

## **PENGARUH VARIASI ARAH DAN MASSA SERAT TKKS TERHADAP KEKUATAN MATERIAL KOMPOSIT TERMOSET**

Rendy<sup>1</sup> dan Syahrizal<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan

Email: randypareo@gmail.com

<b>Informasi Artikel:</b>	<b>ABSTRAK</b>
<p><i>Received:</i> 02 Oktober 2020</p> <p><i>Accepted:</i> 11 Januari 2022</p> <p><i>Available:</i> 10 Mei 2022</p>	<p>Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan limbah padat industri, Tandan Kosong Kelapa Sawit yang dewasa ini hanya dibuang atau dibakar sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan. Salah satu usaha dalam mengatasi hal tersebut adalah memanfaatkannya untuk pembuatan material baru. Pada penelitian ini Variasi arah serat yang digunakan yaitu 0°, 30°, 45°, 60° dan 90° dengan variasi massa serat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 5%, 10% dan 15% serat Tandan Kosong Kelapa Sawit. Dari hasil pengolahan data material komposit serat TKKS Harga Impak (HI) terbesar terdapat pada spesimen arah 0° dengan persentase serat TKKS 15% sebesar 0,330 J/mm<sup>2</sup> dan Harga Impak (HI) terkecil terdapat pada spesimen arah 90° dengan persentase serat TKKS 5% sebesar 0,075 J/mm<sup>2</sup> dengan bentuk patahan Getas.</p>
<b>Kata Kunci:</b>	<b>ABSTRACT</b>
<p>Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit, Uji Impak Komposit, Metode Eksperimen.</p> <p><i>Oil Palm Empty Bunches Fiber, Composite Impact Test, Experimental</i></p>	<p><i>Oil palm empty bunches (TKKS) are industrial solid waste, oil palm empty bunches which are currently only thrown away or burned, causing environmental pollution. One of the efforts to overcome this problem is to use it for the manufacture of new materials. In this study, the variations in the direction of the fibers used were 0°, 30°, 45°, 60° and 90° with variations in the mass of the fibers used in this study, namely 5%, 10% and 15% of the Empty Oil Palm Fruit Bunch. From the results of data processing on OPEFB fiber composite material, the highest impact price (HI) was found in the 0° direction specimens with a percentage of 15% OPEFB fibers of 0.330 J / mm<sup>2</sup> and the smallest impact price (HI) was found in 90° direction specimens with a percentage of 5% OPEFB fibers. amount with the Getas fault form.</i></p>

## 1 PENDAHULUAN

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan limbah padat industri minyak kelapa sawit yang dewasa ini hanya dibuang di tempat, atau dibakar sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan. Salah satu usaha dalam mengatasi hal tersebut adalah memanfaatkannya untuk pembuatan material baru. Selain itu penggunaan serat alami dari serat tandan kosong kelapa sawit memiliki alasan lain yaitu, Indonesia merupakan penghasil perkebunan kelapa sawit terbesar di dunia, menurut Badan Pusat Statistik (BPS) memperkirakan luas perkebunan kelapa sawit di Riau Tahun 2019 adalah 2.806.349 hektar dan jumlah produksi sawit sebesar 8.864.883 ton/tahun. Berdasarkan nilai tersebut yang dapat diketahui bahwa limbah yang dihasilkan perkebunan atau industri cukup besar (*Wikipedia ensiklopedia bebas*. 2018).

Dengan banyaknya tandan kosong kelapa sawit di Riau menjadikan satu permasalahan yang belum terselesaikan dengan baik hingga sekarang, Dan selama ini hanya dianggap limbah oleh pabrik-pabrik pengolahan minyak kelapa sawit yang ada di Riau. Dengan demikian diperlukan adanya penanganan alternatif yang kreatif dan inovatif untuk menjadikan limbah TKKS dapat dikembalikan ke alam secara aman atau mengolahnya kembali menjadi produk yang berdaya guna.

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda (Mulyono, B.T., Yudiono, H. 2018). Dari campuran tersebut akan dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Bahan baku yang digunakan sebagai material pembentuk disebut serat (*fiber*). Kekuatan mekanik komposit dipengaruhi oleh 3 faktor diantaranya faktor orientasi serat, faktor matrik, dan faktor ikatan fiber-matrik. Uji impact adalah pengujian dengan menggunakan pembebanan yang cepat (*rapid loading*). Pengujian impact merupakan suatu pengujian yang mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut. Inilah yang membedakan pengujian impact dengan pengujian tarik dan kekerasan, dimana pembebanan dilakukan secara perlahan-lahan.

Tujuan dari penelitian ini adalah Mengetahui pengaruh variasi arah dan massa serat TKKS terhadap kekuatan impact pada pengujian impact charphy Mencari nilai uji impact terbaik dari masing masing variasi arah dan massa serat TKKS pada uji impact charphy, Mengetahui bentuk patahan pada specimen uji menggunakan photo makro. Peneliti ini dibatasi dengan Penelitian ini hanya menguji kekuatan impact material komposit serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan bentuk serat 1 layer/lapisan dan dipilin menjadi diameter  $\pm 1$  mm, Variasi arah serat yang digunakan yaitu arah  $0^\circ$ , arah  $30^\circ$ , arah  $45^\circ$ , arah  $60^\circ$  dan arah  $90^\circ$  dan fraksi massa komposisi serat yang digunakan yaitu 5%, 10% dan 15% serat TKKS. Penelitian ini hanya melakukan pengujian impact dan struktur makro dengan Standar uji impact menggunakan spesimen ASTM D 5942-96 (Annual Book of Standards, ASTM 1996).

## 2 METODOLOGI

### 1.1 Alat dan Bahan yang digunakan

Adapun alat yang digunakan adalah

1. Mesin uji impact *charphy*
2. Cetakan komposit
3. *Microscope* USB
4. Amplas
5. *Timbangan Digital*
6. Gelas

4. Gunting

8. Pengaduk

Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

1. Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit(TKKS)

Pada penelitian yang dilakukan, penguat (*reinforcement*) yang digunakan adalah serat tandan kosong kelapa sawit. Serat TKKS yang digunakan memiliki fraksi massa serat 5%,10% dan 15% serat TKKS.

2. Resin

Resin yang digunakan pada pembuatan komposit ini adalah resin *epox* jenis QBON dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah,

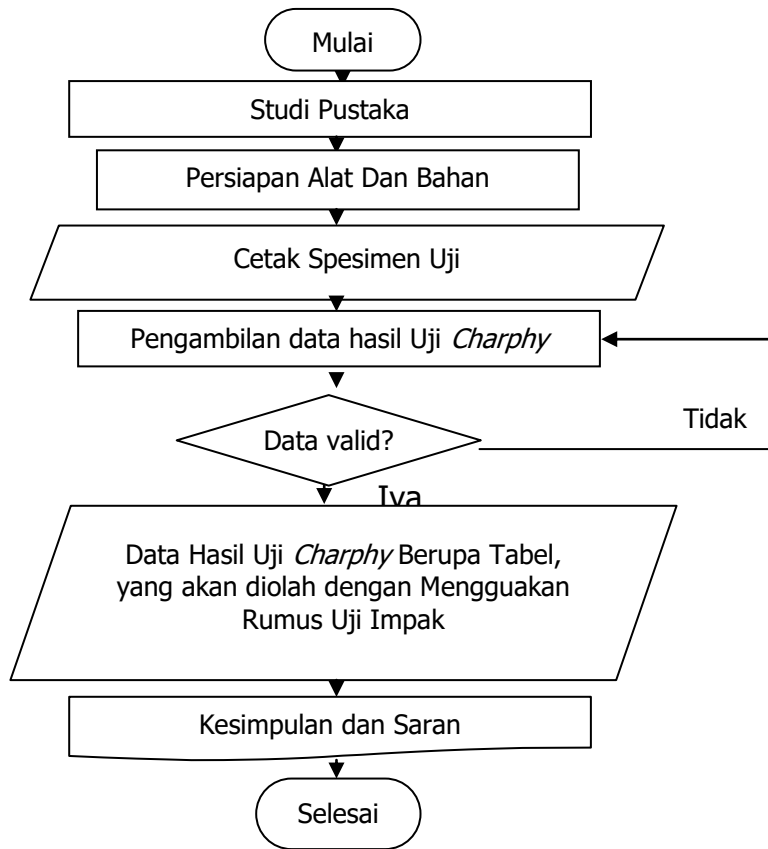


Gambar 1. Resin Epoxy

3. Hardener

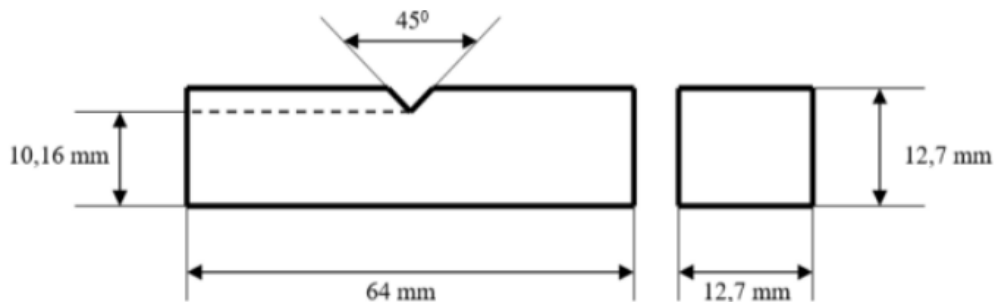
Hardener yang digunakan berfungsi sebagai pemicu dalam proses mempercepat proses pengeringan pada komposit.

### 1.2 Diagram alir



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

### 1.3 ASTM D 5942-96



Gambar 3. Dimensi specimen ASTM D 594-96  
Sumber: Annual Book ASTM Standar, USA.

Adapun rumus yang digunakan untuk mencari besaran energi untuk mematahkan spesimen dan harga impact spesimen dapat dicari menggunakan rumus berikut.

$$\sin 40^\circ = \frac{x}{L} \quad (1)$$

$$E_1 = m.g.h \quad (2)$$

$$E_2 = m.g.H \quad (3)$$

Dimana:

$E_1$  = Energi yang dibutuhkan untuk mematahkan spesimen (kg.m).

$M$  = Berat pendulum (kg)

$g$  = Percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

$L$  = Jarak lengan pengayun (mm).

$\beta$  = Sudut pendulum setelah mematahkan *specimen* (derajat).

Maka besar harga impact dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$HI = \frac{E_{total}}{A} \quad (4)$$

dimana:

HI = Harga Impact ( $J/mm^2$ )

$E_t$  = Energi total (Joule)

A = Luas Penampang Benda Uji ( $mm^2$ )

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan uji impact specimen menggunakan mesin uji impact jenis charphy, selanjutnya melakukan perhitungan harga impact specimen uji menggunakan rumus uji impact. Adapun contoh perhitungan uji impact dapat dilihat di bawah ini.

1. Perhitungan Harga impact pada specimen arah  $0^\circ$  dengan variasi 5% serat TKKS

- Sampel 1

$$\begin{aligned} H &= L - Y \\ Y &= -0,073 \text{ m} \\ H &= 0,6 - (-0,073) \\ &= 0,673 \text{ m} \\ E_2 &= m \cdot g \cdot H \\ &= 8 \text{ Kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,673 \text{ m} \\ &= 53,84 \text{ Joule} \\ E_{tot} &= E_1 - E_2 \\ &= 78,72 - 53,84 \\ &= 24,88 \text{ Joule} \\ HI &= \frac{24,88 \text{ Joule}}{0,129,03 \text{ mm}^2} = 0,193 \text{ J/mm}^2 \end{aligned}$$

- Sampel 2

$$\begin{aligned} H &= L - Y \\ Y &= -0,073 \text{ m} \\ H &= 0,6 - (-0,073) \\ &= 0,673 \text{ m} \\ E_2 &= m \cdot g \cdot H \\ &= 8 \text{ Kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,673 \text{ m} \\ &= 53,84 \text{ Joule} \\ E_{tot} &= E_1 - E_2 \\ &= 78,72 - 53,84 \\ &= 24,88 \text{ Joule} \\ HI &= \frac{24,88 \text{ Joule}}{0,129,03 \text{ mm}^2} = 0,193 \text{ J/mm}^2 \end{aligned}$$

• Sampel 3

$$\begin{aligned}
 H &= L - Y \\
 Y &= -0,205 \text{ m} \\
 H &= 0,6 - (-0,205) = 0,805 \text{ m} \\
 E2 &= m \cdot g \cdot H \\
 &= 8 \text{ Kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times \text{m} \\
 &= 64,4 \text{ Joule} \\
 E_{\text{tot}} &= E1 - E2 \\
 &= 78,72 - 64,4 \\
 &= 0,110 \text{ Joule} \\
 HI &= \frac{14,32 \text{ Joule}}{129,03 \text{ mm}^2} = 0,110 \text{ J/mm}^2
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Harga impact pada specimen arah  $0^\circ$  dengan variasi 10% serat TKKS

• Sampel 1

$$\begin{aligned}
 H &= L - Y \\
 Y &= -0,031 \text{ m} \\
 H &= 0,6 - (-0,031) \\
 &= 0,631 \text{ m} \\
 E2 &= m \cdot g \cdot H \\
 &= 8 \text{ Kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,631 \text{ m} \\
 &= 50,48 \text{ J} \\
 E_{\text{tot}} &= E1 - E2 \\
 &= 78,72 - 50,48 \\
 &= 28,24 \text{ Joule} \\
 HI &= \frac{28,24 \text{ Joule}}{129,03 \text{ mm}^2} = 0,218 \text{ J/mm}^2
 \end{aligned}$$

• Sampel 2

$$\begin{aligned}
 H &= L - Y \\
 Y &= \cos 88^\circ \times 0,6 \\
 &= 0,020 \text{ m} \\
 H &= 0,6 - (0,020) \\
 &= 0,58 \text{ m} \\
 E2 &= m \cdot g \cdot H \\
 &= 8 \text{ Kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,58 \text{ m} \\
 &= 46,4 \text{ J} \\
 E_{\text{tot}} &= E1 - E2 \\
 &= 78,72 - 46,4 \\
 &= 32,32 \text{ Joule} \\
 HI &= \frac{32,32 \text{ Joule}}{129,03 \text{ mm}^2} = 0,250 \text{ J/mm}^2
 \end{aligned}$$

• Sampel 3

$$\begin{aligned}
 H &= L - Y \\
 Y &= \cos 86^\circ \times 0,6 \\
 &= 0,041 \text{ m} \\
 H &= 0,6 - 0,041 \\
 &= 0,0559 \text{ m} \\
 E2 &= m \cdot g \cdot H \\
 &= 8 \text{ Kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,0559 \text{ m} \\
 &= 44,72 \text{ J} \\
 E_{\text{tot}} &= E1 - E2 \\
 &= 78,72 - 44,72 \\
 &= 34 \text{ Joule}
 \end{aligned}$$

## Pengaruh Variasi Arah Dan Massa Serat TKKS terhadap Kekuatan Material Komposit Termoset

$$HI = \frac{34 \text{ Joule}}{129,03 \text{ mm}^2} = 0,263 \text{ J/mm}^2$$

3. Perhitungan Harga impak pada specimen arah  $0^\circ$  dengan variasi 15% serat TKKS

### • Sampel 1

$$\begin{aligned} H &= L - Y \\ Y &= -0,073 \text{ m} \\ H &= 0,6 - (-0,073) \\ &= 0,673 \text{ m} \\ E2 &= m \cdot g \cdot H \\ &= 8 \text{ Kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,673 \text{ m} \\ &= 53,84 \text{ J} \\ E_{\text{tot}} &= E1 - E2 \\ &= 78,72 - 53,84 \\ &= 24,88 \text{ Joule} \\ HI &= \frac{24,88 \text{ Joule}}{115,2 \text{ mm}^2} = 0,215 \text{ J/mm}^2 \end{aligned}$$

### • Sampel 2

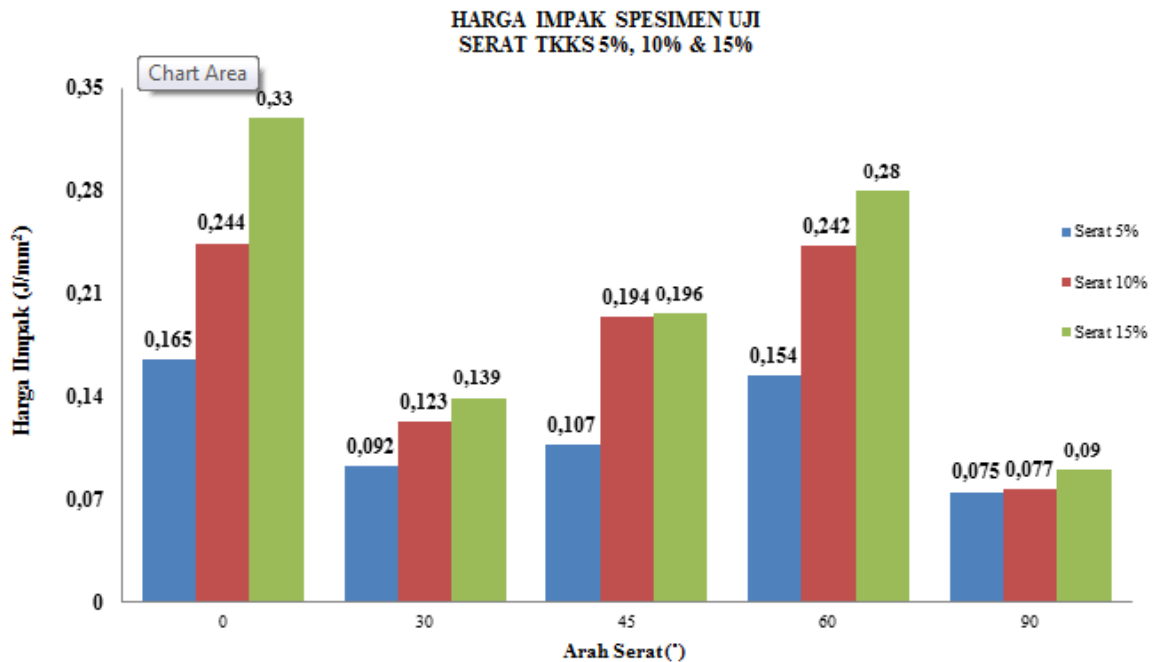
$$\begin{aligned} H &= L - Y \\ Y &= \cos 62^\circ \times 0,6 \\ &= 0,281 \text{ m} \\ H &= 0,6 - 0,281 \\ &= 0,319 \text{ m} \\ E2 &= m \cdot g \cdot H \\ &= 8 \text{ Kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,319 \text{ m} \\ &= 25,52 \text{ J} \\ E_{\text{tot}} &= E1 - E2 \\ &= 78,72 - 25,52 \\ &= 53,2 \text{ Joule} \\ HI &= \frac{53,2 \text{ Joule}}{127,3 \text{ mm}^2} = 0,417 \text{ J/mm}^2 \end{aligned}$$

### • Sampel 3

$$\begin{aligned} H &= L - Y \\ Y &= \cos 86^\circ \times 0,6 \\ &= 0,041 \text{ m} \\ H &= 0,6 - 0,041 \\ &= 0,559 \text{ m} \\ E2 &= m \cdot g \cdot H \\ &= 8 \text{ Kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,559 \text{ m} \\ &= 44,72 \text{ J} \\ E_{\text{tot}} &= E1 - E2 \\ &= 78,72 - 44,72 \\ &= 34 \text{ Joule} \\ HI &= \frac{34 \text{ Joule}}{94,5 \text{ mm}^2} \\ &= 0,359 \text{ J/mm}^2 \end{aligned}$$

Tabel 1. Harga impact spesimen uji

Arah Serat (°)	Resin+Katalis (%)	Serat (%)	Harga Impact (J/mm <sup>2</sup> )
0	95	5	0,165
	90	10	0,244
	85	15	0,330
30	95	5	0,092
	90	10	0,123
	85	15	0,139
45	95	5	0,107
	90	10	0,194
	85	15	0,196
60	95	5	0,154
	90	10	0,242
	85	15	0,280
90	95	5	0,075
	90	10	0,077
	85	15	0,090
Tanpa Serat	100%	0	0,040



Gambar 3. Grafik Harga Impact Spesimen Uji

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa harga impact tertinggi terdapat pada arah serat 0° persentase serat 5%, 10%, dan 15 dengan harga impact 0,165 J/mm<sup>2</sup>, 0,242 J/mm<sup>2</sup>, dan 0,330 J/mm<sup>2</sup>. Hal ini dikarenakan posisi arah serat tersebut yang melintang lurus sejajar arah 0° yang berarti serat benar-benar menjadi penguat matrik, dan serat arah 0° mempunyai panjang yang berbeda dari serat arah lainnya yaitu sekitar 64 mm mengikut panjang dari spesimen yang dibuat.

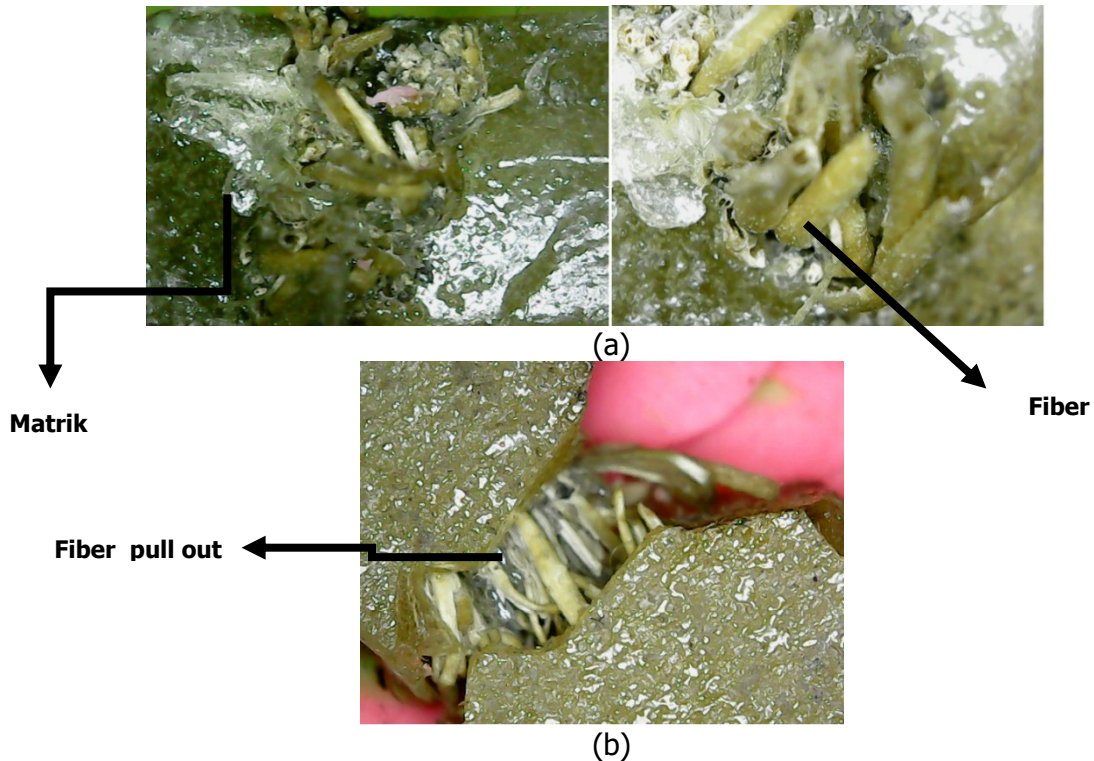
Sedangkan harga impact terendah terdapat pada arah serat 90° dengan harga impact serat 5%, 10% dan 15% yaitu 0,075 J/mm<sup>2</sup>, 0,077 J/mm<sup>2</sup>, dan 0,090 J/mm<sup>2</sup>. Hal ini terjadi karena



posisi arah serat  $90^\circ$  itu sendiri yang sama sekali tidak putus atau tidak mengenai serat saat bandul alat uji impact dilakukan beban kejat, jadi bisa disimpulkan serat dengan arah  $90^\circ$  saat dilakukan pengujian impact maka serat sama sekali tidak mengenai bandul hal ini dikarenakan arah serat bersejajar lurus dengan arah takikan atau arah pukulan bandul.

Dari nilai harga impact dari grafik diatas maka dapat disimpulkan bahwa semakin besar persentase massa serat, maka harga impact juga semakin tinggi. Dan dapat disimpulkan juga bahwa serat pada arah serat  $90^\circ$  terjadinya penurunan yang sangat drastis yaitu karena posisi serat tersebut yang berselurus dengan arah takikan atau serat sama sekali tidak putus saat dilakukan pemukulan bandul, hal ini membuat turunnya kekuatan impact dari spesimen itu sendiri.

Pada patahan penampang spesimen uji dilakukan foto makro yang bertujuan untuk melihat bentuk patahan yang terjadi pada spesimen uji setelah dilakukan pengujian impact. Adapun spesimen yang dilakukan proses foto makro yaitu harga impact spesimen tertinggi yaitu pada spesimen arah  $0^\circ$  dengan persentase serat sebanyak 15% dengan harga impact  $0,330 \text{ J/mm}^2$ . Adapun bentuk patahan nya yang dilihat dari proses foto makro dapat dilihat pada Gambar 4. di bawah.



Gambar 4. (a) Pembesaran 500x (b) Pembesaran 200x Foto makro harga impact spesimen Arah serat  $0^\circ$  dengan komposisi serat 15%

Dari Gambar foto makro patahan penampang spesimen uji dapat disimpulkan bahwa Serat dengan arah  $0^\circ$  dengan Fraksi massa serat 15% dan Harga Impact (HI)  $0,410 \text{ J/mm}^2$  **mengalami patah getas (*Brittle Fracture***. Hal ini dikarenakan patahan memiliki ciri-ciri Terdapat butir-butir halus pada permukaan spesimen uji, Permukaan dari patahan spesimen uji mengkilap, Terdapat serabut-serabut kasar pada permukaan patahan.

## 4 KESIMPULAN

Dari penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Posisi serat yang mendarat dengan spesimen uji maka nilai kekuatan *impact* nya akan semakin tinggi. Arah serat  $0^\circ$  mempunyai harga impact yang relatif tinggi dibandingkan dengan variasi arah 4 spesimen uji yang lainnya. Dapat disimpulkan semakin besar persentase massa serat yang digunakan maka HI akan semakin meningkat.
2. Harga Impact (HI) tertinggi terdapat pada arah serat  $0^\circ$  dengan persentase massa serat sebesar 15% yaitu  $0,330 \text{ J/mm}^2$ , Harga impact menengah terdapat pada arah serat  $60^\circ$  dengan persentase massa serat 10% dengan nilai  $0,242 \text{ J/mm}^2$ , Harga Impact terendah terdapat pada arah serat  $90^\circ$  dengan persentase massa serat sebanyak 5% yaitu  $0,075 \text{ J/mm}^2$ , Pada Spesimen arah  $90^\circ$  terjadinya penurunan harga impact yang sangat drastis karena serat tidak menjadi penguat matriks saat dilakukan pengujian.
3. Bentuk patahan yang terjadi adalah patah getas atau (*Brittle Fracture*) Yang ditandai dengan adanya fiber pull out atau terdapat serabut-serabut kasar pada permukaan patahan yang berbentuk seperti sikat dan permukaan dari patahan spesimen uji mengkilap.

### 4.1 Referensi

- [1] *Annual Book of Standards, ASTM (1996). ASTM D 5942-96: Standard Test Method for Determining Charpy Impact Strength of Plastic.*
- [2] Mulyono, B.T., Yudiono, H. (2018) Kompetensi teknik: Analisa Kekuatan Impact Pada Komposit Serat Daun Nanas untuk Bahan Dasar Pembuatan Helm SNI. Hal.1-8, 2018.
- [3] Amrul, H., Burmawi. Teknik Mesin-Fakultas Teknologi Industri-Universitas Bung Hatta: Analisa Kekuatan Tarik dan Impact Material Komposit Serat TKKS Menggunakan Susunan Serat Menyilang dengan Epoxy Resin.
- [4] Surya, I., Suhendar. (2016). Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung: Sifat Mekanis Komposit Serat Acak Limbah Sabut Kelapa Bermatriks Polyester Resin.
- [5] Muradin., Hasi, M. Teknik Mesin-Universitas Halu Oleo: Sifat Mekanis Biokomposit Serat Ijuk dan Serat Serabut Kelapa Untuk Aplikasi Helm Kendaraan Roda Dua. Hal 75-80
- [6] *Wikipedia ensiklopedia bebas.* (2018). Kelapa sawit.Diakses Desember 20, 2019, from [https://id.wikipedia.org/wiki/Elaeis\\_\(kelapa\\_sawit\)](https://id.wikipedia.org/wiki/Elaeis_(kelapa_sawit)),
- [7] *Wikipedia ensiklopedia bebas.*(2018). Perkebunan.Diakses Desember 23, 2019, from <https://riau.bps.go.id/subject/54/perkebunan.html>