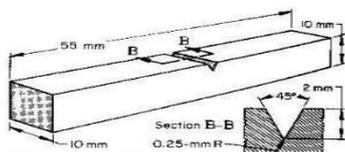
**Gambar 2.10** Dimensi uji Tarik (ASTM D63802 )

### 3.4.2 Pengujian Impact

Pengujian *impact* merupakan suatu pengujian yang mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut, inilah yang membedakan pengujian *impact* dengan pengujian kekerasan dimana beban dilakukan secara perlahan – lahan. Pengujian *impact* merupakan suatu upaya yang mensimulasikan kondisi material yang sering ditemui dalam perlengkapan transportasi dan konstruksi dimana beban tidak selamanya terjadi secara perlahan – lahan melainkan datang secara tiba-tiba, contoh deformasi pada dasarnya pengujian *impact* ini adalah penyerapan energi potensial maupun beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk benda yang diuji sehingga benda uji tersebut mengalami deformasi.

#### Prosedur pengujian

1. Siapkan alat uji *impact*.
2. Siapkan spesimen uji sesuai dengan standart.
3. Ukur dan catat dimensi spesimen uji.
4. Tempatkan spesimen uji diantara tumpuan.
5. Atur posisi jarum lingkaran derajat pada angka nol.
6. Gantungkan bandul pada pengait dan catat sudut pada lingkaran derajat.
7. Lepaskan bandul sehingga bergerak mematahkan spesimen uji.
8. Catat sudut akhir pada lingkaran derajat.
9. Lepaskan spesimen uji dari tumpuan dan amati permukaan patahan.
10. Analisis data dan hasil pengujian.



**Gambar 2.11** Dimensi uji *impact* (Standar ASTM E 23)

## 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Pengujian

Pada penelitian ini dilakukan pengujian *impact* untuk mengetahui harga *impact*nya dan uji tarik untuk mengetahui tegangan, regangan dan modulus elastisitas. hasil pengujian *impact* dan uji tarik yang telah dilakukan diperoleh beberapa data.

### 3.2 Jenis Spesimen yang Diuji

Berikut adalah parameter – parameter proses pembentukan komposit yang terdiri dari *polyester* dan serbuk kulit kelapa ukuran  $D < 75 \mu\text{m}$ . Parameter proses pembentukan komposit yaitu komposisi serbuk kulit kelapa dan *polyester*. Komposisi serbuk 20%, 30%, 40% dan resin 80%, 70%, 60%.

### 3.3 Pengujian Impact

Dari pengujian kekuatan *impact* ini ada tiga bahan spesimen yang akan diuji, yaitu spesimen dengan komposisi yang berbeda mulai dari komposisi 20:80%, 30:70% dan 40:60%. Data yang diperoleh dari hasil pengujian kekuatan *impact* ini ditampilkan pada tabel di bawah ini :

$$Ei = m \cdot g \cdot R (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

$Ei$  = Energi Serap (J).

$m$  = massa bandul (kg)

$g$  = Percepatan grafitasi ( $9,82 \text{ m/s}^2$ )

).

$R$  = Panjang lengan bandul (m)

$\alpha$  = Sudut awal ( $^\circ$ ).

$\beta$  = Sudut akhir ( $^\circ$ ).

#### ➤ Harga Impact

$$HI = \frac{Ei}{A_{\text{efektif}}} = \frac{Ei}{l \cdot xh} \cdot 4.2$$

Dimana :

HI= Harga Impact ( $\text{J/m}^2$ ).

$Ei$  = Energi Serap (J).

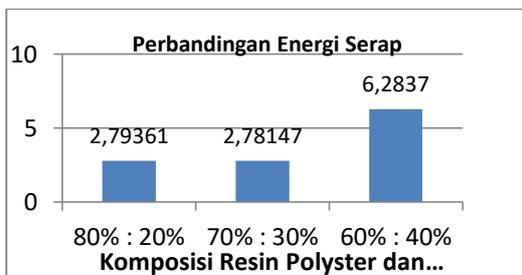
$A_{\text{efektif}}$  = Luas penampang efektif ( $\text{m}^2$ ).

A = Luas Penampang (m<sup>2</sup>)

Untuk penggunaan parameter di atas dilakukan pada pengujian spesimen komposisi 80:20%, kecepatan putaran 70 rpm dan waktu pengadukan 1 menit dengan serbuk D <75 μm.

Parameter Komposisi	Energi Serap ( J )
60%:40%	6,2837
70%:30%	2,78147
80%:20%	2,79361

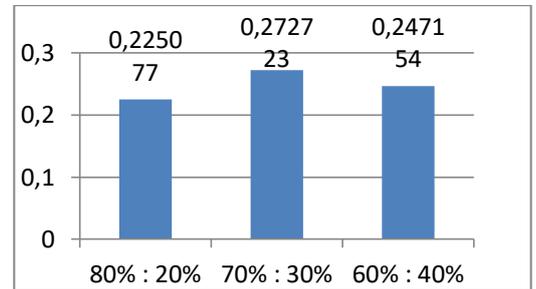
Tabel 2.1 Perbandingan hasil energi serap



Dilihat perbandingan masing – masing komposisi pada komposisi 80%:20% nilai energi serapnya 2,79361 J, komposisi 70%:30% nilai energi serap sebesar 2,78147 J dan untuk komposisi 60%:40% yaitu 6,2837 J. Dari masing – masing komposisi nilai energi serap tertinggi pada komposisi 60%:40% dengan nilai 6,2837 J maka dari ketiga perbandingan komposisi tersebut dapat dilihat bahwa pada komposisi 60%:40% lebih tangguh dari komposisi 80%:20% dan 70%:30%.

Tabel 4.4 Perbandingan nilai harga impact

Parameter Komposisi	Harga Impact ( J/mm <sup>2</sup> )
80%:20%	0,225077
70%:30%	0,272723
60%:40%	0,247154



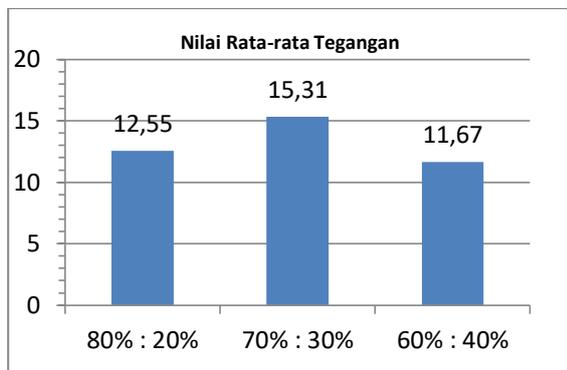
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Harga Impact

Pada Gambar 4.2 Perbandingan jenis komposisi spesimen uji terhadap harga impact dapat dilihat pada grafik diatas pada komposisi 80%:40% harga impactnya sebesar 0,225077 J/mm<sup>2</sup>, untuk komposisi 70%:30% harga impactnya yaitu 0,272723 J/mm<sup>2</sup> dan untuk komposisi 60%:40% harga impact sebesar 0,247154 J/mm<sup>2</sup>. Maka dapat disimpulkan dari ke tiga komposisi diatas maka nilai harga impact tertinggi yaitu dengan komposisi 70%:30% dengan harga 0,272723 J/mm<sup>2</sup> maka dapat dikatakan bahwa komposisi 70%:30% lebih tangguh dari pada komposisi 80%:20% dan 60%:40%.

### 3.4 Pengujian Tarik

Komposisi	Nilai Rata – rata Tegangan
	$\sigma = \frac{F}{A}$ (N/mm <sup>2</sup> )
80%:20%	12.55
70%:30%	15.31
60%:40%	11.67

Tabel 4.8 Nilai Rata-rata Tegangan

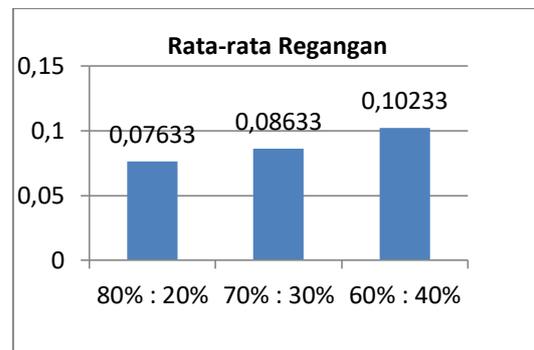


Gambar 4.3 Grafik nilai rata – rata Tegangan

Pada gambar 4.3 dapat dilihat pada masing-masing nilai rata-rata tegangan pada komposisi yang berbeda, pada komposisi 80%:20% nilai tegangan yang dihasilkan 12,5 pada komposisi 70%:30% nilai tegangannya 15,31 dan pada komposisi 60%:40% nilai tegangnya sebesar 11,67. Dari tiga komposisi yang berbeda maka dapat disimpulkan nilai kekuatan tarik tertinggi pada komposisi 80%:20% di bandingkan dengan komposisi 70%:30% dan 60%:40%.

Komposisi	Nilai Rata – rata Regangan $\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$
80%:20%	0,07633
70%:30%	0,08633
60%:40%	0,10233

Tabel 4.9 Nilai Rata-rata Regangan

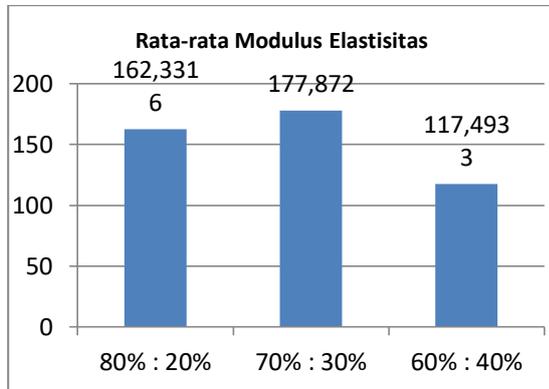


Gambar 4.4 Grafik nilai rata – rata regangan

Gambar 4.4 dapat dilihat pada masing – masing nilai regangan dengan komposisi yang berbeda, pada komposisi 80%:20% nilai regangan yang dihasilkan 0,07633 pada komposisi 70%:30% nilai regangannya 0,08633 dan pada komposisi 60%:40% nilai regangnya sebesar 0,10233. Dari tiga komposisi yang berbeda maka nilai regangan tertinggi pada komposisi 80%:20% dengan nilai regangan 0,07633. Maka dapat disimpulkan bahwa komposisi 60%:40% kekuatannya tinggi namun sifat materialnya getas .

Tabel 4.10 Nilai Rata – Rata Modulus Elastisitas

Komposisi	Nilai Rata – rata Elastisitas $E = \frac{\sigma}{\epsilon} \text{ (Mpa)}$
80%:20%	162,3316
70%:30%	177,872
60%:40%	117,4933



Gambar 4.5 Grafik nilai rata – rata Modulus Elastisitas

Pada gambar 4.5 dapat dilihat masing – masing nilai modulus elastisitas pada komposisi yang berbeda, pada komposisi 80%:20% nilai modulus elastisitas yang dihasilkan 162,3316 pada komposisi 70%:30% nilai modulus elastisitas 177,872 dan pada komposisi 60%:40% nilai modulus elastisitasnya sebesar 117,4933. Dari tiga komposisi yang berbeda maka nilai modulus elastisitas tertinggi pada komposisi 70%:30% dengan nilai 177,872. Maka dapat disimpulkan bahwa pada komposisi 80%:20% sifat materialnya lebih ulet di bandingkan dengan komposisi yang lainnya.

#### 4 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

- Dari ketiga komposisi yang berbeda, setelah dilakukan pengujian maka didapat kesimpulan bahwa komposisi serbuk kulit kelapa dengan matriks resin polyester memiliki ketangguhan impact terbaik pada komposisi 70%:30% memiliki nilai sebesar 0,272723 J/mm<sup>2</sup> , dan dan pada kekuatan

impact terendah pada komposisi 80%:20% memiliki nilai sebesar 0,225077 J/mm<sup>2</sup>.

- Pada pengujian tarik dengan komposisi berbeda didapat tegangan tertinggi pada komposisi 70%:30% memiliki nilai sebesar 15.31 N/mm<sup>2</sup> dan tegangan terendah pada komposisi 90%:10% dengan nilai sebesar 11.67 N/mm<sup>2</sup>.
- Dari ketiga pengujian tarik diatas didapat kekuatan tarik pada komposisi 70%:30% dengan nilai sebesar 177,872 Mpa dan nilai terendah pada komposisi 80%:20% dengan nilai 124,85182 Mpa.

#### 5 DAFTAR PUSTAKA

1. **Amin M. dan Samsudi R. 2010.** Pemanfaatan Limbah Serat Sabut Kelapa Sebagai Bahan Pembuat Helm Pengendara Kendaraan Roda Dua. International standart book number (ISBN)
2. **Anrinal. 2013.** Metalurgi Fisik. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
3. **Badan Pusat Statistik, 2014,** Ekspor dan Impor, [http://bps.go.id/all\\_newtemplate.php](http://bps.go.id/all_newtemplate.php), diakses 20 Juni 2015.
4. **Bambang Subiyanto, Raskita Saragih dan Effendy Husin, 2003,** J. Ilmu & Teknologi Kayu Tropis Vol. 1 áNo. 1.
5. **Budi Tri Cahyana. (2014).** “Sifat Fisik Mekanik Papan Partikel Tanpa Perekat

- Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis Acq)”.
6. **Diharjo K. & Triyono T. 2000**, Material Teknik, Buku Pegangan Kuliah, UNS Press, Surakarta.
  7. **Ditjenbun. 2013**. Perbanyak Komoditi Spesifik Gambir. Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian. Jakarta.
  8. **Feldman.D., dan Hatomo, J.A., 1995**, Bahan Polimer Konstruksi Bangunan, Gramedia Pustaka Utama.
  9. **Jones R.M, 1975**. Mechanics of Composite Materials, Scripta Book Company, Washington D.C, USA.
  10. **Kristanto, 2007** “Analisa Teknis dan Ekonomis Penggunaan Serat Ijuk Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pembuatan Kulit Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Tarik”. Tugas Akhir Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
  11. **M. I. Iskandar & Achmad Supriadi. (2013)** “pengaruh kadar perekat terhadap sifat papan partikel ampas tebu”. Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan. Bogor
  12. **Matthews, F.L., Rawlings, RD., 1993**, *Composite Material Engineering And Science*, Imperial College Of Science, Technology And Medicine, London, UK.
  12. **Mawardi, Indra 2009**. “Mutu Papan Partikel dari Kayu Kelapa Sawit Berbasis Perekat Polystyrene”. Jurnal Teknik Mesin Vol. 11, No. 2 : 91-96.
  13. **Mikell PG., 1996**, *Composite Material Fundamental of Modern Manufacturing Material, Processes, And System*, Prentice Hall.
  14. **Nurun Nayiroh, 2013** “Teknologi Material Komposit”. Lecture Material. Malang: Universitas Islam Negeri Malang.
  15. **Penny Setyowati, Sri Nadilah, Any Setyaningsih, dan Hernadi Surip, 2004**, Pemanfaatan Limbah Pertanian Serbuk Sabuk Kelapa (Cocodust) Untuk Pembuatan Komposit Karet (Lanjutan), Departemen Perindustrian dan Perdagangan, BBKPP, Yogyakarta.
  16. **Rachman Taufiqur. (2013)**. “Material Teknik”. Erlangga.
  17. **S. Okta Syahputra .(2015)**. Laboratorium Mekatronika Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas. Lampung

