

## PEMANFAATAN LIMBAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI PAPAN KOMPOSIT DENGAN VARIASI PANJANG SERAT

Rina Lusiani<sup>1\*</sup>, Sunardi<sup>2</sup>, Yogie Ardiansah<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
Jl. Jendral Sudirman km. 3, Cilegon – 42435.

\*Email : rina\_lusiani@yahoo.com

### Abstrak

*Potensi limbah tandan kosong kelapa sawit yang kurang dimanfaatkan menjadi inspirasi untuk pembuatan papan komposit dari limbah tersebut. Pembuatan papan komposit dari limbah tandan kelapa sawit bertujuan untuk menghasilkan produk furniture yang ramah lingkungan dan memiliki karakteristik yang lebih baik dibandingkan yang ada di pasaran. Bahan yang digunakan adalah serat tandan kelapa sawit, serbuk kayu sengon resin epoxy dan PVAc. Fraksi volume dari komposit ini adalah serat tandan kelapa sawit 15%, serbuk kayu 50%, resin epoxy 15% dan lem fox 20%. Pembuatan bahan dilakukan dengan metode cold press single punch dengan tekanan 300 kg/cm<sup>2</sup>. Karakteristik bahan yang diteliti yaitu densitas, pengembangan tebal, kekerasan, dampak, bending serta pengamatan struktur mikro. Dari hasil pengujian diperoleh papan komposit dengan karakteristik optimum yaitu pada panjang variasi serat 15 mm. Papan komposit variasi panjang 15 mm memiliki nilai densitas 0.973 g/cm<sup>3</sup>, pengembangan tebal 1.025%, kekerasan 26 N/mm<sup>2</sup>, nilai max force 41.904 N, batas elastisitas 904, 745 N/mm<sup>2</sup>, nilai dampak 8.247 kJ/m<sup>2</sup>.*

*Kata kunci: panjang serat, serat tandan kosong kelapa sawit, papan komposit*

## 1. Pendahuluan

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan limbah padat yang dihasilkan pabrik/industri pengolahan minyak kelapa sawit. Jumlah produksi kelapa sawit di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Pada tahun 2010 sebesar 21.958.120 ton dan pada tahun 2011 meningkat menjadi 22.508.011 ton. Di Provinsi Banten sendiri produksi kelapa sawit tahun 2008 mencapai 25.865 sampai tahun 2012 mencapai 26.561 ton (BPS 2013). Karena melimpahnya sumber daya alam tersebut, terdapat potensi besar untuk memanfaatkan limbah kelapa sawit. Limbah yang digunakan dari kelapa sawit adalah bagian tandan kosong kelapa sawit. Limbah tandan kosong kelapa sawit dimanfaatkan dalam bentuk serat menjadi papan komposit.

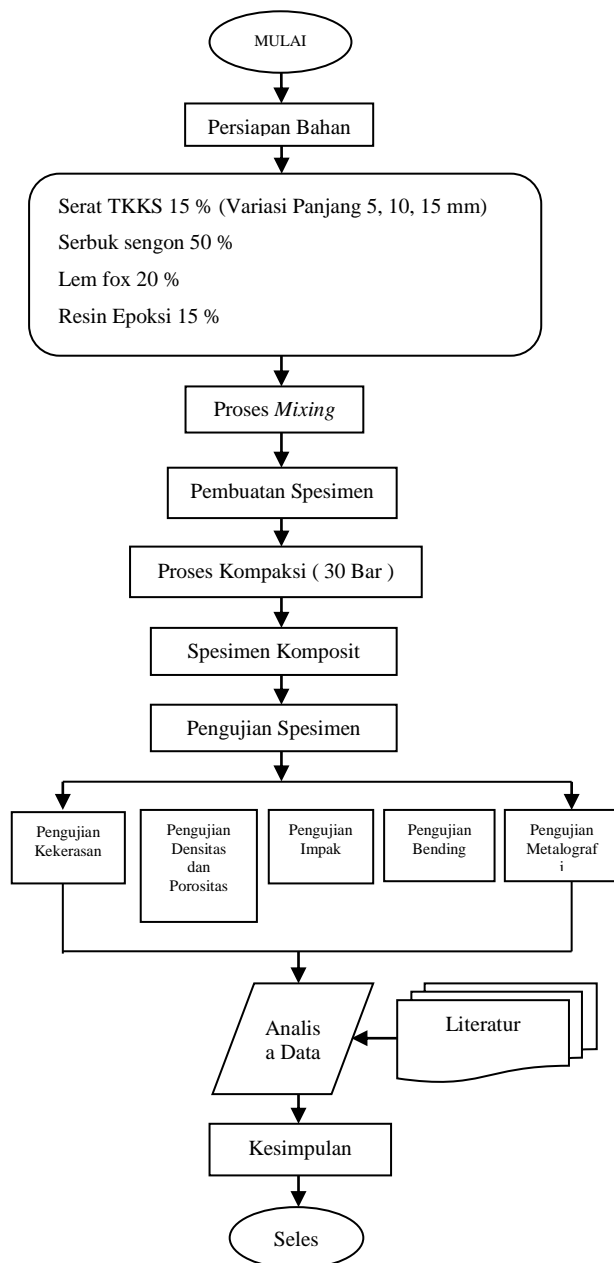
Teknologi pada saat ini banyak yang menggunakan konsep yang ramah lingkungan dan back to nature. Komposit ini termasuk salah satu teknologi yang berkonsep ramah lingkungan dan back to nature. Karena hasil komposit ini tidak menghasilkan limbah yang dapat merusak alam, tetapi memanfaatkan limbah alam seperti tandan kelapa sawit dan serbuk gergajian kayu sengon yang tidak dimanfaatkan sebagai bahan dasar. Salah satu bahan campuran komposit ini berasal dari tanaman atau serat tanaman sebagai penguat dan matriksnya adalah polimer. Penggunaan komposit dimaksudkan untuk memanfaatkan limbah tandan kelapa sawit dan serbuk gergajian kayu.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pembuatan komposit dengan memanfaatkan limbah pada industri kelapa sawit. Sehingga dapat digunakan sebagai material meubel atau furniture untuk menggantikan bahan kayu. Dengan adanya komposit ini, diharapkan akan memberi peluang usaha industri meubel lebih kreatif dan inovatif dalam berkreasi juga ikut serta melestarikan lingkungan.

## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilengkapi dengan diagram alir penelitian. Adapun diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Diagram alir penelitian**

**2.2 Bahan yang digunakan**

- a. Serat tandan kelapa sawit
- b. Serbuk kayu sengon
- c. PVAc (lem Fox)
- d. Resin epoxy
- e. NaOH
- f. Aquades

**2.3 Alat yang digunakan**

- a. Gunting dan pisau
- b. Jangka sorong
- c. Timbangan digital
- d. Mixer
- e. Mesin press
- f. Cetakan

- g. Ayakan (*screening*)
- h. Alat uji kekerasan
- i. Alat uji impak
- j. Alat uji *bending*
- k. *Stopwat*

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil Pembuatan Spesimen

Pembuatan material komposit terdiri dari beberapa jenis bahan penyusun. Pada komposit variasi 1 terdiri dari serat tandan kelapa sawit 15% dengan panjang 5 mm, serbuk kayu sengon 50 % mesh 40, lem fox 20% dan resin epoksi 15%. Pada variasi dua dan tiga komposisi dan bahan penyusun sama dengan variasi satu, hanya berbeda pada panjang seratnya. Untuk variasi pertama serat tandan kelapa sawit berukuran panjang 5 mm, variasi kedua panjang 10 mm, dan variasi ketiga dengan panjang serat tandan kelapa sawit 15 mm. Bentuk awal spesimen berbentuk balok dengan ukuran panjang 115 mm, lebar 70 mm, dan tinggi 40 mm. Pembuatan komposit ini ditekan dengan tekanan 300 bar menggunakan mesin *press* hidrolik.



**Gambar 2. Spesimen Komposit**

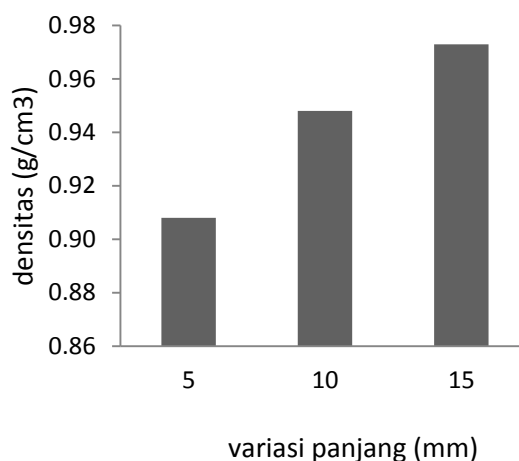
#### 3.2 Pengujian Densitas

Densitas atau massa jenis secara teoritis adalah massa per satuan volume. Bahan komposit yang dipengaruhi dengan variasi panjang serat 5, 10, 15 mm akan mempengaruhi densitasnya. Dalam pengujian komposit ini didapat data densitas komposit yang tertera pada tabel 1.

**Tabel 1. Data perhitungan uji densitas.**

No	Kode Komposit	Panjang serat (mm)	Densitas (g/cm <sup>3</sup> )
1	A	5	0.908
2	B	10	0.948
3	C	15	0.973
4	Papan partikel di pasaran	-	0.660

Dari hasil pengujian densitas, semakin panjang serat semakin besar pula nilai densitasnya. Walaupun kenaikan nilai densitasnya dari setiap variasi komposit tidak terlalu jauh. Kenaikan nilai densitas ini dikarenakan semakin panjang variasi serat jumlah seratnya semakin sedikit. Sehingga semakin panjang variasi serat lebih sedikit untuk matriks menyelimuti serat yang menimbulkan densitas yang lebih tinggi. Karena ikatan serat oleh matriks mempengaruhi nilai porositas yang berbanding terbalik dengan kerapatan.

**Gambar 3. Grafik pengaruh variasi panjang serat terhadap nilai kerapatan**

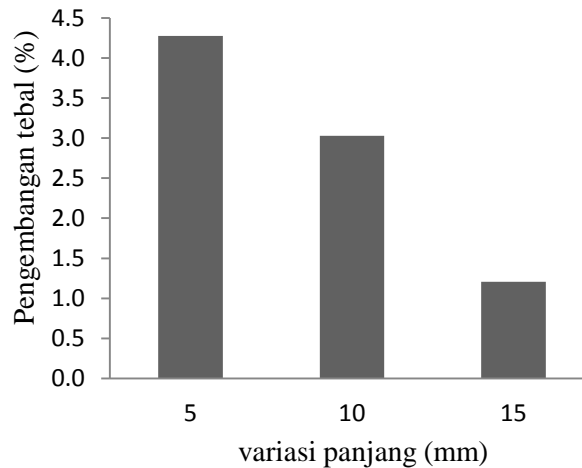
### 3.3 Pengujian Pengembangan Tebal

Pengujian pengembangan tebal dilakukan dengan direndam air selama 24 jam pada temperatur ruang setiap variasi komposit. Dalam pengujian komposit ini didapat persentase pengembangan tebal komposit yang tertera pada tabel 2.

**Tabel 2. Data perhitungan uji pengembangan tebal.**

No	Kode Komposit	Panjang serat (mm)	Pengembangan tebal (%)
1	A	5	4.274
2	B	10	3.030
3	C	15	1.205
4	Papan partikel di pasaran	-	18.189

Dari hasil pengujian pengembangan tebal di atas, nilai persentase pengembangan tebal menurun dengan semakin panjangnya panjang serat. Hal ini disebabkan karena adanya porositas. Pada data sebelumnya nilai densitas makin tinggi dengan makin bertambahnya panjang serat. Hal ini yang memperkuat karena secara teori nilai densitas berbanding terbalik dengan nilai porositas.



**Gambar 4. Grafik pengaruh variasi panjang serat terhadap pengembangan tebal papan komposit**

### 3.4 Pengujian Kekerasan

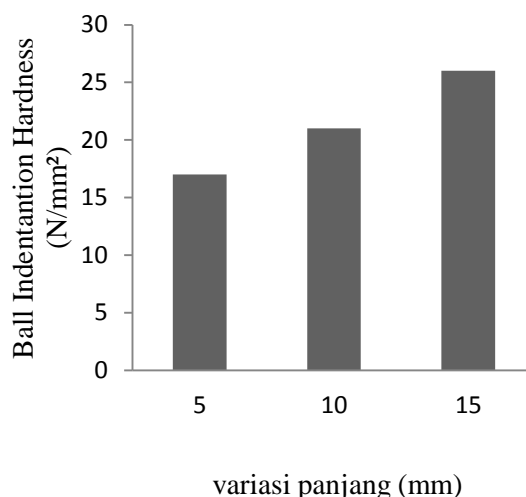
Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode *ball indentation* menggunakan indenter bola baja berdiameter 5 mm dan pembebanan 49 N. Uji kekerasan ini menggunakan standar pengujian ISO 2039-1. Benda uji berbentuk balok dengan panjang 70 mm, lebar 35 mm dan tinggi 14 mm. Data hasil pengujian kekerasan dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

**Tabel 3 Data pengujian kekerasan (*ball indentation*)**

No	Kade komposit	Panjang Serat (mm)	Ball Indentation Hardness (N/mm <sup>2</sup> )
1	A	5 mm	17
2	B	10 mm	21
3	C	15 mm	26
4	Papan partikel di pasaran	-	22

Dari hasil pengujian kekerasan dapat dilihat pengaruh panjang serat terhadap nilai kekerasan komposit. Pada komposit A didapat nilai kekerasan terendah dengan 19 N/mm<sup>2</sup> dan komposit C mempunyai nilai kekerasan tertinggi dengan 25 N/mm<sup>2</sup>. Nilai kekerasan ini dipengaruhi oleh nilai densitas, semakin tinggi nilai densitas semakin bagus kerapatannya. Dengan kerapatan yang baik maka nilai kekerasan komposit tersebut semakin tinggi.

Pengujian kekerasan untuk papan partikel yang ada di masyarakat diperoleh nilai kekerasan 22 N/mm<sup>2</sup>. Nilai komposit A dan B yang nilai kekerasannya dibawah papan partikel yang ada di masyarakat, sedangkan komposit C nilai kekerasannya lebih baik dibandingkan papan partikel yang ada di pasaran. Pengaruh panjang serat terhadap kekerasan komposit dapat dilihat pada gambar 5 di bawah ini.



**Gambar 5. Grafik pengaruh variasi panjang serat terhadap nilai kekerasan**

### 3.5 Pengujian Impak

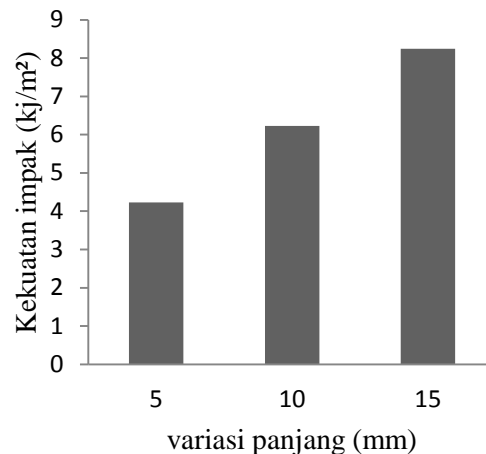
Pengujian impak yang dilakukan menggunakan metode *charpy* dengan mengacu pada standar SNI 179. Benda uji berukuran panjang 80 mm lebar 10 mm dan tebal 4 mm diletakkan horizontal pada alat uji dan dihantamkan oleh pendulum yang berenergi 2 joule dengan kecepatan 2.9 m/sec<sup>2</sup>. Data hasil pengujian impak dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah.

**Tabel 4 Data Uji impak**

	Kode komposit	Panjang serat (mm)	Kekuatan impak (kJ/m <sup>2</sup> )
1	A	5 mm	4.228
2	B	10 mm	6.228
3	C	15 mm	8.247
4	Papan partikel di pasaran	-	3.201

Dari data hasil pengujian impak dapat dilihat nilai kekuatan impak tertinggi ada pada komposit yang bervariasi panjang serat 15 mm dengan kekuatan impak 8.247 kJ/m<sup>2</sup>. sedangkan nilai kekuatan impak terendah ada pada komposit yang bervariasi panjang serat 5 mm dengan kekuatan impak 4.228 kJ/m<sup>2</sup>, sedangkan komposit variasi panjang serat 10 mm memiliki kekuatan impak 6.228 kJ/m<sup>2</sup>. Dari ketiga variasi komposit yang diuji impak, semuanya memiliki kekuatan impak yang lebih baik daripada kekuatan impak papan partikel yang ada di pasaran yang hanya memiliki kekuatan impak 3.201 kJ/m<sup>2</sup>.

Dari data di atas panjang serat mempengaruhi kekuatan impak, semakin panjang serat semakin besar nilai impaknya. Hal ini disebabkan serat dan bahan penyusun lainnya terdistribusi merata, sehingga penyerapan energi pada komposit saat diberi pembebanan uji impak mampu menyerap energi dengan baik. Selain itu juga titik konsentrasi komposit pada hantaman yang terkena uji impak memiliki ikatan matriks dengan *rainforce* dengan baik. Selain itu juga nilai densitas dan uji kekuatan mekanik lainnya menunjukkan semakin panjang serat semakin baik juga nilai densitas dan kekuatannya.



**Gambar 6. Grafik pengaruh variasi panjang serat terhadap kekuatan impact**

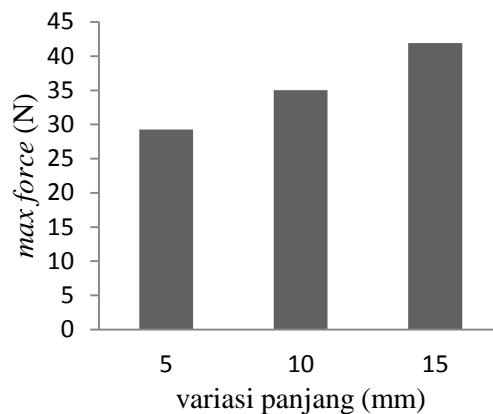
### 3.6 Pengujian Bending

Pengujian bending yang dilakukan dengan metode *3 point bending* (ASTM D 790). Benda uji berukuran panjang 100 mm, lebar 14 mm dan tebal 4 mm mendapat tekanan dibagian tengah oleh alat uji bending dengan kecepatan 2.64 mm/min kearah bawah benda uji. Pengujian diambil dengan posisi horizontal dengan kedua sisinya diberi penyangga dan diberi pembebanan pada bagian tengahnya. Hasil pengujian bending dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

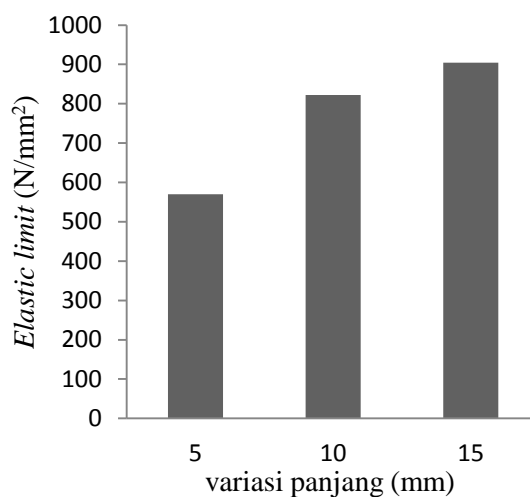
**Tabel 5. Data pengujian bending**

No	Kode komposit	Panjang serat (mm)	max force (N)	Elastic limit (N/mm <sup>2</sup> )
1	A	5 mm	29.248	569.947
2	B	10 mm	35.008	821.819
3	C	15 mm	41.904	904.745
7	Papan partikel di pasaran	-	16.968	667.293

Dari data hasil pengujian bending dapat dilihat pengaruh variasi panjang serat terhadap nilai maximum force dan batas elastisitasnya. Pada komposit A nilai maximal force dan batas elastisitasnya terendah dengan 29.248 N dan 569.947 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai maximum force dan batas elastisitas tertinggi pada komposit C dengan 41.904 N dan 904.745 N/mm<sup>2</sup>. Dengan demikian semakin panjang serat maka semakin tinggi nilai maximum force dan batas elastisitasnya, atau panjang serat berbanding lurus dengan nilai maximum force dan batas elastic. Hal ini disebabkan oleh titik konsentrasi tegangan pada campuran komposit yang merata. Sehingga kekuatan serat terdistribusi dengan baik pada titik konsentrasi tegangan saat pengujian uji bending. Ketiga variasi diatas (5, 10, 15 mm) nilai maximum force dan batas elastisitasnya lebih baik dibandingkan dengan nilai maximum force dan batas elastisitas papan partikel yang ada dipasaran. Nilai maximum force dan batas elastisitas papan partikel yang ada dipasaran hanya 16.968 N dan 667.293 N/mm<sup>2</sup>. Pengaruh panjang serat terhadap pengujian bending untuk nilai maximum force dan batas elastisitas dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8.



**Gambar 7.** Grafik pengaruh variasi panjang serat terhadap *maximum force* dan batas elastisitas



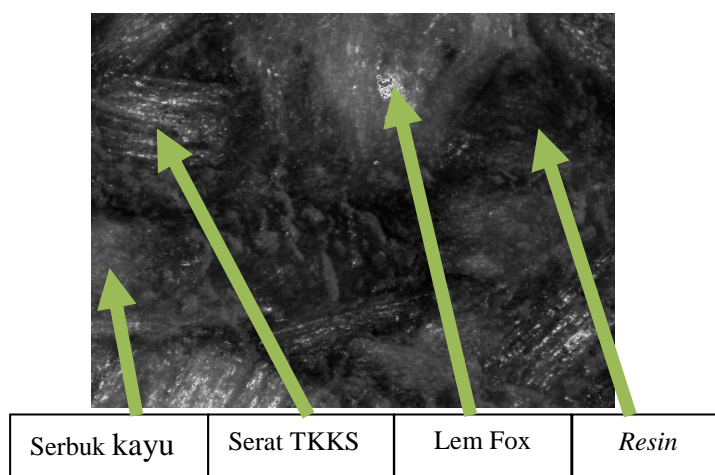
**Gambar 8.** Grafik pengaruh variasi panjang serat terhadap *maximum force* dan batas elastisitas

### 3.6 Pengamatan Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro bahan komposit dilakukan menggunakan mikroskop optik dengan pembesaran 50x. Bahan komposit tersusun oleh serbuk kayu sengon, serat tandan kelapa sawit, lem fox dan resin epoxy. Pembuatan bahan komposit dilakukan dengan variasi panjang serat 5 mm, 10 mm, 15 mm, dan ditekan pada cetakan dengan tekanan 300 kg/cm<sup>2</sup>. Foto mikro bahan komposit dapat dilihat pada Gambar 4.9

Dari hasil pengamatan struktur mikro, pada semua variasi struktur komposit tidak terlihat porositas. Walaupun sebenarnya hampir tidak mungkin tidak adanya porositas pada struktur komposit. Hal ini disebabkan adanya udara yang terjebak didalam komposit yang menimbulkan porositas. Pada gambar foto mikro resin epoksi terlihat berwarna hitam pekat, lem fox terlihat berwarna putih yang menggumpal, serbuk kayu sengon (filler) berwarna putih buram atau keabuan, sedangkan serat tandan kelapa sawit berwarna putih yang mengkilap.





**Gambar 9 Hasil uji struktur mikro**

## 4 Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

Pada penelitian pemanfaatan limbah tandan kelapa sawit sebagai papan komposit variasi panjang serat didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Serat tandan kelapa sawit ini dapat digunakan sebagai bahan untuk pembuatan papan komposit untuk pengaplikasian *furniture*.
2. Semakin panjang serat TKKS, maka nilai densitas, kekerasan, dampak, *maximum force* dan batas limitnya semakin tinggi dan berbanding terbalik pada pengembangan tebal yang semakin panjang serat semakin rendah persentasenya
3. Variasi terbaik pada variasi panjang serat 15 mm dengan nilai densitas 0.973 g/cm<sup>3</sup>, nilai pengembangan tebal 1.025%, nilai kekerasan 26 N/mm<sup>2</sup>, nilai *max force* 41.904 N, nilai batas elastisitas 904, 745 N/mm<sup>2</sup>, dan nilai dampak 8.247 kJ/m<sup>2</sup>. Semua nilai pengujian diatas lebih baik daripada papan partikel yang ada di pasaran.

### 4.2 Saran

Adapun saran yang bisa diberikan untuk penelitian lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Untuk penelitian komposit polimer berikutnya disarankan menggunakan mesin *hot press* untuk mencetak sehingga holding time yang lebih cepat.
2. Untuk poses *mixing* atau pencampuran agar dilakukan diruang vakum agar udara tidak terjebak didalam dan penyusunan bahan agar dapat merat dengan baik.
3. Cetakan dibuat tidak berbentuk sudut agar menghindari kebocoran saat proses kompaksi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Gibson R.F., 1994, *Principles Of Composite Material Mechanics*, McGraw-Hill Book Co New York.
- Groover P., 2007, “*Fundamentals of Modern Manufacturing*”, Second edition. John Wiley & Sons.
- Haryo W., 2012, *Pengaruh Penambahan Carbon Nanotube Pada Kekuatan Mekanik Komposit Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Resin Epoxy*, Depok: Universitas Indonesia.
- Siti A., 2009, *Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit Sebagai Komposit Untuk Meubel*, Jakarta: Balai Besar Kimia Dan Kemasan.
- SNI Handbook ICS 79.060.20, 2004, *Standar Nasional Indonesia 03-2105-2006 Papan Partikel*.
- Rafiuddin S., 2012, *Analisis Sifat Mekanis Tenunan Serat Rami Jenis Basket Tipe S 3/12 Dengan Matriks Epoksi Resin (Kekuatan Bending)*, Makasar: Universitas Hasanudin.
- Lusita W., 2013, *Pengaruh Waktu Pengempaan Dan Variasi Komposisi Paduan Papan Partikel Dengan Menggunakan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Perakat Urea Formaldehyde 1001 Terhadap Nilai Dampak*, Padang: Universitas Andalas.
- Widayani, 2013, *Pembuatan Komposit Papan Serat Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Karakterisasi Sifat Fisis Dan Mekanisnya*, Bandung.