

PENGARUH VARIASI KOMPOSIT PLASTIK HDPE DENGAN TEPUNG TERIGU TERHADAP SIFAT MEKANIS SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN COVER KNALPOT SEPEDA MOTOR BEAT

Riski Mulyono⁽¹⁾, Rusnoto⁽²⁾, Royan Hidayat⁽³⁾, Soebyakto⁽⁴⁾

^{(1),(2),(3),(4)}Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal
Jl. Halmahera No. KM. 01, Mintaragen, Tegal Timur, Kota Tegal
Email : rusnoto@upstegal.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui spesimen yang memiliki kekuatan tarik, kekuatan dampak, dan kekuatan *bending* yang lebih besar serta mengetahui spesimen yang terbaik untuk bahan baku pembuatan cover knalpot sepeda motor BEAT. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dan eksperimen. Lokasi pengujian dilakukan pada Laboratorium Bahan Teknik Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada. Variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas yang terdiri dari empat variasi yaitu perbandingan : 100%:0%, 95%:5%, 90%:10%, dan 85%:15% . Sedangkan variabel terikat dalam penelitian ini yaitu uji tarik, uji dampak, dan uji *bending*. Hasil penelitian ini yaitu rata-rata kekuatan tarik komposit 100%:0% sebesar 12,38004 MPa, rata-rata kekuatan tarik komposit 95%:5% sebesar 12,45134 MPa, rata-rata kekuatan tarik komposit 90%:10% sebesar 13,27511 MPa. rata-rata kekuatan tarik komposit 85%:15% sebesar 12,5941 MPa. Rata-rata kekuatan dampak komposit 100%:0% sebesar 0,035156 J/mm², rata-rata kekuatan dampak komposit 95%:5% sebesar 0,057077 J/mm², rata-rata kekuatan dampak komposit 90%:10% sebesar 0,053212 J/mm², rata-rata kekuatan dampak komposit 85%:15% sebesar 0,058353 J/mm². Rata-rata kekuatan *bending* komposit 100%:0% sebesar 16,924213 MPa, rata-rata kekuatan *bending* komposit 95%:5% sebesar 29,300379 MPa, rata-rata kekuatan *bending* komposit 90%:10% sebesar 30,378975 MPa, rata-rata kekuatan *bending* komposit 85%:15% sebesar 27,150129 MPa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa komposit 90%:10% memiliki kekuatan dampak, dan kekuatan *bending* lebih tinggi jika dibandingkan dengan komposit yang lain.

Kata kunci: Plastik HDPE, Tepung Terigu.

Pendahuluan

HDPE merupakan termoplastik yang terbuat dari monomer polyethelene yang memiliki sifat kaku, tidak berbau, dan tahan terhadap bahan kimia pelarut, asam, dan basa. Banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti komponen otomotif, peneras suara, peralatan laboratorium, wadah atau kontener yang digunakan berulang kali, dan banyak banyak lagi produk yang menggunakan bahan HDPE.

HDPE memiliki titik lebur 160 C (320 F). sebagaimana yang ditentukan oleh Differential Scanning Calorimetry (DSC) meskipun memiliki sifat mekanik yang tinggi plastic ini tidak dapat didegradasi oleh lingkungan, untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan pembuatan plastic biodegradable dengan mencampur plastik sintetis dengan polimer alam. Polimer alam memiliki beberapa kelemahan diantaranya sifat mekanik yang rendah, tidak tahan suhu tinggi, dan getas. Oleh karena itu pencampuran plastic sintetis dengan serat alam diharapkan menghasilkan sifat mekanik yang tinggi, dan mampu terurai oleh mikroorganisme (luy Iwanggeni,2015)

Tepung terigu adalah bubuk yang terbuat dari penggilingan gandum yang digunakan untuk konsumsi manusia. Namun disamping itu tepung terigu tersusun atas 67-70% karbohidrat, 10-14%

protein dan 1-3% lemak. Hal tersebut dapat digunakan sebagai penguat yang cukup baik. (Riska, 2018).

Landasan Teori

1. Bahan Dasar Plastik

Plastik adalah senyawa polimer alkena dengan bentuk molekul sangat besar. Istilah plastik, menurut pengertian kimia, mencakup produk polimerisasi sintetik atau semi-sintetik. Molekul plastik terbentuk dari kondensasi organik atau penambahan polimer dan bisa juga terdiri dari zat lain untuk meningkatkan performa atau nilai ekonominya.

Secara alamiah, terdapat beberapa polimer (pengulangan tidak terhingga dari monomer-monomer) yang digolongkan ke dalam kategori plastik. Secara fisik, plastik bisa dibentuk atau dicetak menjadi lembar film atau serat sintetik, yang disebabkan karena plastik juga bersifat "malleable" alias memiliki sifat bisa dibentuk atau ditempa.

Dalam proses industri dan pabrikasi, plastik dibuat dalam jenis yang sangat banyak. Sifat-sifat bisa menerima tekanan, panas, keras juga lentur, dan bisa digabung dengan partikel lain semisal karet, metal, dan keramik. Sehingga wajar jika plastik bisa dipergunakan secara massa untuk banyak sekali keperluan. Bahkan keranjang belanja yang umum dibawa ibu-ibu ke pasar juga kini diganti plastik kresek yang berubah menjadi sampah begitu sampai di rumah.

Dalam proses industri dan pabrikasi, plastik dibuat dalam jenis yang sangat banyak. Sifat-sifat bisa menerima tekanan, panas, keras juga lentur, dan bisa digabung dengan partikel lain semisal karet, metal, dan keramik. Sehingga wajar jika plastik bisa dipergunakan secara massa untuk banyak sekali keperluan. Bahkan keranjang belanja yang umum dibawa ibu-ibu ke pasar juga kini diganti plastik kresek yang berubah menjadi sampah begitu sampai di rumah.

Bahan dasar plastik menggunakan minyak bumihentah yang baru diangkat ke kilang minyak melalui proses pemurnian bersamaan dengan gas alam. Etana dan propana adalah produk yang dihasilkan dari proses pemurnian, kemudian etana dan propana dipecah dengan tungku yang bersifat panas, kemudian etilana dan propilena akan terbentuk pada proses ini. Dalam sebuah reaktor, etilana dan propilena akan digabungkan dengan katalis untuk membentuk zat seperti tepung. Zat itu adalah polimer plastik. Selanjutnya dilakukan proses ekstrusi yang mana plastik berbentuk cair. Plastik dalam bentuk cair ini dibiarkan mendingin lalu *pelletizer* yaitu proses pembentukan polimer menjadi pelet pelet kecil (bijih plastik).

2. Sifat Mekanik Plastik Hdpe

Plastik HDPE (High Density Polyethelene) merupakan salah satu polimer dengan kerapatan tinggi bersifat fleksibel, tahan benturan, tahan suhu rendah, bahkan tahan suhu air beku (PT.Sinergi Inti Plastindo, 2017)

HDPE memiliki karakteristik yang sedikit buram dan transparan serta elastic. Plastic ini tidak tembus air, tidak berbau, tahan panas dan tahan benturan. HDPE terdiri dari beberapa jenis sebagai berikut :

- a Kantong HDPE anti panas (HD ATP) umumnya digunakan untuk kantong kemasan cairan panas, makanan atau minuman panas.
- b Kantong HDPE Roll (HD ROLL) umumnya digunakan sebagai kantong untuk mengusi buah, sayur atau barang lainnyadan juga digubakan digunakan sebagai pembungkus kertas.
- c Kantong HDPE (HD) umumnya digunakan untuk aneka barang sehari-hari.
- d HDPE Alas (HD Sheet) umumnya digunakan sebagai alas/pelapis dari wadah makanan hangat atau sebagai pembungkus makanan.

3. Tepung Terigu

Tepung terigu merupakan tepung yang diperoleh dari biji gandum yang digiling (Matz,1972). Sifat yang dimiliki tepung terigu yaitu kemampuan dalam membentuk gluten pada adonan

membuat adonan elastis, dan tidak mudah hancur pada proses pemasakan hingga pencetakan. Kualitas terigu yang dikehendaki yaitu memiliki kandungan air 14%, kandungan protein 8-12%, kandungan abu maksimal 0,60%, dan gluten basah 24-36% (astawan, 2004)

Gluten pada tepung terigu terbentuk ketika tepung terigu dicampurkan dengan air. Gluten terbuat dari 2 kompleks yang dikenal sebagai gliadin dan glutenin. Glutenin membantu terbentuknya kekuatan dan kekerasan adonan, gliadin lebih lembuat dan liat sehingga mempengaruhi elastisitas adonan (Widianto dkk, 2002).

Menurut Winarno (1993), Tepung terigu memiliki kandungan gluten yang sebagian besar terdiri dari protein, lengket seperti karet, dan dapat diperoleh dari kandungna tepung terigu yang dicuci dengan air. Tepung dengan kandungan gluten apabila dicampur dengan tepung tanpa kandungan gluten akan menghasilkan tepung campuran dengna kadar gluten yang lebih rendah. Subarna (1992), menjelaskan bahwa tepung terigu dengan kandungan protein 7,5-8% cocok digunakan dalam pembuatan craker. Hal ini diakibatkan dari sifat tepung yang menyerap air sedikit dan kandungan kurang elastis.

Metode Penelitian

1. Variabel Penelitian

Variabel menurut Arikunto (2006:118) adalah objek penelitian atau apa yang menjadi titik perhatian. variabel dibagi menjadi dua, yaitu variabel independen (bebas) dan variabel dependen (terikat). Adapun variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut.

- Variabel Bebas

Variabel bebas (*independent*) adalah variabel yang menjadi sebab timbulnya atau berubahnya variabel terikat (*dependent*). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah perbandingan campuran fraksi berat dari plastik High Density Polyetelena (HDPE) dengan Tepung Terigu : HDPE 85% : Tepung Terigu 15%. HDPE 90% : Tepung Terigu 10%. HDPE 95% : Tepung Terigu 5%. Dan HDPE 100% : Tepung Terigu 0%.

- Variabel Terikat

Variabel terikat (*dependent*), merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Sedangkan variabel terikat pada penelitian ini adalah analisa terhadap sifat mekanik material yaitu pengujian tarik, dan kekuatan dampak dan pengujian *bending*.

2. Uji Tarik

Uji tarik rekayasa biasa digunakan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Pada uji tarik benda uji diberi bahan gaya tarik ke sumbu yang bertambah besar secara kontinyu. Bersamaan dengan itu, dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji (Dieter, 1986:277).

Untuk mengetahui kekuatan tarik dari suatu benda dapat menggunakan persamaan berikut.

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- σ = Kekuatan tarik (kgf/mm²)
- P = Beban maksimum (kgf)
- A₀ = Luas penampang (mm²)

3. Uji Impak (Uji Tekan)

Uji dampak merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui ketangguhan, kekerasan, serta keuletan suatu material. Uji dampak dapat digunakan untuk mengetahui ketangguhan dari komposit. Dasar pengujian dampak ini adalah penyerapan energi potensial dari

pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami deformasi (Wardany, 2010).

Pada uji impact, ketika beban menumbuk spesimen maka akan terjadi proses penyerapan energi yang besar. Energi yang diserap material ini dapat dihitung dengan prinsip perbedaan energi potensial. Dalam uji impact ada dua metode standar pengujian yang dapat dilakukan, yaitu Metode Charpy dan Metode Izod.

Spesimen uji impact berbentuk batang dengan penampang lintang bujur sangkar. Beban didapatkan dari tumbukan oleh palu pendulum yang dilepas dari posisi ketinggian h . Spesimen diposisikan pada dasar. Ketika dilepas, ujung pisau pada palu pendulum akan menabrak dan mematahkan spesimen pada titik konsentrasi tegangan untuk pukulan impact kecepatan tinggi. Palu pendulum akan melanjutkan ayunan untuk mencapai ketinggian maksimum h' yang lebih rendah dari h (Sukarja, 2013).

Energi yang diserap dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$W = G.R (\cos \beta - \cos \alpha) \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- W = Energi yang diserap (J)
- G = Berat pendulum (N)
- R = Jarak pendulum ke pusat rotasi (m)
- β = Sudut pendulum setelah tabrak benda uji ($^{\circ}$)
- α = Sudut pendulum tanpa benda uji ($^{\circ}$)

Sedangkan kekuatan impact benda uji dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$Ech = \frac{W}{b_i - h_i} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

- Ech = Kekuatan impact (J/mm²)
- W = Energi serap benda uji (J)
- b_i = Lebar benda uji impact (mm)
- h_i = Panjang benda uji impact (mm)

4. Uji Bending

Uji *bending* merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Pengujian *bending* dilakukan untuk mengetahui kekuatan *bending* komposit dengan mengacu pada standar ASTM D 790-02. Dalam pengujian *bending*, spesimen yang berbentuk batang ditempatkan pada dua tumpuan lalu diterapkan beban di tengah tumpuan tersebut dengan laju pembebanan konstan. Pembebanan ini disebut dengan metode *3 point bending* (ASTM D 790).

Kekuatan *bending* atau *modulus of rupture* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

- σ_b = Kekuatan *bending* (kgf/mm²)
- P = Pembebanan *bending* maksimum (kgf)
- L = Panjang span (mm)
- b = Lebar spesimen (mm)
- d = Panjang spesimen (mm)

Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada yang beralamat di jalan Grafika Nomor 2, Senolowo, Sinduadi, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta pada tanggal 1 Agustus 2020.

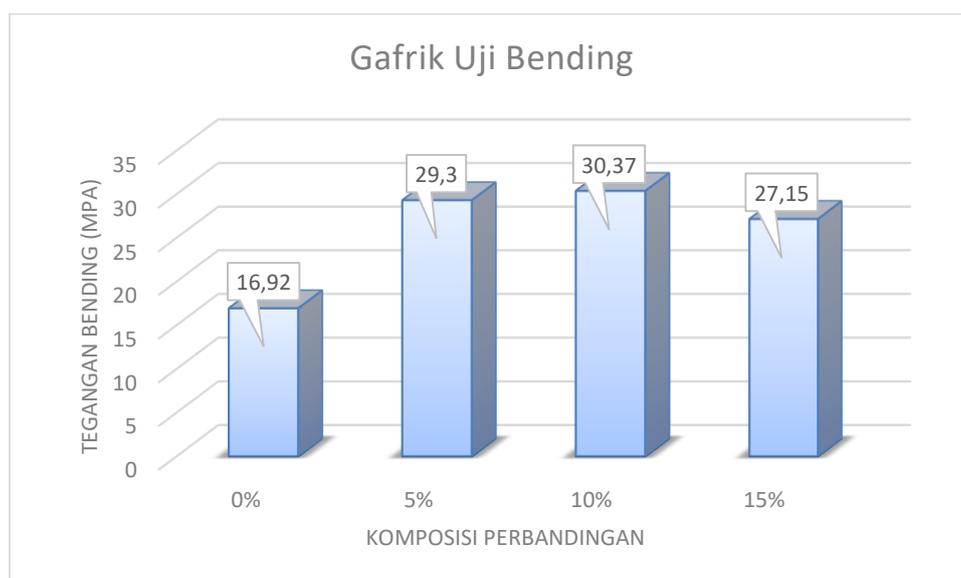
Adapun hasil penelitian mengenai uji bending, uji impact, dan uji tarik adalah sebagai berikut:

1. Uji Bending

Uji *bending* dilakukan dengan mesin uji Torsee's Universal Testing Machine tahun 1987 MFG No. 20647 type AMU-5-DE dengan kapasitas ± 5 tonf. Ukuran spesimen dalam uji *bending* mengacu pada standar ASTM D790 02. Dari pengujian bending ini menghasilkan hasil yang bervariasi seperti yang terlihat pada table 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Uji *Bending* paduan plastik HDPE dengan tepung Trigu

Spesimen		Tebal Spesimen (mm)	Lebar Spesimen (mm)	Jarak Tumpuan (mm)	Pmax (KN)	Tegangan Bending (MPa)	Rata-rata Tegangan Bending (MPa)
PADUAN	Ke						
Paduan 100%:0%	1	8,36	40,24	80	0,61	16,27	16,92
	2	8,19	40,33	80	0,60	16,63	
	3	8,11	40,20	80	0,63	17,87	
Paduan 95%:5%	1	8,35	39,92	80	1,05	28,29	29,3
	2	8,15	39,94	80	1,04	29,40	
	3	8,00	39,96	80	1,03	30,21	
Paduan 90%:10%	1	7,94	39,90	80	0,90	26,83	30,37
	2	7,80	39,99	80	0,97	29,90	
	3	8,28	39,75	80	1,25	34,40	
Paduan 85%:15%	1	7,94	39,96	80	0,85	25,31	27,15
	2	7,71	39,90	80	0,91	28,78	
	3	7,86	39,92	80	0,90	27,37	



Gambar 1. Grafik Hasil Pengujian Bending

Pengujian plastik HDPE 100%:0% tepung Terigu menghasilkan kekuatan *bending* yang berbeda dari ketiga spesimen. Besarnya kekuatan *bending* rata-rata menghasilkan kekuatan sebesar 16,92 MPa. Pengujian plastik HDPE 95%:5% tepung Terigu menghasilkan kekuatan *bending* rata-rata sebesar 29,3 MPa.. Pengujian plastik HDPE 90%:10% tepung Terigu menghasilkan kekuatan *bending* rata-rata sebesar 30,37 MPa. Pengujian plastik HDPE 85%:15% tepung Terigu menghasilkan kekuatan *bending* sebesar 27,15 MPa.

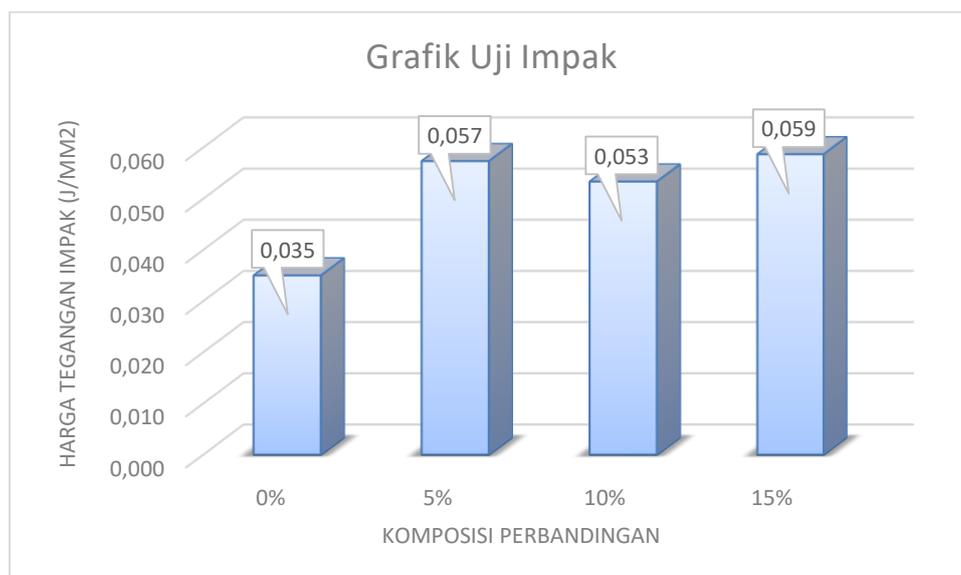
Oleh karena itu, spesimen terbaik untuk bahan dasar pembuatan cover knalpot sepeda motor Beat dari hasil pengujian bending adalah komposit plastik polipropilena 90%:10% tepung sagu.

2. Uji Impak

Uji impak dilakukan dengan mesin uji KARL FRANK GMBH type 53580 Werk-Nr 14373. Ukuran spesimen dalam uji impak mengacu pada standar ISO 179. Hasil pengujian Impak dapat kita lihat pada table 2. Dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Uji Impak Paduan plasik HDPE dengan tepung Terigu

Spesimen		Ke	Sudut Akhir	lebar Penampang (mm)	tebal Penampang (mm)	A ₀ (mm ²)	Energi Impak (J)	Harga Impak (J/mm ²)	Rata-rata Harga Impak (J/mm ²)
PADUAN									
Paduan 100%:0%	1	29,00	5,30	9,72	51,52	1,4	0,027	0,035	
	2	28,50	5,35	9,49	50,77	2,0	0,040		
	3	28,50	5,56	9,57	53,21	2,0	0,038		
Paduan 95%:5%	1	28,50	5,97	9,63	57,49	2,7	0,047	0,057	
	2	28,00	5,92	9,69	57,64	4,0	0,070		
	3	28,50	5,50	9,02	49,61	2,7	0,055		
Paduan 90%:10%	1	28,50	5,84	9,75	46,94	2,7	0,048	0,053	
	2	28,00	5,68	9,33	52,99	2,7	0,051		
	3	28,50	5,85	9,41	55,05	3,4	0,061		
Paduan 85%:15%	1	28,50	5,90	9,09	53,63	4,0	0,075	0,059	
	2	28,00	5,60	9,36	52,42	2,7	0,052		
	3	28,50	5,95	9,31	55,39	2,7	0,049		



Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Impak

Pengujian plastik HDPE 100%:0% tepung Terigu menghasilkan kekuatan impact yang berbeda dari ketiga spesimen. Besarnya kekuatan impact rata-rata sebesar 0,035 J/mm², pengujian HDPE 95%:5% tepung Terigu menghasilkan kekuatan impact rata-rata sebesar 0,057 J/mm², pengujian HDPE 90%:10% tepung Terigu menghasilkan kekuatan impact rata-rata sebesar 0,053 J/mm², dan pengujian HDPE 85%:15% tepung Terigu menghasilkan kekuatan impact rata-rata 0,059 J/mm².

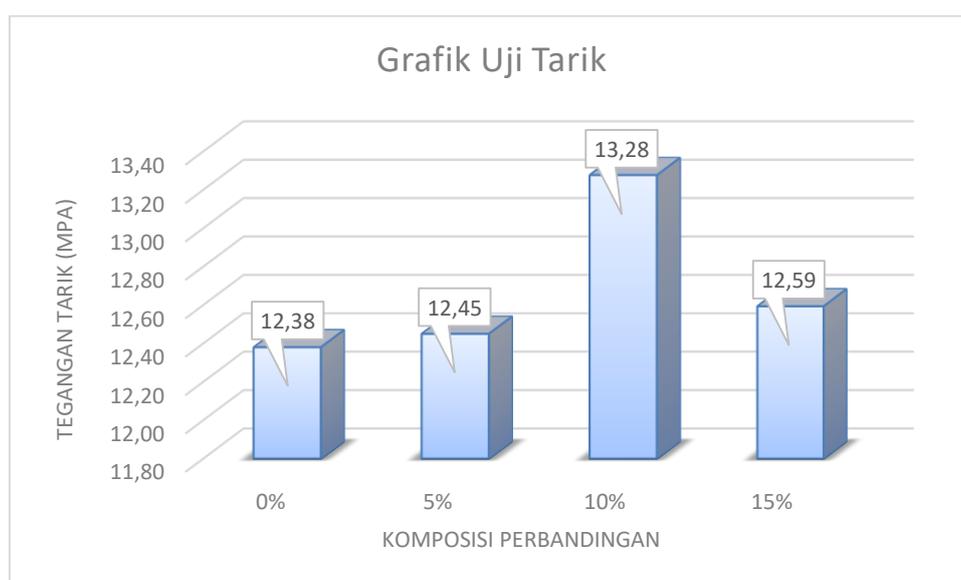
Paduan yang paling baik pada pengujian impact ini adalah paduan plastik HDPE 85%:15% tepung Terigu.

3. Uji Tarik

Uji tarik dilakukan dengan mesin uji Shimadzu Servo Pulser tahun 1987 No. 86839 type EHF-EB20 dengan kapasitas ± 20 ton. Ukuran spesimen dalam uji tarik mengacu pada standar ASTM D638. Hasil pengujian uji Tarik dapat dilihat pada table 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Uji Tarik Paduan plastik HDPE dengan tepung Terigu

PADUAN	Lebar (mm)	Tebal (mm)	ΔL (mm)	Pmax (KN)	Regangan (%)	Tegangan (MPa)	Tegangan rata-rata (MPa)
Paduan 100%:0%	5,39	5,06	0,38	0,39	1,52	14,30	12,38
	5,64	5,10	0,39	0,33	1,56	11,47	
	5,40	5,05	0,38	0,31	1,52	11,37	
Paduan 95%:5%	5,47	4,95	0,19	0,37	0,76	13,66	12,45
	5,42	4,96	1,68	0,34	6,72	12,65	
	5,36	4,90	0,89	0,39	3,56	11,04	
Paduan 90%:10%	5,69	5,04	1,30	0,34	5,2	11,86	13,28
	5,58	4,95	1,69	0,35	6,76	12,67	
	5,48	5,01	1,42	0,42	5,68	15,30	
Paduan 85%:15%	5,48	4,97	1,56	0,39	6,24	14,32	12,59
	5,31	4,88	0,39	0,16	1,56	6,17	
	5,08	5,01	0,73	0,44	2,92	17,29	



Gambar 3. Grafik Hasil Uji Tarik

Pengujian plastik HDPE 100% : 0% tepung Terigu menghasilkan kekuatan tarik yang berbeda dari ketiga spesimen. Besarnya kekuatan tarik rata-rata pada komposisi ini adalah 12,38 MPa, pada pengujian plastik HDPE 95% : 5% tepung Terigu menghasilkan kekuatan tarik rata-rata sebesar 12,45 MPa, pada pengujian plastik HDPE 90% : 10% tepung Terigu menghasilkan kekuatan tarik rata-rata sebesar 13,28 MPa dan pada pengujian plastik HDPE 85% : 15% tepung Terigu menghasilkan kekuatan tarik rata-rata sebesar 12,59 MPa.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa plastik HDPE 90%:10% tepung Terigu memiliki kekuatan tarik paling besar diantara komposit yang lain.

Kesimpulan

Dari ketiga pengujian pada komposisi paduan Plastik HDPE dan tepung terigu dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengujian bending didapatkan nilai uji bending terendah didapatkan pada komposisi paduan 0% tepung terigu dengan nilai kekuatan bending sebesar 16,92 MPa dan kekuatan tertinggi diperoleh pada komposisi paduan 10% tepung terigu dengan nilai sebesar 30,37 MPa.
2. Dari pengujian impak nilai terendah diperoleh pada paduan komposisi perbandingan 0% tepung terigu dengan nilai sebesar 0.035 J/mm², dan nilai impak tertinggi diperoleh pada paduan komposisi 15% tepung terigu dengan nilai sebesar 0,059% J/mm².
3. Dari pengujian Tarik nilai terendah diperoleh pada paduan komposisi perbandingan 0% tepung terigu dengan nilai sebesar 12,38MPa J/mm², dan nilai Tarik tertinggi diperoleh pada paduan komposisi 10% tepung terigu dengan nilai sebesar 12,38 MPa.
4. Berdasarkan hasil pengujian diatas maka terlihat bahwa penambahan tepung terigu mempunyai pengaruh yang baik terhadap kekuatan mekanik dari paduan komposit ini dan komposisi yang optimal sebagai bahan pembuatan cover knalpot motor beat dengan menggunakan paduan 90% HDPE dan 10% tepung terigu.

Daftar Pustaka

- [1] Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian: Suatu PendekatanPraktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- [2] ASTM International. 2002. *Standard Test Method for Flexural Properties of Plastics. D 638 Annual Book of ASTM Standars*. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, United States of America.
- [3] Djaprie, Sriati. 2000. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material. Edisi Keenam*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- [4] Harsi. 2015. *Karakteristik Kekuatan Bending dan Kekuatan Tekan Komposit Serat Hybrid Kapas/Gelas sebagai Pengganti Produk Kayu*. Dinamika Teknik Mesin Vol. 5 No. 2 Fakultas Teknik. Universitas Mataram.
- [5] Sekaran, Uma. 2006. *Metodologi Penelitian untuk Bisnis, Edisi 4, Buku 2*. Jakarta: Salemba Empat.
- [6] Septiana, Ryan. 2017. *Klasifikasi Material dan Sifat-Sifatnya*. Diakses dari: <http://ryanseptiana45.blogspot.co.id/2017/03/klasifikasi-material-teknik-dan-sifat.html>. Pada tanggal 24 April 2020.
- [7] Setiyanto, Indradi dan Agus Hartoko. 2006. *Uji Daya Apung Bahan Polyurethane dan Styrofoam*. Jurnal Sanitek Perikanan Vol. 2 No. 1. Universitas Diponegoro. Semarang.
- [8] Smith W.F., 1993. *Foundation of Materials Science ann Engineering*. Mc Graww Hill, Toronto.
- [9] Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: PT Alfabet.
- [10] Surdia T dan Saito S. 2005. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradnya Paramita.

- [11] Swasana, Anggara Alih. 2014. *Analisa Pengaruh Penambahan Fraksi Berat Serat Gelas terhadap Sifat Mekanis Komposit Matrik Epoxy*. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal.
- [12] Van Vlack. 1991. *Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu Logam dan Bukan Logam)*. Jakarta: Erlangga.
- [13] Wanda Saputra. 2014. *Klasifikasi dan Sifat-Sifat Material*. Diakses dari: <https://wandasaputra93.wordpress.com/2014/10/15/klasifikasi-dan-sifat-sifat-material/>. Pada tanggal 12 juni 2020.