

## Karakterisasi Sifat Mekanik dan Biodegradable Komposit Hibrid Polipropilena dengan Pati Singkong Menggunakan Serat Pinang dan Serat Eceng Gondok

Yazid Reza Hanovantias, Alimin Mahyudin\*

Laboratorium Fisika Material, Departemen Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas  
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

### Info Artikel

#### Histori Artikel:

Diajukan: 17 Maret 2023  
Direvisi: 27 April 2023  
Diterima: 12 Mei 2023

#### Kata kunci:

Degradasi  
Polipropilena  
serat eceng gondok  
serat pinang

#### Keywords:

Degradation  
polypropylene  
areca nut fiber  
water hyacinth fiber

#### Penulis Korespondensi:

Alimin Mahyudin  
Email:  
[aliminmahyudin@sci.unand.ac.id](mailto:aliminmahyudin@sci.unand.ac.id)

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang karakterisasi sifat mekanik dan *biodegradable* komposit hibrid polipropilena dengan pati singkong menggunakan serat pinang dan serat eceng gondok. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan komposit hibrid yang kuat dan ramah lingkungan. Komposisi serat pinang dan eceng gondok divariasikan dengan rasio perbandingan 1:1 sedangkan komposisi matrik yaitu polipropilena, sorbitol dan pati singkong divariasikan dengan rasio perbandingan 8:1:1. Persentase serat yang digunakan setiap sampel yaitu 5%, 10%, 15%, 20% sedangkan persentase matrik yang digunakan yaitu 95%, 90%, 85%, 80%. Pengujian yang dilakukan yaitu kuat tarik, regangan, modulus elastisitas dan uji *biodegradable*. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai kuat tarik dan modulus elastisitas tertinggi yaitu 18,37 Mpa dan 3549 Mpa pada fraksi volume serat 5%. Nilai regangan tertinggi yaitu 0,0064 % pada fraksi volume serat 20%. *Biodegradable* didapatkan hasil sebesar 0,03853% per hari. Maka dari hasil penelitian dapat disimpulkan nilai modulus elastisitas sudah memenuhi standar *dashboard* mobil dan Penelitian ini belum didapatkan fraksi volume serat yang optimum dikarenakan setiap pengujian memiliki kekuatan tertinggi yang berbeda pada setiap komposisi seratnya.

*Research has been conducted on the characterization of mechanical properties and biodegradable polypropylene hybrid composites with cassava starch using areca nut and water hyacinth fibers. This study aims to produce hybrid composites that are strong and environmentally friendly. The composition of areca nut and water hyacinth fiber was varied with a ratio of 1:1 while the matrix composition, namely polypropylene, sorbitol and cassava starch was varied with a ratio of 8:1:1. The percentage of fiber used for each sample is 5%, 10%, 15%, 20% while the percentage of the matrix used is 95%, 90%, 85%, 80%. The tests carried out were tensile strength, strain, elastic modulus and biodegradable tests. Based on the research results, the highest tensile strength and modulus of elasticity values were 18.37 MPa and 3549 MPa at 5% fiber volume fraction. The highest strain value is 0.0064% at 20% fiber volume fraction. Biodegradable results obtained by 0.03853% per day. So from the results of the study it can be concluded that the value of the elastic modulus meets the car dashboard standards and this research has not yet obtained the optimum fiber volume fraction because each test has a different highest strength in each fiber composition.*

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan material komposit berbahan logam dapat tergantikan dengan dibuatnya komposit serat alam dan komposit serat sintetis. Komposit serat alam merupakan komposit yang didapatkan dari tumbuh-tumbuhan dan matrik sebagai pengikat sedangkan komposit serat sintetis merupakan komposit yang dilapisi oleh penguat buatan dan matrik sebagai pengikat. Inovasi ini dapat dikembangkan karena komposit berbahan logam menimbulkan oksidasi yang dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan (Leonard, 2015). Komposit dengan serat alam lebih ramah lingkungan karena mampu terdegradasi secara alami serta harga serat lebih murah dibandingkan serat sintetis (Thakur, 2017). Penggunaan serat alam sebagai penguat pada komposit terkadang memiliki kelemahan yaitu kekuatannya lebih rendah dari serat sintetis. Kelemahan serat alam tersebut dapat diatasi dengan cara dibuat komposit hibrid (Faruk *et al.*, 2013).

Komposit hibrid merupakan komposit yang terdiri dari lapisan penguat berupa dua atau lebih jenis serat dengan matriks yang sama (Sukarja, 2015). Komposit hibrid lebih diuntungkan karena memiliki kestabilan termal dan kekuatan lebih baik (Ferrante *et al.*, 2015). Komposit hibrid berupa penggabungan antara serat sintetis dengan sintetis, serat alam dengan sintetis, dan serat alam dengan serat alam. Komposit sintetis dibentuk menggunakan serat buatan seperti rayon, dakron dan nilon sedangkan komposit serat menggunakan bahan serat alam seperti serat pisang, eceng gondok dan serat pinang (Deborah, 2010).

Serat eceng gondok merupakan penguat komposit yang lebih potensial karena ketersediaan yang banyak di Indonesia (Prasetyaningrum and Rokhati, 2009). Kandungan serat yang banyak dan ulet membuat eceng gondok berpotensi untuk dikembangkan dalam bidang komposit berbasis serat alam (Putri and Mahyudin, 2019). Penggunaan eceng gondok saat ini dibuat dalam industri kecil seperti kerajinan tangan. Penggunaan eceng gondok sebagai penguat komposit dapat membantu mengurangi pencemaran pada lingkungan (Anggriani, 2018). Serat pinang merupakan serat yang banyak terdapat di Indonesia sehingga hasil alam berupa pinang lebih mudah ditemui. Mengingat pemanfaatan serat pinang sedikit, maka perlu ada inovasi untuk pemanfaatan serat pinang seperti pembuatan komposit alam. Pemanfaatan serat pinang masih dikembangkan karena serat pinang selain mudah didapat, juga dapat mengurangi polusi sehingga mampu mengatasi permasalahan lingkungan. Adapun keuntungan lain komposit berbasis serat pinang yaitu modulus elastis yang tinggi, densitas rendah dan dapat di daur ulang (Fahmi, 2018).

Pati merupakan bahan alam terbaharui yang banyak digunakan sebagai matrik. Sumber pati yang baik digunakan yaitu pati singkong (Jasruddin, 2015). Tepung tapioka merupakan pati murni yang diperoleh dari ekstraksi penggilingan singkong. Keunggulan dari pati singkong adalah lebih tahan lama, pembuatannya mudah dan ketersediaannya juga banyak (Akbar, 2013). Pati singkong diteliti memiliki kadar amilosa berkisar antara 12,28% - 27,38% dan kadar amilopektin berkisar antara 72,61% - 87,71%. kadar amilosa berpengaruh terhadap kekuatan komposit hibrid, sedangkan kadar amilopektin memberikan sifat lengket yang optimal. Berdasarkan data tersebut potensi pati singkong sangat besar untuk dikembangkan sebagai bahan baku komposit hibrid (Suryana, 2018).

Beberapa peneliti telah dilakukan mengenai karakterisasi sifat mekanik dan biodegradasi komposit hibrid menggunakan polipropilena. (Mahyudin, 2020) telah melakukan penelitian sifat mekanik dan biodegradasi komposit campuran polimer yang diperkuat serat pinang. Hasil yang didapatkan nilai kuat tarik tertinggi yaitu 19 Mpa terdapat pada persentase serat pinang 3%, sedangkan nilai biodegradasi tertinggi yaitu 0,0057%/hari terdapat pada persentase serat pinang 9%. (Yoniza and Mahyudin, 2020) telah melakukan penelitian pengaruh penambahan serat pinang dan serat eceng gondok terhadap sifat mekanik komposit hibrid polipropilena dengan pati talas. Hasil yang didapatkan nilai kuat tarik masih rendah dan belum memenuhi standar *dashboard* mobil, sedangkan nilai biodegradasi tertinggi yaitu 0,03027%/hari dengan persentase serat pinang dan serat eceng gondok 3,75% : 1,25%. Peneliti selanjutnya dilakukan oleh (Putri and Mahyudin, 2019) dengan menggabungkan serat pinang dan eceng gondok pada matriks epoksi. Hasil yang didapatkan nilai kuat tarik sudah memenuhi standar *dashboard* mobil yaitu 27,93 Mpa dengan persentase serat pinang dan serat eceng gondok 5% : 5%, sedangkan nilai biodegradasi tertinggi yang didapatkan yaitu 0,0102%/hari dengan persentase serat pinang dan serat eceng gondok 20% : 20%.

Penelitian ini dibuat menggunakan metode *hand lay-up*. Metode *hand lay-up* merupakan proses pelapisan serat dengan matrik yang dilakukan secara manual. Parameter uji yang dilakukan adalah pengujian kuat tarik, regangan, modulus elastisitas dan uji biodegradable.

## II. METODE

### 2.1 Persiapan Dan Pembuatan Komposit

Serat pinang didapatkan di wilayah Pariaman dan serat eceng gondok didapatkan di wilayah Dhamasraya. Serat direndam dalam larutan alkali NaOH 5% selama 2 jam kemudian serat dibilas dengan air untuk menghilangkan kandungan NaOH yang tersisa. Serat dijemur dibawah sinar matahari selama 1 jam lalu dilanjutkan dengan menggunakan oven bersuhu 40°C selama 1 jam untuk menghilangkan kadar air yang tersisa. Selanjutnya serat dipotong dengan panjang 3 mm.

Polipropilena dipanaskan di atas *hot plate* yang bersuhu 230°C selama 30 menit. Pati singkong dan sorbitol dicampurkan dengan polipropilena yang sudah mencair di *hot plate* lalu ditambahkan dengan serat pinang dan serat eceng gondok dan diaduk hingga tercampur merata. Setelah tercampur merata lalu dituangkan pada cetakan berukuran 16,5 cm x 2 cm x 0,5 cm untuk uji kuat tarik dan ukuran 5 cm x 5 cm x 0,5 cm untuk uji biodegradable. Sampel ditunggu hingga benar-benar kering sekitar 15 menit, Setelah sampel kering, sampel dikeluarkan dari cetakan. Selanjutnya sampel didiamkan selama 20 hari supaya benar-benar keras. Setelah sampel keras, sampel siap untuk diuji.

### 2.2 Pengujian Dan Pengambilan Data

#### 2.2.1 Kuat Tarik

Uji tarik merupakan metode pengujian bahan mekanis yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tarik. Pengujian kuat tarik menggunakan skema spesimen sesuai standar ASTM D638-14. Mula-mula luas penampang sampel dihitung dan dicatat. pengujian kuat tarik dilakukan menggunakan universal testing machine (UTM) dengan meletakkan spesimen uji pada grip mesin uji tarik kemudian sampel ditarik secara vertikal hingga benar-benar patah. Hasil gaya tarik dapat dilihat pada layar monitor dan dihitung menggunakan Persamaan (1):

$$\sigma_t = \frac{F_t}{A_t} \quad (1)$$

Dengan  $\sigma_t$  adalah kuat tarik (kg/cm<sup>2</sup>),  $F_t$  adalah gaya tarik tegak lurus terhadap permukaan (kg), dan  $A_t$  adalah luas bidang spesimen yang ditarik (cm<sup>2</sup>).

#### 2.2.2 Regangan

Regangan merupakan perubahan pada ukuran benda karena gaya dalam kesetimbangan dibandingkan dengan ukuran semula. Mula-mula panjang sampel diukur menggunakan penggaris. Setelah dilakukan pengujian panjang sampel diukur kembali dan dikurangi dengan panjang sebelum dilakukan pengujian untuk melihat pertambahan panjang sampel. Selanjutnya Regangan dapat dihitung menggunakan Persamaan (2):

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad (2)$$

Dengan  $\varepsilon$  adalah regangan (%),  $\Delta l$  adalah perubahan panjang spesimen (cm), dan  $l$  adalah panjang spesimen (cm).

#### 2.2.3 Modulus Elastisitas

Modulus Elastisitas adalah kemampuan suatu bahan untuk kembali ke bentuk semula setelah gaya yang diberikan pada benda itu dihentikan. Modulus elastisitas didapatkan dari hasil pembagian kuat tarik dan regangan. Modulus elastisitas dapat dihitung menggunakan Persamaan (3):

$$E = \frac{\sigma_t}{\varepsilon} \quad (3)$$

Dengan  $E$  adalah modulus elastisitas (kg/cm<sup>2</sup>).

### 2.2.4 Biodegradasi

Biodegradasi merupakan pengujian yang dilakukan untuk menentukan pengurangan massa sampel. Uji biodegradasi dilakukan dengan cara menimbang massa sampel terlebih dahulu sebagai massa awal. Sampel kemudian dikubur di dalam tanah selama 40 hari. Setelah dikubur massa sampel ditimbang lagi untuk melihat pengurangan massa yang terjadi. Persentase kehilangan massa dapat dihitung menggunakan Persamaan (4):

$$\text{Persen massa} = \frac{m_i - m_f}{m_i} \times 100 \% \quad (4)$$

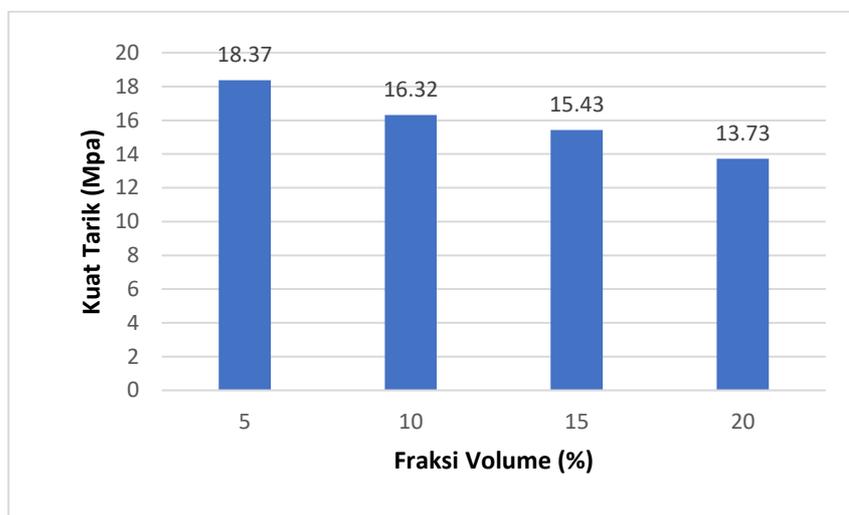
Dengan  $m_i$  adalah massa sampel sebelum proses biodegradasi (gram),  $m_f$  adalah massa sampel setelah proses biodegradasi (gram). Secara matematis degradabilitas dapat dihitung menggunakan Persamaan (5):

$$\text{Degradasi} = \frac{\text{Persen massa}}{\text{waktu}} \quad (5)$$

## III. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1 Kuat Tarik

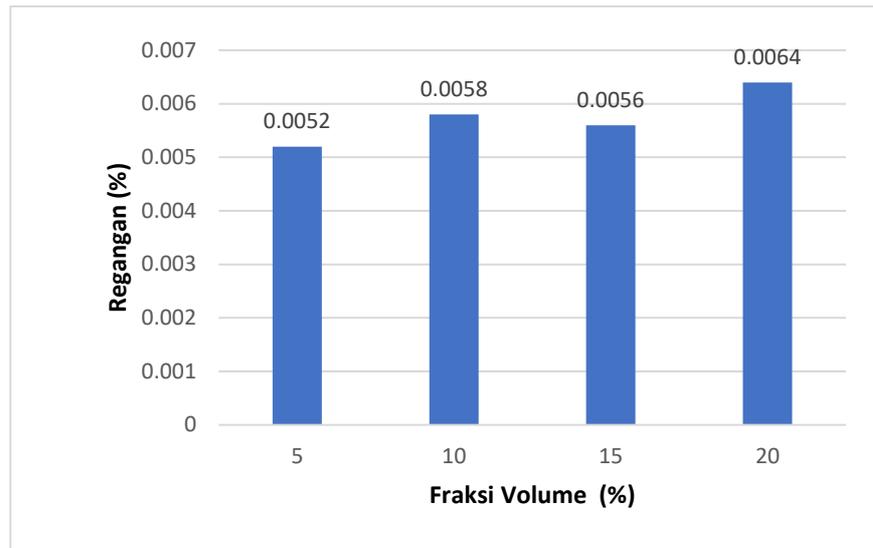
Pada Gambar 1 terlihat bahwa nilai kuat tarik mengalami penurunan seiring bertambahnya fraksi volume serat. Kekuatan tarik tertinggi terdapat pada fraksi volume 5% yaitu sebesar 18,37 MPa dan kekuatan tarik terendah terdapat pada fraksi volume 20% sebesar 13,73 Mpa. Apabila dibandingkan dengan nilai kekuatan tarik dari *dashboard* mobil yang memiliki standar kuat tarik yaitu sebesar 20-40 MPa (Omnexus.specialchem.com), maka dapat disimpulkan bahwa penelitian ini belum memenuhi standar plastik yang digunakan untuk *dashboard* mobil. Ini disebabkan karena pada proses pemanasan polimer penyusunan serat yang terlalu banyak mengakibatkan transfer panas terhambat ke seluruh bagian sehingga menimbulkan *void* atau gelembung udara kecil yang terdapat pada sampel yang menyebabkan bagian sampel berlobang.



Gambar 1 Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kuat Tarik Komposit

### 3.2 Regangan

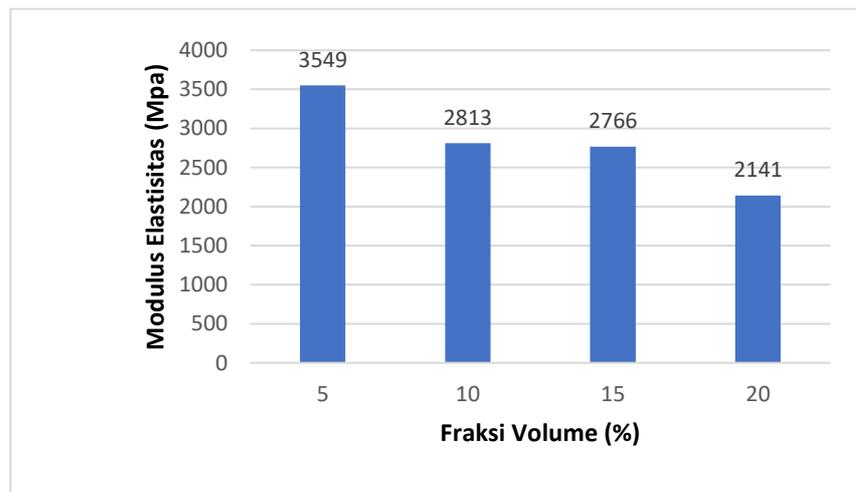
Gambar 2 menunjukkan hubungan fraksi volume serat terhadap nilai regangan rata-rata pada komposit. Pada fraksi volume serat 10% menuju 15% mengalami penurunan nilai regangan sedangkan untuk fraksi volume serat 15% menuju 20% mengalami peningkatan nilai regangan secara signifikan. Keadaan ini mengakibatkan regangan tidak berbanding lurus dengan arah fraksi volume serat yang mengalami kenaikan nilai regangan. Nilai regangan tertinggi yaitu 0,0064% terdapat pada fraksi volume serat 20% sedangkan untuk nilai regangan terendah yaitu 0,0052% terdapat pada fraksi volume serat 5%.



Gambar 2 Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Regangan Komposit

### 3.3 Modulus Elastisitas

Uji modulus elastisitas merupakan pengujian yang dilakukan dengan tujuan untuk mengukur seberapa elastis suatu bahan jika diberi gaya dalam waktu tertentu. Perhitungan modulus elastisitas diperoleh dari nilai kuat tarik dan nilai regangan. Gambar 3 menunjukkan hubungan fraksi volume serat terhadap nilai modulus elastisitas komposit. Data pada gambar memperlihatkan bahwa nilai modulus elastisitas mengalami penurunan setiap bertambahnya fraksi volume serat.



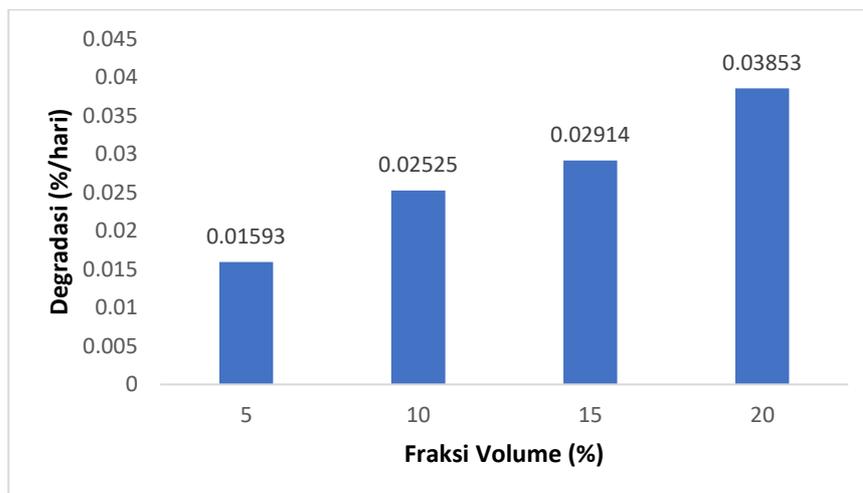
Gambar 3 Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Modulus Elastisitas

Nilai modulus elastisitas tertinggi yaitu 3549 Mpa terdapat pada fraksi volume serat 20% sedangkan nilai modulus elastisitas terendah yaitu 2141 Mpa terdapat pada fraksi volume serat 5%. Gambar memperlihatkan bahwa nilai modulus elastisitas sebanding dengan nilai kuat tarik dan berbanding terbalik dengan nilai regangan. Jika nilai kuat tarik diperbesar maka nilai modulus elastisitas juga akan bertambah dan begitu juga terjadi sebaliknya. Hasil perhitungan modulus elastisitas lebih besar jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan (Yoniza and Mahyudin, 2020) yang menghasilkan nilai modulus elastisitas sebesar 1355,36 Mpa pada fraksi volume serat 5%. Berdasarkan standar SNI modulus elastisitas pembuatan *dashboard* mobil yaitu (1- 2,5) GPa maka modulus elastisitas dari hasil penelitian ini sudah memenuhi standar *dashboard* mobil.

### 3.4 Biodegradasi

Pengujian biodegradasi dilakukan untuk mengetahui laju perubahan massa komposit setelah proses penguburan. Pengujian dilakukan dengan cara mengubur sampel di dalam tanah dalam rentang waktu 40 hari. Sebelum sampel dikubur, massa sampel ditimbang terlebih dahulu sebagai massa awal.

Setelah dikubur selama 40 hari kemudian massa sampel ditimbang lagi sebagai massa akhir. Berdasarkan hasil perhitungan maka dapat diperoleh data pada Gambar 4.



**Gambar 4** Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Biodegradasi

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan laju degradasi seiring bertambahnya fraksi volume serat. Laju degradasi tertinggi yaitu 0,03853 %/hari terdapat pada fraksi volume serat 20 % sedangkan laju degradasi terendah yaitu 0,01593 %/hari terdapat pada fraksi volume serat 5 %. Gambar menunjukkan tidak ada perubahan laju degradasi secara signifikan. Keadaan ini dipengaruhi oleh penjumlahan pati dan serat yang hampir seimbang pada masing-masing sampel. Laju degradasi terjadi karena adanya mikroba yang terurai, mikroba ini sangat berperan penting dalam laju degradasi karena mikroba menyukai kandungan selulosa pada serat. Selain itu untuk memaksimalkan laju degradasi, sampel ditambahkan dengan pati singkong. Penggunaan pati singkong juga dapat membantu laju degradasi dikarenakan pati singkong mengandung banyak karbohidrat yang juga disukai oleh mikroba. Faktor lain yang dapat mempengaruhi yaitu kelembaban tanah, dengan kondisi ini dapat membantu mikroba untuk berkembangbiak.

#### IV. KESIMPULAN

Nilai kuat tarik berkurang seiring bertambahnya jumlah serat. nilai kuat tarik tertinggi yaitu 18,37 Mpa terdapat pada fraksi volume serat 5 % . Nilai modulus elastisitas tertinggi yaitu 3549 Mpa terdapat pada fraksi volume serat 5 % dan mengalami penurunan seiring bertambahnya fraksi volume serat. Penggunaan serat yang banyak dapat meningkatkan laju degradasi komposit. Penelitian ini belum didapatkan fraksi volume serat yang optimum dikarenakan setiap pengujian memiliki kekuatan tertinggi yang berbeda pada setiap komposisi seratnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, F. (2013), "Pengaruh Waktu Simpan Film Plastik Biodegradasi dari Pati Kulit Singkong Terhadap Sifat Mekanik", *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol. 2 No. 2, pp. 11–15.
- Anggriani, D. (2018), "Pembuatan Papan Komposit Bahan Serbuk Ampas Tebu dan Serat Eceng Gondok Matriks Polipropilene", *Jurnal Sainia Fisika*, Vol. 11 No. 2, pp. 123–130.
- Deborah, C. (2010), *Composite Materials, Science and Applications 2*, 2nd ed., springer, London.
- Fahmi, H. (2018), "Thermal Shock Resistance dari Epoxy yang Diperkuat Serat Pinang terhadap Kekuatan Bending dan Energi Impak Thermal Shock Resistance of Epoxy Reinforced Fiber Betel Nut Against the Strength of Bending and Impact Energy", *Jurnal Teknik Mesin ITP*, Vol. 8 No. 1, pp. 45–50.
- Faruk, O., Bledzki, A.K., Fink, H.P. and Sain, M. (2013), "Biocomposites Reinforced with Natural Fibers", *Progress in Polymer Science*, Elsevier Ltd, Vol. 37 No. 11, pp. 1552–1596.
- Ferrante, L., Tirillò, J., Sarasini, F., Touchard, F., Ecault, R., Vidal Urriza, M.A., Chocinski-Arnault, L., et al. (2015), "Behaviour of Woven Hybrid Basalt-Carbon/Epoxy Composites Subjected to

- Laser Shock Wave Testing: Preliminary Results”, *Composites Part B: Engineering*, Vol. 78, pp. 162–173.
- Jasruddin, S. (2015), “Sintesis Komposit Bioplastic Berbahan Dasar Tepung Tapioka dengan Penguat Serat Bambu”, *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, Vol. 11 No. 2, pp. 179–184.
- Leonard, J. (2015), “Application of Epoxy Resin Composite with Fiber Imperata Cylindrica for Multi Purpose Van Car Bumper”, *Jurnal Mekanikal*, Vol. 6 No. 1, pp. 602–607.
- Mahyudin, A. et al. 2020, ‘Mechanical Properties and Biodegradability of Areca Nut Fiber Reinforced Polymer Blend Composites’, *Evergreen*, 7(3), pp. 366–372.
- Prasetyaningrum, A. and Rokhati, N. (2009), “Optimasi Proses Pembuatan Serat Eceng Gondok untuk Menghasilkan Komposit Serat dengan Kualitas Fisik dan Mekanik yang Tinggi”, *Riptek*, Vol. 3 No. 1, pp. 45–50.
- Putri, L.D. and Mahyudin, A. (2019), “Analisis Pengaruh Persentase Volume Serat Eceng Gondok dan Serat Pinang Terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradasi Komposit Hibrid Matrik Epoksi”, *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 8 No. 3, pp. 288–294..
- Sukarja, H. (2015), “Studi Sifat Mekanik Komposit Hibrid Epoksi Serbuk Kulit Telur Ayam Buras dan Serat Gelas”, *Jurnal Teknik Mesin Untirta*, Vol. 1 No. 1, pp. 9–13.
- Suryana, D. (2018), “Pengaruh Komposisi Komposit Serat-Serat Eceng Gondok dan Pasir Silika Terhadap Uji Impact dan Uji Tarik Untuk Point Panjat Dinding”, *Jurnal Austenit*, Vol. 10 No. 2, pp. 56–60.
- Thakur, V.K. (2017), *Hybrid Polymer Composite Material*, Woodhead Publishing, New Delhi.
- Yoniza, Y. and Mahyudin, A. (2020), “Analisis Pengaruh Komposisi Serat Pinang dan Serat Eceng Gondok terhadap Sifat Mekanik Komposit Hibrid Polipropilena dengan Pati Talas”, *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 9 No. 1, pp. 24–30..