

# **DAMPAK UKURAN PARTIKEL DAN FRAKSI BERAT TERHADAP KEKUATAN MATERIAL KOMPOSIT POLIPROPILEN BERPENGUAT SERBUK TEMPURUNG KELAPA**

Mochammad Darisunajiha<sup>1)</sup>, I Made Kastiawan<sup>2)</sup>  
Program Studi Teknik Mesin, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya<sup>1)</sup>  
Program Studi Teknik Mesin, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya<sup>2)</sup>

email: mochammaddaris1@gmail.com<sup>1)</sup>, madekastiawan@untag-sby.ac.id<sup>2)</sup>

## **ABSTRAK**

Bidang industri yang semakin inovatif membutuhkan sebuah bahan atau material yang memiliki berat ringan, murah, dan mudah didapatkan tetapi memiliki kekuatan yang baik untuk menerapkan kemajuan inovatifnya. Material yang sesuai dengan kemajuan ini adalah dengan menggunakan material komposit. Komposit adalah suatu material baru yang terbentuk dari dua buah atau lebih material bahan terpisah yang terjadi proses penggabungan dalam satu unit struktural yang mempunyai sifat mekanik dan kapasitas sifat yang berbeda dari material asal. Komposit yang terbuat dari bahan alam sangat melimpah salah satunya tempurung kelapa yang relatif mudah ditemukan di lingkungan masyarakat, maka material ini perlu adanya penelitian untuk mengoptimalkan penggunaannya. Penelitian ini adalah penelitian eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui nilai kekuatan material komposit polipropilen berpenguat serbuk tempurung kelapa dengan ukuran partikel 200-250 dan 250-300 mesh dengan fraksi berat 8,5%, 11,5%, dan 14,5% dengan pengadukan 30 rpm selama 20 menit dengan pengujian tarik, impact, dan Scanning Electron Microscope. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa ukuran partikel 200-250 mesh fraksi berat 11,5% memiliki nilai rata-rata tegangan tarik tertinggi sebesar 19,80 Mpa serta memiliki nilai pengujian impact tertinggi dengan nilai rata-rata energi yang diserap 0,97 Joule. Sedangkan nilai terendah rata-rata pada pengujian tarik di dapatkan pada ukuran partikel 250-300 mesh dengan fraksi berat 8,5% sebesar 12,74 Mpa dan pengujian impact pada ukuran partikel 200-250 mesh dengan fraksi 8,5% sebesar 0,42 Joule.

**Kata Kunci :** Polipropilen, Serbuk Tempurung Kelapa, Komposit, Sifat Mekanik

## ***ABSTRACT***

*An increasingly innovative industrial field requires a material or material that has a light weight, cheap, and easy to obtain but has good strength to implement innovative advances. The Material in accordance with this progress is to use composite materials. Composite is a new material formed from two or more separate materials that occur the process of combining in one structural unit that has mechanical properties and capacity properties that are different from the original material. Composites made from natural materials are very abundant, one of which is coconut shell which is relatively easy to find in the community, so this material needs research to optimize its use. This study is an experimental study that aims to determine the strength value of polypropylene composite material with coconut shell powder with particle size 200-250 and 250-300 mesh with a weight fraction of 8.5%, 11.5%, and 14.5% with stirring 30 rpm for 20 minutes with tensile testing, impact, and Scanning Electron Microscope. The results showed that the particle size 200-250 mesh weight fraction of 11.5% has an average value of the highest tensile stress of 19.80 Mpa and has the highest impact testing value with an average value of absorbed energy of 0.97 Joules. While the lowest average value in tensile testing is*

*obtained on the particle size of 250-300 mesh with a weight fraction of 8.5% of 12.74 Mpa and impact testing on the particle size of 200-250 mesh with a fraction of 8.5% of 0.42 Joules.*

***Keywords: Polypropylene, Coconut Shell Powder, Composite, Mechanical Properties***

## **Pendahuluan**

Bidang teknik industri seiring waktu mengalami perkembangan yang semakin maju dan semakin banyak juga inovatif yang diluncurkan, maka dari itu kebutuhan yang dibutuhkan dalam proses produksi juga meningkat (Nurhidayat, 2021). Dengan perkembangan ini, masyarakat mulai memunculkan berbagai inovasi tentang pembuatan material alternatif, terutama material yang akan digunakan sebagai bahan pembentukan komposit yang murah namun memiliki kekuatan mekanik yang baik. Material komposit merupakan suatu material baru yang terbentuk dari dua buah atau lebih material terpisah yang terjadi proses penggabungan pada satu bentuk struktur material yang memiliki sifat mekanik dan kapasitas sifat yang berbeda dari material asal. Dalam material komposit terdiri dari 2 jenis material pembentuk yaitu matrik sebagai bahan pengikat dan reinforcement sebagai bahan penguat (Gibson, 2016). Komposit merupakan material yang memiliki berat ringan namun memiliki kekuatan yang baik serta ramah terhadap lingkungan dan relatif murah dari pada penggunaan material logam. Pohon kelapa merupakan jenis tumbuhan hidup pada lingkungan iklim tropis seperti iklim di Indonesia. Dari data Kementerian Pertanian Republik Indonesia pada tahun 2021, pada sektor perkebunan kelapa dengan luas 3.364.997 ha dengan produktivitas kelapa sebanyak 2.777.530 ton (Perkebunan, 2021). Pada bagian kelapa yang dapat dimanfaatkan untuk bahan produksi industri sangatlah banyak, mulai dari pemanfaatan airnya, daging buah, sabut, dan tempurungnya. Pemanfaatan kembali tempurung kelapa masih saat ini sangatlah minim seperti sebagai bahan pengganti kayu bakar, bahan obat nyamuk dan berbagai aksesoris kerajinan, sehingga dalam penelitian ini tempurung kelapa ini akan diteliti secara lanjut untuk meningkatkan nilai pemanfaatannya sebagai material komposit (Nurhidayat, 2021). Penggunaan tempurung kelapa sebagai penguat dalam pembuatan komposit karena di dalam tempurung kelapa terkandung Lignoselulosa alami yang memiliki potensi luar biasa sebagai tulangan plastis. Dalam tempurung kelapa terdiri dari lignin, selulosa, metoksil, dan berbagai mineral lainnya (Sudarsono et al, 2019). Dalam penelitian ini digunakan matriks polipropilen yang merupakan polimer jenis termoplastik. Polipropilen memiliki sifat yang ringan, tahan air, tidak berbau, tahan bahan pelarut kimia, dan memiliki harga yang relatif murah. Plastik tidak dapat dipisahkan dengan kehidupan manusia seperti polipropilen yang dimanfaatkan mulai dari peralatan rumah tangga seperti peralatan makan ataupun alat dapur, komponen otomotif, peralatan laboratorium bahkan sampai menjadi kemasan makanan.

## **Metode**

### **Bahan**

Dalam penelitian ini menggunakan serbuk tempurung kelapa sebagai bahan penguat. Serbuk tempurung kelapa didapatkan dari pabrik obat anti nyamuk di Demak. Serbuk yang didapatkan dalam bentuk ukuran partikel yang acak. Jadi

memerlukan proses pengayakan pada ukuran 200-250 mesh dan 250-300 mesh sesuai dengan variabel yang digunakan dalam fraksi berat.



Gambar 1. Serbuk Tempurung Kelapa

Komposisi kimia pada tempurung kelapa sebagai berikut (Nurhidayat, 2021):

Tabel 1. Komposisi Kimia Tempurung Kelapa

<b>Komposisi</b>	<b>Kandungan (%)</b>
Selulosa	26,60
Lignin	29,40
Pentosan	27,70
Solvent Ekstraktif	4,20
Uronat Anhidrat	3,50
Abu	0,62
Nitrogen	0,11
Air	8,01

Untuk bahan yang akan digunakan sebagai matriks atau pengikat filler adalah polipropilen. Polipropilen merupakan polimer jenis termoplastik. Jenis termoplastik merupakan polimer yang akan terjadi pelunakan atau meleleh ketika terkena panas akan tetapi ketika terjadi pendinginan akan terbentuk kembali bentuknya (Gibson, 2016).



Gambar 2. Polipropilen

## Alat

Dalam penelitian ini menggunakan beberapa alat sebagai penunjang berjalannya proses penelitian. Berikut alat yang digunakan:

1. Mesin Ayak
2. Mesin Mixer
3. Mesin Oven
4. Mesin Frais
5. Saringan Mesh
6. Jack
7. Cetakan
8. Stopwatch

## Proses Perlakuan Serbuk Tempurung Kelapa

Serbuk tempurung kelapa yang didapatkan masih dalam ukuran partikel tak tentu, maka dari itu diberikan proses pengayakan dengan saringan dan mesin ayak untuk memperoleh ukuran partikel 200-250 mesh dan 250-300 mesh. Proses pengayakan ini menggunakan siklus gerak air seperti gelombang air yang diperoleh dari kinerja gerak gearbox dari mesin ayak. Dimana ketika serbuk tempurung kelapa terkena gerak gelombang air serbuk tempurung akan gerak dan mulai memasuki lubang-lubang saringan dan akan terjadi proses pengayakan tanpa menimbulkan hamburan debu. Pemasangan saringan diberi jarak yang sangat kecil untuk menghindari terjadinya pencampuran partikel serbuk tempurung akibat dari gerak gelombang air yang membawa partikel serbuk dari celah saringan.



(a)



(b)

Gambar 3. a) Mesin Ayak. b) Mesin Oven

Setelah itu saringan mesh akan diangkat dan ditiriskan. Kemudian dilakukan perendaman dengan air biasa dan air hangat bersuhu 80°C selama 3 jam untuk memisahkan partikel serbuk tempurung kelapa dengan debu dan kotoran. Dalam proses perendaman akan terlihat partikel yang mengambang, dimana yang mengambang merupakan kotoran dan partikel serbuk tempurung kelapa akan mengendap di dasar tungku oven (Kastiawan et al, 2020). Setelah direndam serbuk akan ditiriskan kemudian dikeringkan dengan oven dengan suhu 110°C selama 45 menit untuk mengurangi kandungan air di dalam serbuk tempurung kelapa.

## Pembuatan Spesimen

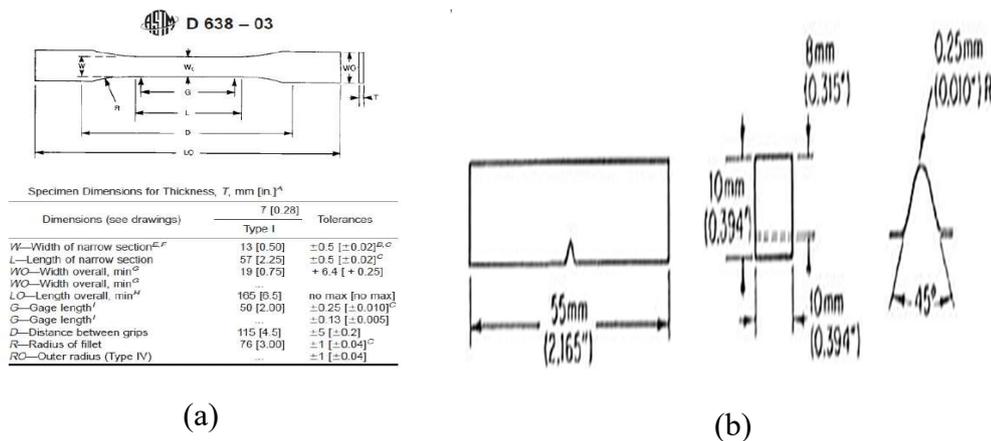
Polimer polipropilen disiapkan dengan jumlah fraksi berat dengan hitungan dari sisa fraksi berat filler atau penguat dengan jumlah fraksi berat serbuk tempurung kelapa 8,5%, 11,5%, dan 14,5% dari total berat total dalam sekali pencetakan berat

sebesar 900 gram. Polipropilen yang telah ditimbang dengan timbangan digital. Setelah disiapkan dalam wadah dan ditimbang polipropilen dimasukkan ke dalam tungku *mixer* pemanas dengan panas suhu titik leleh polipropilen 165°C-170°C. Polipropilen mencapai titik leleh dalam waktu kurang lebih 1,5 jam. Setelah mencapai titik leleh, serbuk tempurung kelapa dimasukkan ke dalam tungku *mixer* dengan jumlah fraksi berat yang telah ditentukan. Dalam memasukkannya ke dalam *mixer* harus dalam kondisi sedang pengadukan agar serbuk tempurung kelapa menyebar ke seluruh permukaan tungku. Campuran diaduk dengan kecepatan pengadukan 30 rpm dengan lama pengadukan 20 menit. Kemudian cairan komposit di alirkan ke dalam cetakan kayu yang telah dibuat untuk proses pencetakan.



Gambar 4. Pencetakan Spesimen

Setelah cairan komposit mengisi cetakan, dipasang penutup cetakan lalu diberikan tekanan pada cetakan menggunakan jack dengan beban 20 kg/cm<sup>2</sup> dengan lama penekanan 5 menit. Pembuatan spesimen uji akan dibentuk menggunakan frais sesuai standar ASTM yang sesuai dengan pengujian komposit polipropilen. Pembuatan spesimen uji sesuai ASTM D 638-03 untuk pengujian tarik, dan sedangkan pembentukan spesimen untuk pengujian impact digunakan standar ASTM D 256:



(a)

(b)

Gambar 5. Spesimen uji standar ASTM: a) ASTM D 638-03 untuk uji tarik.  
b) ASTM D 256 untuk uji impact

Berikut spesimen uji tarik dan uji impact dari hasil pembentukan menggunakan mesin frais:



Gambar 6. Spesimen Uji

### Perhitungan Fraksi Berat dalam Komposit

Fraksi berat merupakan sebuah perbandingan penyusunan komposit yang terdiri antara berat matriks dengan berat material penguat. Berat material komponen penyusun dapat dihitung dengan persamaan (Kaw, 1997) (1):

$$w_c = w_f + w_m \quad (1)$$

Dimana :

$w_c$  = berat komposit

$w_f$  = berat *reinforcement/filler*

$w_m$  = berat matrik

### Perhitungan campuran

Dalam pencetakan menggunakan total berat 900 gram yang menghasilkan 10 pcs spesimen material komposit.

- Fraksi berat 8,5% serbuk tempurung kelapa:  
 $STK = 8,5\% \times 900 \text{ gram} = 76,5 \text{ gram}$   
 $PP = 900 \text{ gr} - 76,5 \text{ gr} = 823,5 \text{ gram}$
- Fraksi berat 11,5% serbuk tempurung kelapa:  
 $STK = 11,5\% \times 900 \text{ gram} = 103,5 \text{ gram}$   
 $PP = 900 \text{ gr} - 103,5 \text{ gr} = 796,5 \text{ gram}$
- Fraksi berat 14,5% serbuk tempurung kelapa:  
 $STK = 14,5\% \times 900 \text{ gram} = 130,5 \text{ gram}$   
 $PP = 900 \text{ gr} - 130,5 \text{ gr} = 769,5 \text{ gram}$

### Hasil dan Pembahasan

#### Uji Tarik

Pengujian tarik dilaksanakan dengan tujuan untuk mendapatkan nilai seberapa kuat material komposit polipropilen berpenguat serbuk tempurung kelapa bertahan terhadap pembebanan tarik yang diberikan. Pengujian tarik dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang (Polinema).

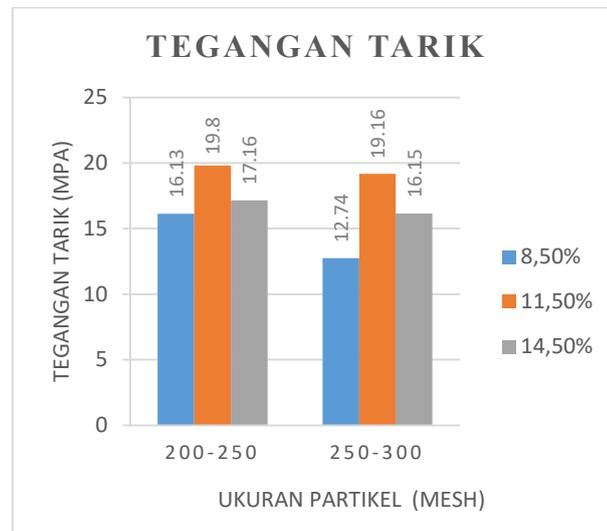
Tabel 2. Hasil Perhitungan Uji Tarik

Ukuran Serbuk (Mesh)	Fraksi Berat (%)	$\sigma_t$ (Mpa)	$\epsilon_t$ (%)	E (Mpa)	
200-250	8,5	15,62	10,10	1,55	
		17,46	9,22	1,89	
		14,31	7,90	1,81	
		16,07	8,78	1,83	
		17,17	8,78	1,96	
	Rata-rata	16,13	8,96	1,81	
	11,5	20,56	11,86	1,73	
		15,35	8,34	1,84	
		18,42	10,10	1,82	
		21,23	10,10	2,10	
		23,45	10,98	2,03	
	Rata-rata	19,80	10,28	1,93	
	14,5	17,40	10,10	1,72	
		17,13	9,66	1,77	
		19,25	10,98	1,75	
		14,26	8,78	1,62	
		17,77	7,46	2,38	
	Rata-rata	17,16	9,40	1,85	
	250-300	8,5	12,51	10,10	1,24
			13,25	10,54	1,26
13,67			9,66	1,41	
12,64			7,90	1,60	
11,64			5,70	2,04	
Rata-rata		12,74	8,78	1,51	
11,5		10,38	6,14	1,69	
		20,93	12,74	1,64	
		20,62	11,42	1,81	
		22,48	10,98	2,05	
		21,41	11,84	1,81	
Rata-rata		19,16	10,62	1,80	
14,5		16,53	10,54	1,57	
		18,34	9,66	1,90	
		10,94	6,16	1,78	
		16,91	10,98	1,54	
		18,02	12,74	1,41	
Rata-rata		16,15	10,02	1,64	

### Tegangan Tarik

Dari data yang telah didapatkan dari pengujian tarik pada spesimen uji dengan variabel ukuran partikel 200-250 mesh dan 250-300 mesh dengan fraksi berat

masing- masing 8,5%, 11,5%, dan 14,5% mendapatkan nilai tegangan tarik yang dituangkan dalam grafik berikut,



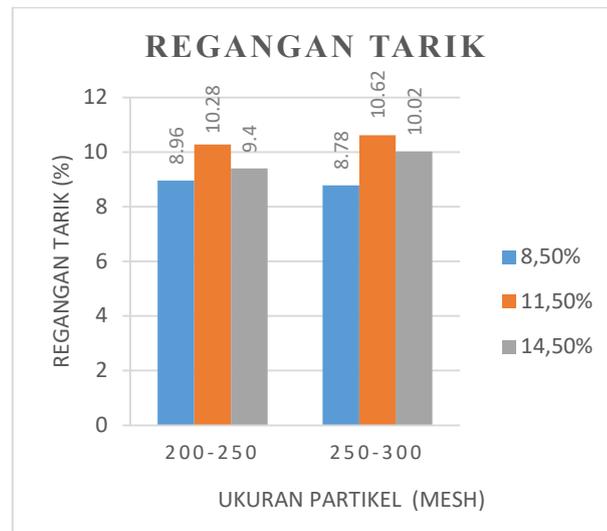
Gambar 7. Grafik Hubungan Tegangan Tarik Terhadap Ukuran Partikel dan Fraksi Berat

Pada gambar 7, menunjukkan grafik hubungan antara tegangan tarik terhadap ukuran partikel 200-250 mesh dan 250-300 mesh dengan fraksi berat 8,5%, 11,5%, dan 14,5% serbuk tempurung kelapa. Pada spesimen dengan pembentukan menggunakan ukuran partikel serbuk tempurung kelapa. Nilai tegangan tarik paling tinggi sebesar 200- 250 mesh dengan fraksi berat 11,5% memiliki nilai rata-rata tegangan tarik tertinggi yaitu 19,80 Mpa, begitu juga dengan ukuran partikel 250-300 mesh yang memiliki tegangan tertinggi pada fraksi 11,5% sebesar 19,16 Mpa. Dari grafik menunjukkan dengan bertambahnya fraksi tegangan tarik signifikan meningkat ditandai pada fraksi 8,5% dan 11,5%, akan tetapi pada fraksi berat 14,5% tegangan tarik pada variabel ukuran partikel 200-250 mesh dan 250-300 mesh, dimana nilai tegangan tarik pada fraksi berat 14,5% untuk ukuran partikel 200-250 mesh mengalami penurunan tegangan menjadi 17,16 Mpa begitu juga dengan ukuran partikel 250-300 mesh mengalami penurunan tegangan menjadi sebesar 16,15 Mpa. Pada fraksi berat 14,5% mengalami penurunan tegangan tarik yang disebabkan oleh jumlah partikel yang diberikan semakin banyak yang akan mengakibatkan jumlah pendistribusian antar partikel ke matriks akan semakin banyak pula sehingga pengikatan matriks tidak merata dengan baik atau terjadi pengikatan partikel oleh matriks menjadi tipis sehingga mengakibatkan nilai dari tegangan tarik yang diperoleh semakin kecil seiring bertambahnya fraksi berat dan dengan bertambahnya fraksi berat maka diperlukan parameter pengadukan yang tepat untuk pendistribusian yang baik karena semakin dinaikkan fraksi berat akan semakin besar partikel terjadi aglomerasi. Pada faktor lain yang menyebabkan nilai tegangan menurun adalah modulus elastisitas spesimen, dimana modulus elastisitas yang rendah akan membuat kekuatan spesimen dalam menahan beban yang diterima juga akan semakin rendah (Kastiawan et al, 2020).

### Regangan Tarik

Dari data yang telah didapatkan dari pengujian tarik pada spesimen uji dengan variabel ukuran partikel 200-250 mesh dan 250-300 mesh dengan fraksi berat

masing-masing 8,5%, 11,5%, dan 14,5% mendapatkan nilai regangan tarik yang dituangkan dalam grafik berikut,

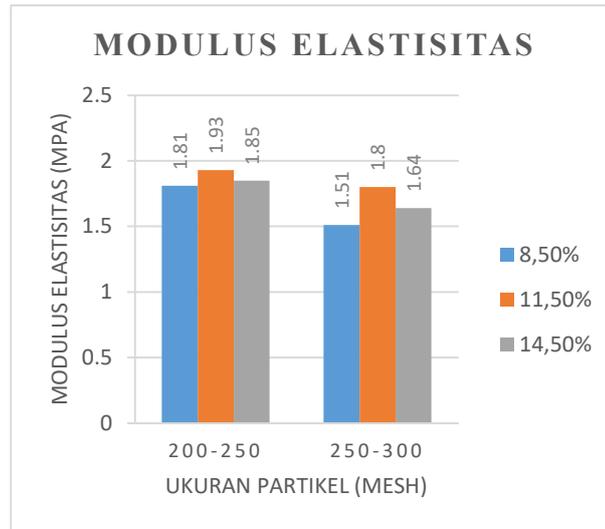


Gambar 8. Grafik Hubungan Regangan Tarik Terhadap Ukuran Partikel dan Fraksi Berat

Pada gambar 8, menunjukkan grafik hubungan antara regangan tarik terhadap ukuran partikel 200-250 mesh dan 250-300 mesh dengan fraksi berat 8,5%, 11,5%, dan 14,5% serbuk tempurung kelapa. Pada spesimen dengan pembentukan menggunakan ukuran partikel serbuk tempurung kelapa. Nilai regangan tarik paling tinggi sebesar 250-300 mesh dengan fraksi berat 11,5% memiliki nilai rata-rata regangan tarik tertinggi yaitu 10,62%, begitu juga dengan ukuran partikel 200-250 mesh yang memiliki regangan tertinggi pada fraksi 11,5% sebesar 10,28% Mpa. Dari grafik menunjukkan dengan semakin kecil ukuran partikel memiliki nilai regangan tarik yang signifikan meningkat, dengan keadaan ini menandai bahwa nilai dari deformasi elastis atau keuletan yang terjadi semakin baik dengan semakin kecil ukuran partikel. Nilai regangan tarik signifikan meningkat ditandai pada fraksi 8,5% dan 11,5%, akan tetapi pada fraksi berat 14,5% tegangan tarik pada variabel ukuran partikel 200-250 mesh dan 250-300 mesh, dimana nilai tegangan tarik pada fraksi berat 14,5% untuk ukuran partikel 200-250 mesh mengalami penurunan tegangan menjadi 9,4% begitu juga dengan ukuran partikel 250-300 mesh mengalami penurunan tegangan menjadi sebesar 10,02%.

#### ***Modulus Elastisitas***

Dari data yang telah didapatkan dari pengujian tarik pada spesimen uji dengan variabel ukuran partikel 200-250 mesh dan 250-300 mesh dengan fraksi berat masing-masing 8,5%, 11,5%, dan 14,5% mendapatkan nilai modulus elastisitas dituangkan dalam grafik berikut,



Gambar 9. Grafik Hubungan Modulus Elastisitas terhadap Fraksi Berat dan Ukuran Partikel

Dari gambar 9, menunjukkan grafik hubungan antara modulus elastisitas terhadap ukuran partikel 200-250 mesh dan 250-300 mesh dengan fraksi berat 8,5%, 11,5%, dan 14,5% serbuk tempurung kelapa. Pada spesimen dengan pembentukan menggunakan ukuran partikel serbuk tempurung kelapa sebesar 200-250 mesh dengan fraksi berat 11,5% memiliki nilai rata-rata modulus tertinggi yaitu 1,93 Mpa, begitu juga dengan ukuran partikel 250-300 mesh yang memiliki modulus elastisitas tertinggi pada fraksi 11,5% sebesar 1,8 Mpa. Dari grafik menunjukkan dengan bertambahnya fraksi tegangan tarik signifikan meningkat ditandai pada fraksi 8,5% dan 11,5%, akan tetapi pada fraksi berat 14,5% tegangan tarik pada variabel ukuran partikel 200-250 mesh dan 250-300 mesh, dimana nilai pada fraksi berat 14,5% ukuran partikel mengalami penurunan modulus elastisitas menjadi 1,85 Mpa pada ukuran partikel 200-250 mesh dan 1,64 Mpa pada ukuran partikel 250-300. Pada fraksi berat 14,5% mengalami penurunan modulus elastisitas yang disebabkan oleh jumlah partikel yang diberikan semakin banyak, yang mengakibatkan matriks tidak mengikat partikel dengan baik dan matriks polipropilen tidak mampu memasuki pori-pori partikel dengan baik karena partikel tidak terjadi pengikatan yang baik dengan matriks. Begitu pula dengan semakin banyak partikel kemungkinan terjadinya aglomerasi semakin besar.

### Uji Impact

Pengujian impact dilaksanakan dengan tujuan untuk mendapatkan nilai seberapa kuat material komposit polipropilen berpenguat serbuk tempurung kelapa bertahan terhadap beban benturan. Pengujian impact dilakukan di Laboratorium Material Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang (POLINEMA).

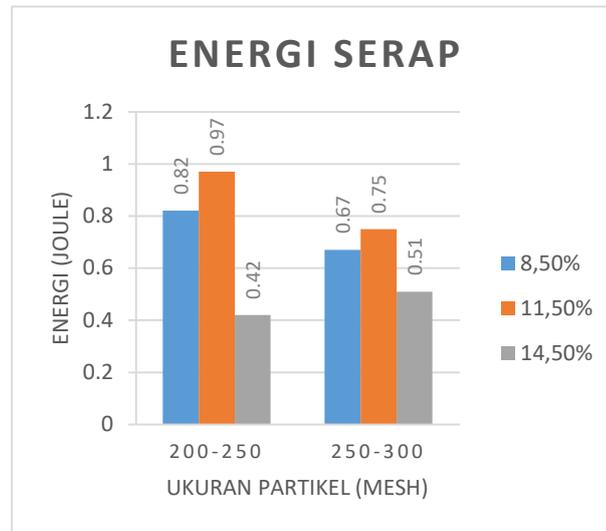
Tabel 3. Hasil Perhitungan Impact

Ukuran Serbuk (Mesh)	Fraksi Berat (%)	E (Joule)	HI (J/mm <sup>2</sup> )	
200-250	8,5	0,42	0,005	
		0,42	0,005	
		0,42	0,005	
		1,23	0,015	
		1,61	0,019	
	Rata-rata	0,82	0,010	
	11,5	0,42	0,005	
		1,61	0,019	
		1,98	0,023	
		0,42	0,005	
		0,42	0,005	
	Rata-rata	0,97	0,011	
	14,5	0,42	0,005	
		0,42	0,005	
		0,42	0,005	
		0,42	0,005	
		0,42	0,005	
	Rata-rata	0,42	0,005	
	250-300	8,5	0,42	0,005
			0,83	0,010
0,83			0,010	
0,83			0,010	
0,42			0,005	
Rata-rata		0,67	0,008	
11,5		1,23	0,015	
		0,42	0,005	
		0,83	0,009	
		0,83	0,009	
		0,42	0,005	
Rata-rata		0,75	0,009	
14,5		0,42	0,005	
		0,42	0,005	
		0,83	0,010	
	0,42	0,005		
	0,42	0,005		
Rata-rata	0,51	0,006		

### Energi Serap

Dari data yang telah didapatkan dari pengujian impact pada spesimen uji dengan variabel ukuran partikel 200-250 mesh dan 250-300 mesh dengan fraksi berat

masing-masing 8,5%, 11,5%, dan 14,5% mendapatkan nilai energi yang diserap dituangkan dalam grafik berikut,

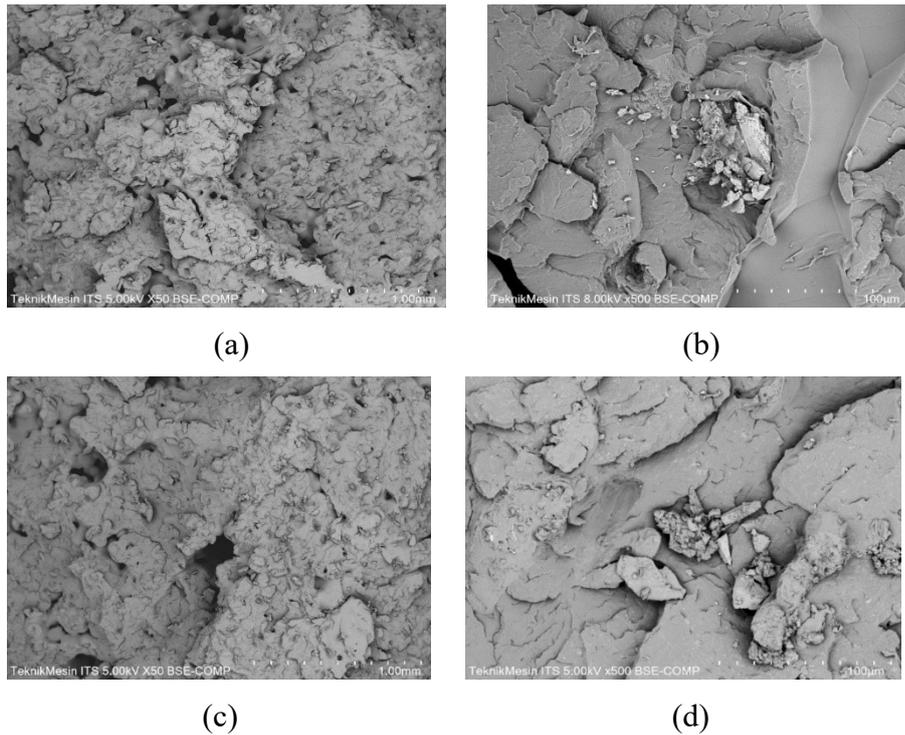


Gambar 10. Grafik Hubungan Energi yang Diserap terhadap Fraksi Berat dan Ukuran Partikel

Pada gambar 10, menunjukkan grafik hubungan antara energi yang mampu diserap oleh spesimen yang terbuat dari fraksi berat 8,5%, 11,5%, dan 14,5% serbuk tempurung kelapa pada ukuran partikel 200-250 mesh dan 250-300 mesh. Pada grafik diketahui pada spesimen dengan pembentukan menggunakan ukuran partikel serbuk tempurung kelapa sebesar 200-250 mesh dengan fraksi berat 11,5% memiliki nilai rata-rata energi yang diserap tertinggi yaitu 0,97 Joule, begitu juga dengan ukuran partikel 250-300 mesh yang memiliki modulus elastisitas tertinggi pada fraksi 11,5% sebesar 0,75 Joule. Sedangkan pada fraksi berat 14,5% mengalami penurunan energi yang dapat diserap menjadi 0,42 Mpa pada ukuran partikel 200-250 mesh dan 0,51 Mpa pada ukuran partikel 250-300. Pada fraksi berat 14,5% mengalami penurunan energi yang dapat diserap yang disebabkan oleh kurang sempurnanya matriks dalam mengikat jumlah partikel yang semakin banyak sehingga ketika terkena hantaman pendulum matriks dan *filler* tidak begitu mampu menahan energi yang besar dan banyaknya partikel yang terjadi aglomerasi akibat ketidakmampuannya parameter pengadukan 30 rpm selama 20 menit untuk mendistribusikan fraksi berat partikel 14,5% secara merata.

#### **Hasil Uji *Scanning Electron Microscope***

Pengujian SEM dilakukan bertujuan mempelajari morfologi yaitu bentuk permukaan, penyebaran partikel dan keberadaan pori-pori pada sampel spesimen uji. Pengujian *Scanning Electron Microscope* dilakukan di Laboratorium SEM Institut Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Pengamatan dilakukan pada 4 titik daerah patahan pada spesimen yang telah diberlakukan uji tarik. Untuk melihat struktur morfologi sebagai tempat analisa terjadinya perpatahan untuk penentuan parameter penelitian lebih lanjut.



Gambar 11. Pengamatan SEM : a) Morfologi Fraksi Berat 11,5% Partikel 250-300 Mesh Zoom 50x. b) Morfologi Fraksi Berat 11,5% Partikel 250-300 Mesh Zoom 500x. c) Morfologi Fraksi Berat 11,5% Partikel 200-250 Mesh Zoom 50x. d) Morfologi Fraksi Berat 11,5% Partikel 200-250 Mesh Zoom 500x

Pada gambar 11a, pembesaran zoom 50x pada spesimen uji ukuran partikel 250-300 mesh dengan fraksi berat 11,5% serbuk tempurung kelapa, pada titik patahan akibat pengujian tarik terlihat banyak sekali void kecil-kecil yang tersebar pada interface spesimen yang membuat nilai tegangan tariknya rendah disertai nilai modulus elastisitas yang kecil yang akan mempengaruhi ketahanan spesimen terhadap crack saat menahan beban. Gambar 11b diatas merupakan pengamatan *Scanning Electron Microscope* pada spesimen uji fraksi berat 11,5% ukuran partikel 250-300 mesh. Kondisi *interface* diatas merupakan kondisi spesimen uji pada tegangan tarik yang terendah diantara spesimen yang memiliki fraksi berat 11,5% sebesar 10,38 Mpa. Ditinjau dari beberapa penelitian yang terdahulu dimana dengan semakin kecil partikel yang digunakan sebagai penguat sebuah komposit akan mempunyai nilai kekuatan mekanik yang semakin baik (Kundie et al, 2018). Akan tetapi pada penelitian ini ada beberapa parameter yang membuat nilai dari partikel 250-300 mesh memiliki nilai kekuatan tarik lebih rendah dari pada ukuran partikel 200-250 mesh. Dimulai dengan penelitian ini menggunakan parameter pembuatan spesimen uji dengan kecepatan pengadukan 30 rpm selama 20 menit, terlihat pada pengamatan melalui *Scanning Electron Microscope* pada spesimen ini partikel yang terdistribusi tidak merata dengan baik. Pendistribusian partikel yang tidak merata dapat dilihat dengan adanya aglomerasi atau pengumpulan partikel pada beberapa tempat pada *interface*, adanya aglomerasi ini dapat menimbulkan menurunnya kekuatan pada spesimen. Terlihat juga ada banyak *void* pada *interface* karena ada udara yang terjebak ataupun terjadinya pengeringan yang terlalu cepat oleh cairan komposit sebelum diberikannya tekanan *press*. Gambar 11c diatas merupakan kondisi morfologi dari spesimen dengan fraksi berat 11,5% serbuk

tempurung kelapa dengan ukuran partikel 200-250 mesh. Terlihat interface yang dimiliki lebih sedikit *void* dari pada kondisi morfologi *interface* spesimen sebelumnya. Pada spesimen ini memiliki nilai tegangan tarik sebesar 23,45 Mpa yang merupakan nilai tegangan tertinggi pada ukuran partikel 200-250 mesh. Gambar 11d diatas merupakan hasil pengamatan *Scanning Electron Microscope* pendistribusian partikel tetap tidak cukup merata, terlihat beberapa aglomerasi yang terjadi pada bagian-bagian *interface*. Ada juga terlihat partikel yang terlepas karenanya adhesi yang terjadi tidak terlalu kuat dengan matrik ketika pengujian tarik.

## KESIMPULAN

Semakin besar fraksi berat yang diberikan akan semakin kecil nilai kekuatan yang didapatkan, di tandai dengan fraksi berat 14,5% yang memiliki nilai kekuatan lebih kecil dari pada variasi fraksi berat 8,5%, dan 11,5%. Ukuran partikel 200-250 mesh yang menjadi *filler* komposit polipropilen memiliki tegangan tarik yang lebih baik dengan nilai 23,45 Mpa dari pada ukuran partikel 250-300 mesh dengan nilai tegangan tarik 22,48 Mpa pada uji tarik maupun uji impact dengan nilai 1,98 Joule untuk ukuran partikel 200-250 mesh dan 1,23 Joule pada ukuran 250-300 mesh. Dari pengujian *Scanning Electron Microscope* pengamatan morfologi interface, pengadukan dengan kecepatan 30 rpm selama 20 menit belum mampu mendistribusikan partikel dengan baik, masih banyak partikel yang mengalami aglomerasi pada titik-titik tertentu di *interface*.

## Daftar Pustaka

- Adi, D. P. 2019. *Analisa Kekuatan Polimer Thermoplastic Polypropylene dengan Pengisi Black Carbon (Abu Dasar Batu Bara)*. Jurnal Teknik Mesin, 1(2).
- ASTM International. 2004. ASTM D 638-03. *Standart Test Method for Tensile Properties of Plastic*. United States: ASTM International.
- ASTM D 256. 2004. *Standart Test Methde for Determining Charpy Impact Strength af Plastic*. American Society for Testing Materials.
- Gibson, R.F. 2016. *Principles of Composite Materials Mechanics. 4th Edition, New York: CRC Press*
- Kaw, A.K. 1997. *Mechanics of Composite Materials. New York: CRC Press*.
- Kundie, F., Azhari, C., Muchtar, A., dan Ahmad, Z. 2018. *Effevt of Filler Size on The Mechanical Properties of Polymer-filled Dental Composite: A Review of Recent Developments*. *Journal of Physical Science*. 29(1), pp. 141-165.
- Made Kastiawan, I., Nyoman Sutantra, I., dan Sutikno. 2020. *Effect of Melt Temperature and Holding Time on Mechanical Properties of Polypropylene Composites Bottom Ash Reinforced*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 988(1). doi: 10.1088/1757-899X/988/1/012117.
- Nurhidayat, A. 2021. *Analisis Variasi Ketebalan Core Komposit Sandwich Serbuk Limbah Tempurung Kelapa Terhadap Sifat Mekanik*. 7 (1). pp. 21–27.
- Perkebunan, D.J. 2021. *Statistical of National Leading Estate Crops Commodity 2019-2021*. ditjenbun.pertanian.go.id.

- Perdana, M. 2019. *Pengaruh Fraksi Volume Komposit Serbuk Cangkang Kelapa Sawit/Epoksi Terhadap Kekerasan Dan Laju Keausan*. *Jurnal Ipteks Terapan*, 13(1), pp. 45. doi: 10.22216/jit.2019.v13i1.3297.
- Sudarsono, S., Hidayat, H., Othman, R., dan Aminur, A. 2019. *Mechanical Properties of Particulate Coconut Shell and Palm Fiber Reinforced Polymer Matrix Composites*. doi: 10.4108/eai.1-4-2019.2287230.