

ANALISA SIFAT MEKANIK KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA-SERAT KARBON

Mohamad Hakam^{1*}, Widya Emilia Primaningtyas^{2*}, Fajar Andi Nugroho^{3*}

Teknik Desain dan Manufaktur, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya^{1,2,3}
Jalan Teknik Kimia ITS, Sukolilo, Surabaya

E-mail: m_hakam@ppns.ac.id^{1*}, widyaemilia@ppns.ac.id^{2*}, fajarandinugroho75@gmail.com^{3*}

ABSTRAK

Serat sabut kelapa merupakan serat yang berasal dari limbah tempurung kelapa yang memiliki nilai ekonomis, mudah diolah serta mudah dikembangkan bagi industri komposit ramah lingkungan khususnya untuk bahan pembuatan helm sepeda motor. Serat karbon merupakan serat sintesis yang terbuat dari polyacrylonitrile, dilakukannya penelitian untuk melihat respon variasi lapisan serat kelapa dan serat karbon pada kekuatan impact dan bending komposit yang dipergunakan untuk aplikasi helm sepeda motor. Penggunaan serat sintesis karbon pada komposit ini memberikan beberapa keuntungan diantaranya kekuatan tarik tinggi, berat yang relatif lebih ringan, dan ekspansi termal yang rendah sehingga ketika dipadukan dengan serat alam, dalam hal ini adalah sabut kelapa akan menambah kekuatannya. Pada penelitian ini dihasilkan kekuatan impact sebesar $0,038 \pm 0,00986 \text{ J/mm}^2$. Nilai tertinggi dari pengujian tersebut didapatkan dari komposisi komposit yang memakai 3 lapis serat karbon dan 2 lapis sabut kelapa.

Kata Kunci: Komposit, Sabut Kelapa, Serat Karbon, Uji impact

ABSTRACT

Coconut coir fiber is a fiber derived from coconut shell waste which has economic value, is easy to process and easy to develop for the environmentally friendly composite industry, especially for motorcycle helmets. Carbon fiber is a synthetic fiber made of polyacrylonitrile, a study was conducted to see the response of variations in coconut fiber and carbon fiber layers on the impact and bending strength of composites used for motorcycle helmet applications. The use of synthetic carbon fiber in this composite provides several advantages including high tensile strength, relatively lighter weight, and low thermal expansion so that when combined with natural fibers, in this case coconut fiber, it will increase its structural strength. In this study, the impact strength of $0.038 \pm 0.00986 \text{ J/mm}^2$ was produced. The highest values from the test was obtained from the composite composition using 3 layers of carbon fiber and 2 layers of coconut fiber.

Keyword : Carbon Fiber, Coconut Fiber, Composite, Impact Test

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada abad 21 kepedulian masyarakat terhadap bahan ramah lingkungan semakin bertambah, maka dikembangkanlah suatu produk komposit yang berbahan dasar dari serat alam. Biaya produksi komposit serat alam yang rendah disamping komposit sintesis menjadi perhatian utama sebagai pengembangan material baru yang ramah lingkungan, salah satunya adalah serat sabut kelapa.

Bahan alternatif yang berasal dari serat alam salah satunya adalah sabut kelapa, dikenal sebagai tanaman yang sangat mudah didapatkan dan memiliki banyak manfaat karena hampir seluruh bagian kelapa dapat diolah atau dimanfaatkan oleh manusia. Dengan demikian, kelapa dianggap sebagai tanaman serbaguna oleh penduduk, dan secara ekonomi, tanaman kelapa telah digunakan sebagai bahan pokok dalam bisnis mereka oleh pengrajin.

Pada penelitian kali komposit diuji dengan memvariasikan komposisi seratnya. Serat alam yang digunakan adalah serat kelapa. Diharapkan penelitian ini akan berkontribusi pada pengembangan industri bahan komposit yang diperkuat serat alam dan lebih meningkatkan kemungkinan produksi sumber daya alam dari serat alam. Digunakan untuk produk yang memiliki nilai jual yang sangat tinggi di masyarakat.

Serat sabut kelapa merupakan serat yang berasal dari limbah tempurung kelapa yang memiliki nilai ekonomis dan mudah diolah serta mudah dikembangkan bagi industri komposit ramah lingkungan khususnya untuk bahan pembuatan helm sepeda. Material ini merupakan material penguat komposit yang masih baru dan jarang ditemukan penggunaannya, maka penulis tertarik untuk meneliti respon material komposit serat sabut kelapa.

Penggunaan serat karbon sebagai penguat pada komposit serat sabut kelapa-serat karbon, serat karbon memiliki beberapa keuntungan diantaranya kekuatan tarik tinggi, berat yang lebih ringan, dan ekspansi termal yang rendah sehingga ketika dipadukan dengan serat kelapa akan menambah kekuatan strukturnya.

Pada penelitian ini, untuk mengetahui apakah material bisa digunakan untuk pembuatan helm dan layak digunakan sebagai pelindung kepala maka dilakukanlah pengujian mekanik. Uji mekanik dilakukan dengan metode *impact*. Uji mekanik *impact* digunakan untuk mengetahui apakah material bisa menahan beban kejut dengan gaya tertentu.

1.2 Metodologi

1.2.1 Komposit

Komposit adalah material yang dibentuk dari campuran dua atau lebih material baku dengan tujuan untuk mendapatkan *mechanical properties* yang lebih baik dan lebih bernilai. Dengan kata lain, komposit adalah material baru yang diharapkan memiliki kualitas baik dari material-material baku.

1.2.2 Matriks

Pada komposit matriks berfungsi sebagai agen pengikat menjadi sebuah struktur, melindungi dari kerusakan eksternal, meneruskan atau memindahkan beban eksternal pada bidang geser antara matriks dan serat sehingga matriks dan serat dapat saling berhubungan dan membentuk suatu struktur yang kuat.

1.2.3 Serat sabut kelapa

(a) Komposisi serat sabut kelapa

Hasil uji komposisi serat sabut kelapa berdasarkan SNI yang dilakukan sarana riset dan standarisasi dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Komposisi serat sabut kelapa

Parameter	Hasil Uji Komposisi (%)	Metode Uji
Kadar Abu	2.02	SNI 14-1031-1989
Kadar Lignin	31.48	SNI 14-0492-1990
Kadar Sari	3.41	SNI 14-1032-1989
Kadar Alfa Selulosa	32.64	SNI 14-0444-1989
Kadar Total Selulosa	55.34	Metode Internal BBPK
Kadar Pentosan sebagai Hemiselulosa	22.70	SNI 01-1561-1989
Kelarutan dalam NaOH 1%	20.48	SNI 19-1938-1990

(b) Morfologi serat sabut kelapa

Uji morfologis bertujuan untuk mengetahui dimensi serat dan turunannya. Hasil dari uji morfologi dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Morfologi serat sabut kelapa

Parameter	Hasil Uji Komposisi (%)	Satuan
Panjang Serat Minimal	0.37	µm
Panjang Serat Maksimal	2.49	µm

Parameter	Hasil Uji Komposisi (%)	Satuan
Panjang Serat Rata-rata	1.20	µm
Diameter Luar (D)	23.23	µm
Diameter Dalam (I)	13.26	µm
Tebal Dinding (W)	4.99	µm
Bilangan Runkel (2x W/I)	0.75	µm
Kelangsingan (LD) x 1000	55.53	µm
Kekakuan (W/D)	0.21	µm
Kelenturan (I/D)	0.57	µm
Muhisiep Ratio (D ² -i ² /D ² x 100)	67.42	µm

1.2.4 Pengujian *impact*

Uji *impact* dilakukan untuk mengetahui keuletan suatu bahan atau material yang diberikan beban secara tiba-tiba. Cara kerja alat uji *impact* adalah dengan memukul benda yang akan diuji kekuatannya dengan pendulum yang berayun. Usaha untuk mematahkan material atau spesimen dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$E = W.R [\cos(\beta) - \cos(\alpha)] \quad (1)$$

Dimana:

- E = Energi (joule)
- W = Beban bandul (kg)
- R = Panjang lengan bandul
- β = Sudut akhir bandul
- α = Sudut awal bandul

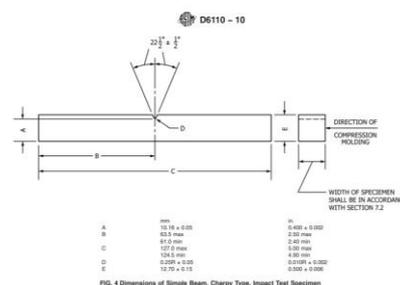
Harga *impact* dapat dihitung dengan rumus:

$$HI = \frac{E}{A_0}$$

Dimana:

- HI = Harga *impact* (joule)
- E = Energi untuk mematahkan material
- A₀ = Luas penampang terkecil takil (cm²)

Pengujian *impact* yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan standar pengujian tarik ASTM D6110-10.



Gambar 1. Dimensi ASTM D6110-10

1.2.5 Matriks penelitian

(a) Variabel Bebas

Jumlah lapisan/layer pada serat karbon, yaitu 1 lapis, 2 lapis, dan 3 lapis.

(c) Variabel Tetap

1. Penggunaan serat sabut kelapa dan serat karbon pada komposit.
 2. Panjang ukuran sabut kelapa adalah 10 mm.
 3. Jenis serat karbon yang digunakan adalah 200 *gsm twill*.
 4. Matriks yang digunakan adalah resin epoxy.
 5. Orientasi serat adalah random.
- (d) Variabel Respon
1. Kekuatan *impact*.
 2. *Flexural strength*.

Pada penelitian kali ini, peneliti menggunakan 4 variasi, seperti ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Matriks Penelitian

No.	Komposisi (Lapisan)	
	Serat Karbon	Sabut Kelapa
1 (A1)	0	5
2 (A3)	2	3
3 (A4)	3	2
4 (A2)	1	4

2. PEMBAHASAN

2.1 Data Massa Jenis Serat Sabut Kelapa

Pada penelitian ini untuk mengetahui massa jenis serat sabut kelapa digunakan piknometer. Pengujian massa jenis ini dilakukan terhadap serat sabut kelapa sebelum dan sesudah delignifikasi, proses delignifikasi dilakukan dengan merendam sabut kelapa dengan larutan NaOH 5% selama 120 menit.

Spesimen sabut kelapa yang digunakan untuk mengukur massa jenis berupa serbuk sabut kelapa, kemudian serbuk sabut kelapa dimasukkan ke dalam piknometer dan dihitung massa piknometer kosong; piknometer dan serbuk; piknometer, serbuk, dan minyak goreng.

Kemudian didapatkan nilai massa jenis (ρ) menggunakan metode piknometer, seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan massa jenis sabut kelapa

Waktu delignifikasi	Massa jenis (ρ)
0 menit	2 gr/mL
120 menit	0,74 gr/mL

Berikut merupakan hasil perhitungan massa jenis sabut kelapa sebelum proses delignifikasi:

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 \text{Massa piknometer} &= 21 \text{ gr} \\
 \text{Massa serat} &= 2 \text{ gr} \\
 \text{Piknometer + serat} &= 23 \text{ gr} \\
 \text{Piknometer + serat + minyak} &= 44.6 \text{ gr} \\
 \text{Massa jenis minyak} &= 0.9 \text{ gr/mL} \\
 \text{Volume piknometer} &= 25 \text{ mL} \\
 \text{Massa minyak} &= \text{Massa (piknometer + serat + minyak)} - \text{Massa piknometer} - \text{Massa serat} \\
 &= 44.6 - 21 - 2 = 21.6 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\text{Volume minyak} = \frac{m(\text{minyak})}{\rho(\text{minyak})} = \frac{21.6 \text{ gr}}{0.9 \text{ gr/mL}} = 24 \text{ mL}$$

$$\text{Volume serat} = V_{\text{piknometer}} - V_{\text{minyak}}$$

$$= 25 \text{ mL} - 24 \text{ mL} = 1 \text{ mL}$$

$$\text{Massa jenis serat } (\rho) = \frac{m(\text{serat})}{v(\text{serat})} = \frac{2 \text{ gr}}{1 \text{ mL}} = 2 \text{ gr/mL}$$

Berikut merupakan hasil perhitungan massa jenis serat setelah proses delignifikasi selama 120 menit:

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 \text{Massa piknometer} &= 21 \text{ gr} \\
 \text{Massa serat} &= 2 \text{ gr} \\
 \text{Massa piknometer + serat} &= 23 \text{ gr} \\
 \text{Massa piknometer + serat + minyak} &= 43.1 \text{ gr} \\
 \text{Massa jenis minyak} &= 0.9 \text{ gr/mL} \\
 \text{Volume piknometer} &= 25 \text{ mL} \\
 \text{Massa minyak} &= \text{Massa (piknometer + serat + minyak)} - \text{Massa piknometer} - \text{Massa serat} \\
 &= 43.1 - 21 - 2 = 20.1 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\text{Volume minyak} = \frac{m(\text{minyak})}{\rho(\text{minyak})} = \frac{20.1 \text{ gr}}{0.9 \text{ gr/mL}} = 22.3 \text{ mL}$$

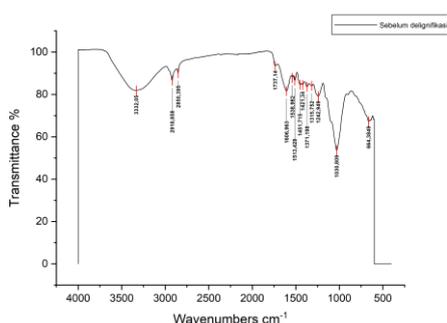
$$\begin{aligned}
 \text{Volume serat} &= V_{\text{piknometer}} - V_{\text{minyak}} \\
 &= 25 \text{ mL} - 22.3 \text{ mL} = 2.7 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

$$\text{Massa jenis serat } (\rho) = \frac{m(\text{serat})}{v(\text{serat})} = \frac{2 \text{ gr}}{2.7 \text{ mL}} = 0.74 \text{ gr/mL}$$

Dari hasil perhitungan massa jenis sabut kelapa dengan piknometer didapatkan hasil bahwa sabut kelapa yang dilakukan delignifikasi berefek pada menurunnya massa jenis dibandingkan dengan sabut kelapa yang tidak dilakukan proses delignifikasi. Serat sabut kelapa yang sebelum dilakukan delignifikasi memiliki nilai massa jenis sesuai dengan perhitungan diatas adalah 2 gr/mL dibandingkan dengan sabut kelapa dengan proses delignifikasi yang mempunyai massa jenis sesuai perhitungan adalah 0.74 gr/mL. Dari nilai diatas dapat diketahui bahwa penurunan massa jenis sabut kelapa tanpa delignifikasi dengan proses delignifikasi adalah sebesar 63%, hal ini menunjukkan bahwa proses delignifikasi yang dilakukan pada sabut kelapa menghasilkan nilai massa jenis sabut kelapa yang semakin menurun, penurunan massa jenis ini menunjukkan hilangnya komponen pengikat pada sabut kelapa karena mengalami degradasi pada kandungan pengikat serat seperti lignin.

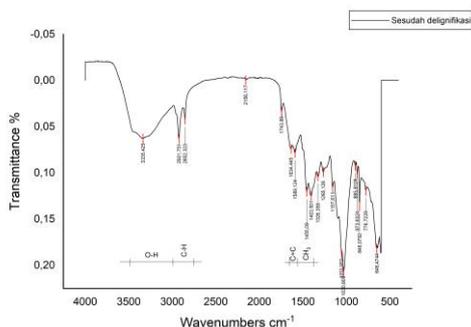
2.2 Analisis FTIR

Massa jenis sabut kelapa dari proses delignifikasi mengalami penurunan, maka dilakukan pengujian FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) untuk menganalisis perubahan kandungan terhadap serat sebelum dan sesudah dilakukannya proses delignifikasi. Berikut merupakan grafik dari hasil pengujian FTIR:



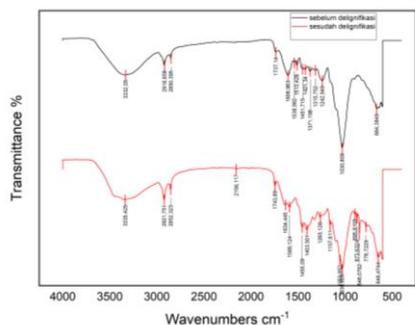
Gambar 2. Hasil pengujian FTIR serat sebelum delignifikasi

Grafik pada gambar 2 merupakan grafik uji FTIR sabut kelapa dengan tanpa delignifikasi. Grafik tersebut menunjukkan ikatan -OH ada di puncak gelombang 3332,05 cm^{-1} ; ikatan C-H berada pada di puncak gelombang 2918,85 cm^{-1} ; ikatan C=C berada pada puncak gelombang 1606,96 cm^{-1} , 1421,34 cm^{-1} merupakan puncak gelombang ikatan CH₃, ikatan C-O berada di puncak gelombang 1030,80 cm^{-1} ; dan CH₂ pada puncak 664,38 cm^{-1} .



Gambar 3. Grafik FTIR setelah delignifikasi

Gambar 3 adalah grafik hasil uji FTIR pada sabut kelapa yang sudah dilakukan proses delignifikasi selama 120 menit. Puncak gelombang ikatan O-H berada pada 3335,42 cm^{-1} , ikatan C-H ada pada puncak gelombang 2921,75 cm^{-1} , sementara ikatan C=C berada pada puncak 1589,12 cm^{-1} , -CH₃ ada di puncak 1403,5 cm^{-1} , untuk ikatan C-O berada di puncak 1030,80 cm^{-1} , lalu untuk ikatan -CH₂ ada di puncak gelombang 648,47 cm^{-1} .



Gambar 4. Grafik perbandingan FTIR sebelum dan sesudah delignifikasi

Grafik FTIR yang ditunjukkan pada gambar 4 merupakan grafik perbandingan hasil uji FTIR sebelum dan sesudah delignifikasi selama 120 menit. Garis yang berwarna merah menunjukkan setelah dilakukannya proses delignifikasi sabut kelapa selama 120 menit, sedangkan garis berwarna hitam menunjukkan tanpa adanya proses delignifikasi. Grafik menunjukkan perubahan bentuk yang tidak signifikan, sehingga proses delignifikasi tidak menghilangkan ikatan-ikatan kimia namun delignifikasi berhasil mengurangi nilai kandungan pada sabut kelapa.

Tabel 5. Puncak wavenumber FTIR

Ikatan kimia	Interval serapan (cm^{-1})	Sebelum delignifikasi	Delignifikasi 120 menit
-CH ₂	650 - 1000	664	648,47
C-O	1000 - 1300	1030,80	1030,80
-CH ₃	1375 - 1450	1421,34	1403,50
C=C	1450 - 1600	1606,96	1589,12
C-H	2850 - 3000	2918,85	2921,75
-OH	3300 - 3400	3332,05	3335,42

Pada hasil uji FTIR, Gugus fungsi C=C berada pada puncak *wavenumber* 1450 – 1600 menunjukkan lignin pada sabut kelapa yang mengalami penurunan nilai kandungan dengan dilakukannya proses delignifikasi dimana pada sebelum delignifikasi menunjukkan puncak gelombang 1606,96 cm^{-1} kemudian puncak gelombang 1589,12 cm^{-1} setelah delignifikasi selama 120 menit. Dari analisa yang dilakukan terhadap proses delignifikasi, masih terdapat gugus C=C namun dengan nilainya yang sudah berkurang. Proses delignifikasi yang dilakukan dapat dikatakan berhasil, karena tidak menghilangkan kandungan lignin seluruhnya namun hanya mengurangi kandungan lignin sebagian pada sabut kelapa.

2.3 Data hasil pengujian *impact*

Uji *impact* dilakukan dengan pertimbangan beban eksternal yang dikenakan secara tiba-tiba saat nantinya dimanufaktur menjadi bentuk helm, pengujian *impact* ini mengacu pada ASTM D6110-10. Pengujian *impact* dilakukan dilaksanakan pada laboratorium uji bahan POLINEMA dengan metode *impact charpy test* pada total 12 spesimen dengan 4 variasi komposisi dan dengan 3 kali repetisi pada setiap variasi.

Kekuatan *impact* atau *impact strength* dinyatakan dengan satuan joule/mm^2 . Berdasarkan data hasil repetisi sebanyak 3 kali pada setiap variasi, kekuatan *impact* dijumlahkan kemudian dibagi tiga sesuai banyaknya repetisi untuk mendapatkan nilai *mean* atau rata-rata dari kekuatan *impact*. Berikut adalah hasil kekuatan *impact* pada setiap variasi.

Tabel 6. Tabel dimensi spesimen *impact*

Berat bandul: 8,1 kg Panjane lemean: 62 cm (0,62 m)						
No.	Penandaan variasi	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Tebal di bawah notch (mm)	Luas penampang (mm ²)
1	A1	55	10	10	8	80
2	A2	55	10	10	8	80
3	A3	55	10	10	8	80
4	A4	55	10	10	8	80

Tabel 7. Kekuatan *impact*

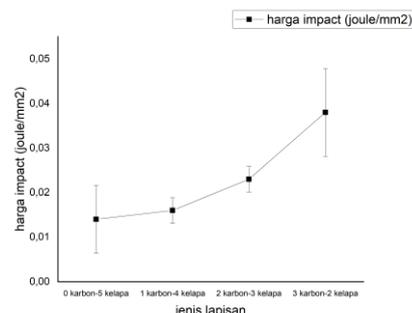
No.	Penandaan variasi	Jenis takik	Lokasi takik	α (°)	β (°)	E <i>Impact</i> (J)	Kekuatan (J/mm ²)	Rata-rata (J/mm ²)	Jenis patahan
1	A1	V Notch	Center	30	26	1,613	0,020	0,014 = 0,00759	Getas
				30	27	1,229	0,015		Getas
				30	29	0,423	0,005		Getas
2	A2	V Notch	Center	30	27	1,229	0,015	0,016 = 0,00288	Getas
				30	27	1,229	0,015		Getas
				30	26	1,613	0,020		Getas
3	A3	V Notch	Center	30	25	1,983	0,025	0,023 = 0,00288	Getas
				30	25	1,983	0,025		Getas
				30	26	1,613	0,020		Getas
4	A4	V Notch	Center	90	86	3,433	0,043	0,038 = 0,00986	Getas
				60	55	3,621	0,045		Getas
				60	57	2,197	0,027		Getas

Tabel 7 menunjukkan hasil kekuatan *impact* pada masing-masing variasi lapisan komposit, setelah dilakukan repetisi pengujian sebanyak tiga kali didapat nilai rata-rata hasil uji *impact* dan juga deviasinya. Berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan 1 didapat nilai E *impact* dengan satuan Joule yang tertera pada tabel, dan untuk menghitung nilai kekuatan dengan satuan J/mm² dilakukan dengan persamaan 2. Pada kolom rata-rata terdapat dua nilai, nilai yang berada diatas menunjukkan nilai rata-rata dari tiga kali repetisi dan nilai dibawah tanda (\pm) menunjukkan nilai deviasi, yang mana menunjukkan tingkat keakuratan data dimana nilai semakin mendekati 0 maka nilai tersebut semakin akurat dan dapat dipercaya. Terdapat nilai deviasi yang cukup tinggi untuk beberapa tabel, hal ini dipengaruhi oleh perbedaan hasil uji *impact* setelah dilakukan tiga kali pengulangan, dimana pada pembuatan spesimen menggunakan metode *hand-lay up* yang memiliki kemungkinan kurang baiknya proses fabrikasi pada spesimen, kemungkinan kurang ratanya penuangan resin pada cetakan atau timbulnya void di dalam resin.

2.4 Hubungan antara variasi lapisan terhadap kekuatan *impact* komposit

Gambar 5 adalah grafik rata-rata kekuatan *impact* komposit dengan total lapisan per spesimen adalah 5 lapisan, dengan lama perendaman delignifikasi adalah 120 menit dengan konsentrasi 5% NaOH. Pada variasi 0 karbon-5 kelapa dilakukan pengulangan 3 kali dengan hasil ditunjukkan pada tabel 7 sebagai berikut 0,020; 0,015; 0,005 Joule/mm² dengan rata-rata dan deviasinya adalah sebesar 0,014 \pm 0,0075 Joule/mm². Variasi 2 karbon-3 kelapa dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali dengan hasil pada tabel 7 menunjukkan rata-rata dan deviasinya sebesar 0,023 \pm 0,0026 Joule/mm². Pada variasi 3 karbon-2 kelapa dilakukan repetisi

dan menunjukkan hasil pada tabel 7 dengan rata-rata dan deviasinya adalah sebesar 0,039 \pm 0,0096 Joule/mm². Variasi 1 karbon-4 kelapa dilakukan 3 kali repetisi dengan hasil pada tabel 7 dan dengan rata-rata dan deviasinya adalah 0,017 \pm 0,0026 Joule/mm².



Gambar 5. Grafik rata-rata hasil pengujian *impact* komposit

Setiap penambahan layer serat karbon terjadi peningkatan harga *impact* mulai dari A1 sampai A4. Pada spesimen A1 harga *impact* sebesar 0,014 dan A2 sebesar 0,016, kenaikannya sebesar 14%. Spesimen A2 harga *impact*nya sebesar 0,016 dan A3 sebesar 0,023, kenaikan A2 ke A3 adalah sebesar 43,7%. Spesimen A3 ke A4 kenaikan yang terjadi adalah sebesar 65,2%.

Dari penjabaran melalui grafik dan tabel pengujian di atas didapat kesimpulan bahwa penggunaan 3 lapis serat karbon memiliki kekuatan *impact* tertinggi dibandingkan dengan 3 variasi lapisan lainnya, hal ini dikarenakan serat karbon yang pada dasarnya adalah arang yang keras dan dipadukan dengan sabut kelapa kemudian diikat atau disatukan menggunakan resin epoxy yang menambah hardness dari komposit serat karbon-sabut kelapa. Penambahan serat karbon berpengaruh pada kekerasan saat dilakukan uji *impact*, pada variasi A4 memiliki harga *impact* tertinggi karena terdapat 3 lapisan serat karbon, sedangkan yang memiliki harga *impact* terendah ada di variasi A1 karena tidak ada sama sekali lapisan serat karbon atau komposit variasi A1 seluruhnya terdiri dari sabut kelapa.

Proses delignifikasi bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan kandungan lignin yang merupakan pengikat alami serat alam dan nantinya akan digantikan oleh matriks sintesis sehingga menciptakan jenis material baru. Pada proses perendaman dengan NaOH, juga akan meningkatkan kekuatan antarmuka dan kekasaran permukaan serat sehingga dapat meningkatkan daya ikat antara serat dan matriks yang akan berpengaruh pada pencampuran matriks dan serat nantinya, permukaan sabut kelapa akan menjadi kasar setelah direndam pada proses delignifikasi sehingga memudahkan serat untuk dibasahi oleh resin epoxy. Apabila delignifikasi dilakukan terlalu lama dapat menyebabkan terjadinya penurunan kekuatan serat

karena larutan alkali terlalu meresap sampai ke bagian inti dan merusak struktur serat.

Komposisi optimal yg menghasilkan kekuatan impact bending paling tinggi adalah variasi lapisan 3 karbon 2 sabut kelapa, hal ini divalidasi melalui pembuatan produk helm dengan komposisi dan lapisan yang sama menghasilkan produk helm yang memenuhi SNI, dengan nilai penyerapan energi kejut sebesar 143 G yang tidak melampaui syarat mutu yang dipersyaratkan SNI sebesar 300G.

3. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Spesimen impact dilakukan pada komposisi 20% : 80% (serat : matriks) sesuai dengan dimensi standar pengujian ASTM D6110-10 dengan menggunakan metode *hand lay-up*.
2. Seiring dengan penambahan lapisan serat karbon dan penurunan jumlah lapisan sabut kelapa dapat meningkatkan harga *impact*. Variasi lapisan dengan harga *impact* tertinggi terjadi pada variasi dengan 3 lapis serat karbon dan 2 lapis sabut kelapa dimana, harga *impact* tertinggi diperoleh sebesar $0,038 \pm 0,00986 \text{ J/mm}^2$. Komposit dengan harga *impact* tertinggi dapat diaplikasikan sebagai bahan alternatif dalam pembuatan helm yang memenuhi SNI 1811:2007 perihal penerapan standar wajib helm pengendara roda dua.

PUSTAKA

- [1] Annual Book of ASTM Standard, "ASTM D6110-10 Standard Test Method for Determining the Charpy Impact Resistance of Notched Specimens of Plastics," ASTM International, West Conshohocken, PA, 2010.
- [2] Annual Book of ASTM Standard, "ASTM D790 Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials," ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017.
- [3] Badan Standarisasi Nasional, "Standar Nasional Indonesia 1811-2007," Indonesia, 2007.
- [4] Bagus Tri Mulyo & Heri Yudiono, "Analisis kekuatan impak pada komposit serat daun nanas untuk bahan dasar pembuatan helm SNI," *Jurnal Kompetensi Teknik*, Vol. 10, No. 2, November, 2018.
- [5] Callister, William D dan David G. Rethwisch, "Material Science and Engineering," 10th EDITION. Iowa: *University of Iowa*.
- [6] Dwipayana, I Made Agung, "Analisa Uji Tarik dan Impak Komposit Penguat Karbon, Campuran Epoxy-Karet Silikon 30%, 40%, 50%, Rami, Kenaf Matrik Epoxy," Jurusan Teknik Mesin. Institut Teknologi Nasional Malang, Malang, 2020.
- [7] Hardiansyah, Fery, "Pembuatan Helm Sepeda Motor Menggunakan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit," Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, 2019.
- [8] Harijono dan Purwanto, Hengki, "Analisis Keakuratan Hasil Uji Impact dengan Metode Izod dan Charpy," 2017.
- [9] Nugroho, Joko Ade, "Aplikasi Komposit Epoxy -HGM-Sisal 90° Woven Sebagai Material Sungkup Helm yang Mampu Menahan Penetrasi dan Beban Impact," Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, pp. 8, 2018.

- [10] Pramono, Gatot Eka dan Sutisna, Setya Permana, "Perbandingan Karakteristik Serat Karbon Antara Metode Manual Lay-Up Dan Vacuum Infusion Dengan Penggunaan Fraksi Berat Serat 60%," Tugas Akhir. Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Ibn Khaldun Bogor, 2017.
- [11] Purba, Fabri Yohannes, "Studi Eksperimental Ketangguhan Struktur Helm Sepeda Material Polymer Busa Komposit Diperkuat Serat Serabut Kelapa Dengan Metode Impak Jatuh Bebas," Tugas Akhir. Jurusan Teknik Mesin, Universitas Sumatera Utara, Medan, 2018.
- [12] Supriyatna, Ari & Solihin, M. Yudi, "Pengembangan Komposit Epoxy Berpenguat Serat Nanas untuk Aplikasi Interior Mobil," 2018.
- [13] Susila, Dedhe Jumriladin Putra, "Pengaruh Serat Karbon Terhadap Sifat Mekanik Dan Topografi Pada Komposit Bermatriks Bqtn 157," Tugas Akhir. Polteknik Manufaktur Bangka Belitung, Bangka Belitung, 2021.
- [14] Wibisono, Tri Pungkas, "Analisis Pengujian Tarik Spesimen Helm Sepeda Motor Bahan Komposit Menggunakan Serat Sabut Kelapa," Tugas Akhir. Jurusan Teknik Mesin. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, 2021.