

# Analisa *Tensile Strength* Komposit Serat Kulit Pohon Waru dengan Kombinasi Serat Karbon Kevlar Sebagai Material *Reinforcement*

Handry Stefan Enus<sup>1</sup>, Gatot Soebiyakto<sup>2</sup>, Arief Rizki Fadhillah<sup>3\*</sup>, Dadang Hermawan<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Widya Gama

<sup>2,3,4</sup>Program Studi D3 Mesin Otomotif, Universitas Widya Gama

<sup>1,2,3,4</sup>Jln. Taman Borobudur Indah No. 3, Kota Malang, 65142, Indonesia

E-mail: [arfadris11@gmail.com](mailto:arfadris11@gmail.com)<sup>1</sup>, [soebiyakto@widyagama.ac.id](mailto:soebiyakto@widyagama.ac.id)<sup>2</sup>, [arief.rizki.f@widyagama.ac.id](mailto:arief.rizki.f@widyagama.ac.id)<sup>3</sup>, [dadang@widyagama.ac.id](mailto:dadang@widyagama.ac.id)<sup>4</sup>

## Abstrak

### Info Naskah:

Naskah masuk: 6 Mei 2023

Direvisi: 29 Mei 2023

Diterima: 29 Mei 2023

Dalam meningkatkan kekuatan tarik dari komposit serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) perlu adanya kombinasi *reinforcement* yang digunakan dalam material komposit. Salah satu material *reinforcement* yang dapat dikombinasikan adalah serat karbon kevlar. Serat karbon kevlar memiliki beberapa kelebihan, antara lain: *density* rendah, menyerap getaran dengan baik, memiliki ketahanan terhadap larutan kimia. Tujuan Khusus penelitian ini adalah mengetahui tegangan regangan maksimum, modulus elastisitas, dan analisa patahan komposit serat kulit pohon waru dengan kombinasi serat karbon kevlar sebagai material *reinforcement*. Variabel bebas pada penelitian yaitu membandingkan komposit dengan material *reinforcement* yang digunakan berbeda, antara lain: 100% serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*), 100% serat karbon kevlar, serat kombinasi 50% kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) dan 50% karbon kevlar. Proses pembuatan komposit menggunakan metode *vacuum infusion resin* dengan spesimen mengacu pada standar ASTM D638-03 tipe I. Hasil dari penelitian ini yaitu dengan mengkombinasikan serat karbon kevlar sebagai material *reinforcement* dapat meningkatkan sifat mekanik dari segi kekuatan tarik dari komposit serat kulit pohon waru.

## Abstract

### Keywords:

composite;

waru bark fiber;

kevlar carbon fiber;

reinforcement;

tensile strength;

In increasing the tensile strength of the waru tree bark fiber composite (*Hibiscus tiliaceus*), it is necessary to have a combination of reinforcement used in the composite material. One of the reinforcement materials that can be combined is carbon fiber kevlar. Kevlar carbon fiber has several advantages, including low density, absorbing vibrations well, and it is resistant to chemical solutions. The specific objectives of this study were to determine the maximum strain stress, modulus of elasticity, and fracture analysis of hibiscus bark fiber composites with a combination of kevlar carbon fiber as a reinforcement material. The independent variable in the study was comparing the composite with the different reinforcement materials used, including 100% hibiscus (*Hibiscus tiliaceus*) bark fiber, 100% kevlar carbon fiber, 50% combination fiber of hibiscus (*Hibiscus tiliaceus*) bark, and 50% kevlar carbon. The process of making composites uses the vacuum infusion resin method with specimens referring to the ASTM D638-03 type I standard. The results of this study are that combining kevlar carbon fiber as a reinforcement material can improve the mechanical properties in terms of the tensile strength of the hibiscus tree bark fiber composite.

### \*Penulis korespondensi:

Arief Rizki Fadhillah

E-mail: [arief.rizki.f@widyagama.ac.id](mailto:arief.rizki.f@widyagama.ac.id)

## 1. Pendahuluan

Teknologi dan industri berkembang sangat pesat yang salah satunya adalah teknologi dalam bidang material. Hal ini menyebabkan terdapatnya peningkatan kebutuhan material dengan karakteristik yang hampir sepadan dengan logam dalam memenuhi kebutuhan material di dunia industri [1]. Salah satu material yang saat ini sedang banyak dikembangkan adalah material komposit [2]. Komposit merupakan material yang terdiri dari *reinforcement* dan *matriks*. *Reinforcement* dalam komposit memiliki fungsi sebagai penguat, sehingga material dari *reinforcement* harus memiliki modulus elastisitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan matriks [3]. Sedangkan *matriks* berfungsi sebagai pengikat *reinforcement*. Selain itu, *matriks* juga memiliki fungsi sebagai media transfer beban kepada *reinforcement* pada saat komposit menerima beban [4]. Pada saat ini banyak dikembangkan komposit dengan *matriks* resin sintesis dan *reinforcement* menggunakan serat alam. Salah satunya adalah komposit serat kulit pohon waru [5]. Komposit ini menggunakan serat kulit pohon waru sebagai *reinforcement* yang dikombinasikan dengan resin sintesis sebagai *matriks* [6].

Dalam pengembangan material komposit serat kulit pohon waru telah dilakukan beberapa penelitian yang menunjukkan adanya potensi dari segi kekuatan tarik dan dampak [7]. Berdasarkan hasil penelitian tentang karakteristik komposit serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*) dengan jenis resin sintesis terhadap kekuatan tarik dan patahan komposit diperoleh kekuatan tarik sebesar 247.81 - 327.12 MPa. Kekuatan tarik yang dihasilkan dari komposit serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*) tersebut menggunakan model *reinforcement* berorientasi *unidirectional* [5]. Sedangkan dari hasil penelitian tentang pengaruh penambahan serbuk alumina ( $Al_2O_3$ ) pada resin polyester BTQN 157 terhadap kekuatan dampak komposit serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*) diperoleh kekuatan dampak komposit sebesar 73.41 - 90.98 Joule/mm<sup>2</sup> [8]. Dari hasil penelitian tersebut, maka dapat dilihat bahwa komposit serat waru (*hibiscus tiliaceus*) memiliki potensi yang sangat baik untuk menjadi material alternatif yang dapat mendekati dengan material logam terutama logam *non ferrous*.

Dalam meningkatkan kekuatan tarik dari komposit serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*) perlu adanya kombinasi *reinforcement* yang digunakan dalam material komposit tersebut. Karakteristik dari serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*) sebagai *reinforcement* yang memiliki bentuk lembaran dan memiliki pori-pori yang tidak seragam antara serat yang menyebabkan komposit tidak mampu menerima beban secara merata, sehingga mengakibatkan komposit serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*) kurang maksimal dalam menerima beban tarik dan dampak [5][8][9][10]. Serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*) memiliki kekuatan tarik serat tunggal sebesar 152.77-207.30 Mpa [10]. Berdasarkan spesifikasi dan kelemahan yang dimiliki oleh serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*) sebagai material *reinforcement* komposit, maka perlu adanya kombinasi material *reinforcement* yang dapat meningkatkan sifat mekanik dari komposit serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*). Salah satu material *reinforcement* yang dapat

dikombinasikan dengan serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*) adalah serat karbon kevlar.

Serat karbon kevlar atau serat aramid merupakan material yang berasal dari *polyamide* atau *nylon* melalui proses reaksi kimia antara heksametilen diamin dengan asam adipat [11]. Serat karbon kevlar memiliki beberapa kelebihan, antara lain: *density* rendah, menyerap getaran dengan baik, memiliki ketahanan terhadap larutan kimia [12][13][14]. Selain itu, serat karbon kevlar memiliki struktur yang kuat dan keras, material yang ringan, dan mampu menahan panas hingga 370°C. Serat ini memiliki kemampuan dalam menerima beban tarik yang cukup tinggi, sehingga dapat digunakan untuk produk-produk yang memiliki spesifikasi sifat mekanik yang tinggi [15][16]. Spesifikasi serat karbon kevlar berdasarkan hasil penelitian, antara lain: *tensile strength* sebesar 3400-3792 MPa, *tensile modulus* sebesar 62-286 GPa, *density* sebesar 1.44-1.47, dan *tensile elongation* sebesar 2.0-4.0% [15]. Dari kelebihan dan spesifikasi dari serat karbon kevlar, maka serat ini dapat digunakan untuk material kombinasi *reinforcement* dari komposit serat kulit pohon waru, sehingga dapat meningkatkan sifat mekanik dari komposit serat kulit pohon waru.

Berdasarkan ulasan dan beberapa hasil penelitian terdahulu di atas, maka perlu adanya penelitian yang terfokus pada peningkatan sifat tarik komposit dengan mengkombinasikan material *reinforcement* yaitu serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*) dan serat karbon kevlar. Permasalahan yang akan diteliti adalah “analisa *tensile strength* komposit serat kulit pohon waru dengan kombinasi sebagai material *reinforcement*”. Tujuan Khusus penelitian ini adalah mengetahui tegangan regangan maksimum, modulus elastisitas, dan analisa patahan komposit serat kulit pohon waru dengan kombinasi serat karbon kevlar sebagai material *reinforcement*. Urgensi dari penelitian ini adalah meningkatkan sifat mekanik komposit serat kulit pohon waru dari segi kekuatan tarik dengan cara mengkombinasikan dua material *reinforcement* yaitu serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*) dan serat karbon kevlar. Hal ini diharapkan dengan menambahkan material *reinforcement* berupa serat karbon kevlar akan mampu meningkatkan kekuatan tarik komposit serat kulit pohon waru, hal ini dikarenakan serat karbon kevlar memiliki spesifikasi sifat mekanik yang cukup baik [15][16].

## 2. Metode

Metode yang digunakan di dalam penelitian ini adalah metode studi eksperimental. Penelitian ini dilakukan pada dua Laboratorium, antara lain: Laboratorium Metalurgi Fisik Universitas Widyagama Malang yang digunakan untuk pembuatan spesimen dan Laboratorium Pengujian Bahan Politeknik Negeri Malang yang digunakan untuk proses pengujian tarik komposit. Pada penelitian ini terdapat 3 variabel penelitian, antara lain:

### a) Variabel bebas

Dalam penelitian ini memiliki variabel bebas yaitu jenis serat yang digunakan sebagai material *reinforcement* komposit, antara lain: 100% serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*), 100% serat karbon kevlar, serat kombinasi 50%

kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) dan 50% karbon kevlar.

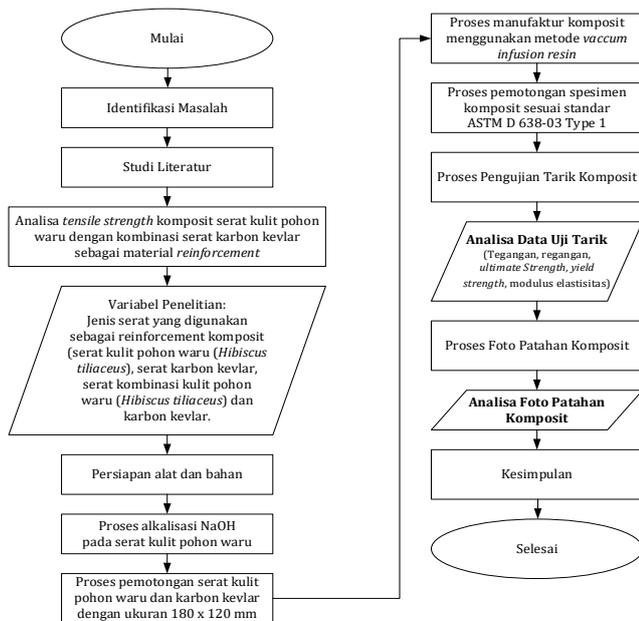
**b) Variabel terikat**

Dalam penelitian ini memiliki variabel terikat yang menjadi fokus untuk dilakukan analisa data, antara lain: regangan tegangan komposit, *ultimate Strength composite*, *yield strength*, modulus elastisitas, dan analisa patahan komposit.

**c) Variabel terkontrol**

Dalam penelitian ini memiliki variabel terkontrol untuk mengendalikan proses penelitian sesuai dengan prosedur atau standar yang telah ditetapkan, antara lain: material *reinforcement* yang digunakan adalah serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) dan serat karbon kevlar, model anyaman *reinforcement* menggunakan model anyaman plain, matrik yang digunakan adalah resin bisphenol LP-1Q EX, komposisi resin yang digunakan (resin 100 gram, mekpo 0.4 gram, promoter 0.6 gram), jumlah resin setiap variasi sebesar 400 ml, spesimen uji tarik menggunakan standar ASTM D638-03 tipe I, komposit menggunakan fraksi massa dengan perbandingan *reinforcement* 60 : *matrix* 40, serat kulit pohon waru dilakukan proses alkalisasi menggunakan larutan NaOH selama 120 menit, komposisi larutan alkali NaOH 6% yaitu aquades 938.8 gram dan NaOH 61.2 gram, metode manufaktur komposit menggunakan metode *vacuum infusion resin*, tekanan vakum pada metode *vacuum infusion resin* sebesar -70 atm, model arah aliran resin pada metode *vacuum infusion resin* yaitu 1 *input* dan 1 *output*, dan jumlah layer setiap specimen sebanyak 14 layer.

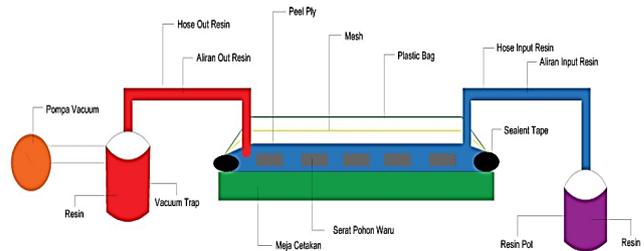
Tahapan dan prosedur dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1 yang menjelaskan diagram alir dan proses dari awal sampai akhir penelitian dilaksanakan.



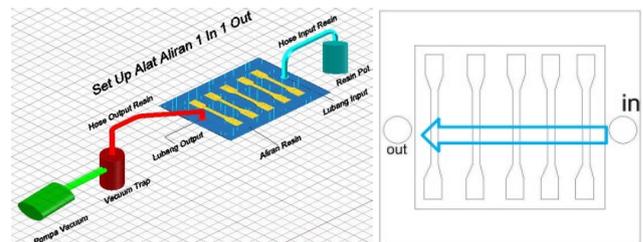
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Proses manufaktur komposit dengan variasi 100% serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*), 100% serat karbon

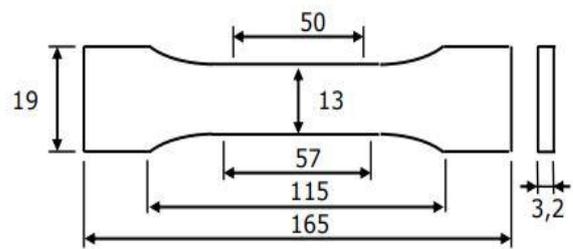
kevlar, serat kombinasi 50% kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) dan 50% karbon kevlar ini menggunakan metode *vacuum infusion resin* dengan tekanan vakum sebesar -70 atm dan arah aliran resin yang digunakan 1 input 1 output. Skema metode *vacuum infusion resin* dan arah aliran resin dapat dilihat pada gambar 2 dan gambar 3. Komposit yang telah selesai dilakukan proses manufaktur, selanjutnya dibentuk sesuai spesimen uji tarik dengan standar ASTM D638-03 Type 1 seperti pada gambar 4.



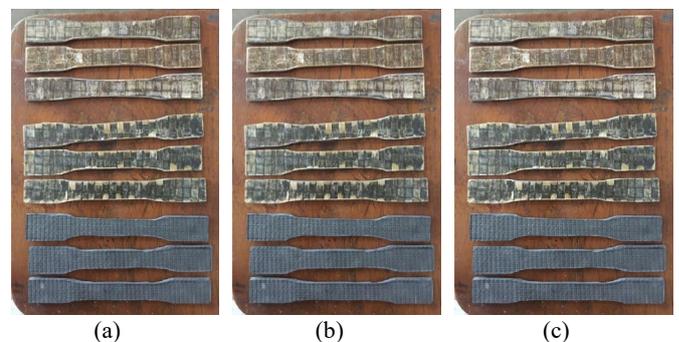
Gambar 2. Skema Metode Vacuum Infusion Resin [17]



Gambar 3. Model arah aliran resin pada Metode Vacuum Infusion Resin [18]



Gambar 4. Spesimen Uji Tarik dengan Standar ASTM D638-03 Type 1 [6]



Gambar 5. Spesimen pengujian tarik (a) Komposit Serat Kulit Pohon Waru (*Hibiscus tiliaceus*), (b) Komposit Serat Karbon Kevlar, (c) Komposit Serat Kombinasi Kulit Pohon Waru (*Hibiscus tiliaceus*) dan Karbon Kevlar

Proses pengujian tarik komposit pada penelitian ini menggunakan *universal testing machine tarso gedel* seperti pada gambar 6 dibawah ini. Setiap variasi komposit serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*), komposit serat karbon kevlar, komposit serat kombinasi kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) dan karbon kevlar memiliki masing-masing 3 spesimen untuk dilakukan pengujian tarik. Hasil dari pengujian tarik dilakukan analisa data *tensile strength*. Adapun fokus analisa *tensile strength* yang dihitung dan dianalisa, antara lain: regangan tegangan komposit, *ultimate Strength composite*, *yield strength*, modulus elastisitas. Spesimen masing-masing variasi yang telah dilakukan proses pengujian tarik, maka selanjutnya dilakukan foto makro patahan untuk dianalisa model patahan komposit yang terjadi.



Gambar 6. *Universal Testing Machine Tarno Gedel*

Tahapan selanjutnya setelah spesimen komposit dilakukan proses pengujian tarik yaitu analisa data dengan menghitung hasil pengujian tarik. Penghitungan tegangan tarik komposit dapat menggunakan rumus [19]:

$$\sigma = \frac{P}{A} \tag{1}$$

Dimana:

- $\sigma$  : Tegangan Tarik (MPa)
- P : Beban Tarik Maksimum (N)
- A : Luas Penampang Spesimen (mm<sup>2</sup>)

Kemudian, selanjutnya melakukan perhitungan regangan yang terjadi pada setiap spesimen dengan menggunakan rumus [19]:

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L} \tag{2}$$

Dimana:

- $\epsilon$  : Regangan Maksimum (mm/mm)
- $\Delta L$  : Pertambahan Panjang (mm)
- L : Panjang Awal (mm)

Setelah melakukan perhitungan tegangan tarik maksimum dan regangan maksimum, maka selanjutnya melakukan perhitungan modulus elastisitas komposit pada masing-masing spesimen menggunakan rumus [19]:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \tag{3}$$

Dimana:

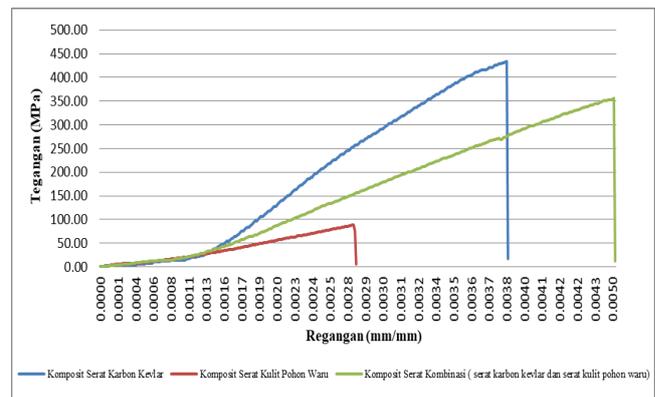
- E : Modulus Elastisitas (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma$  : Tegangan Tarik (MPa)
- $\epsilon$  : Regangan Maksimum (mm/mm)

Dari perhitungan tegangan tarik maksimum, regangan maksimum, dan modulus elastisitas pada setiap spesimen, maka selanjutnya hasil perhitungan setiap variasi di rata-rata untuk digambarkan ke dalam grafik tegangan regangan seperti pada gambar 7.

### 3. Hasil dan Pembahasan

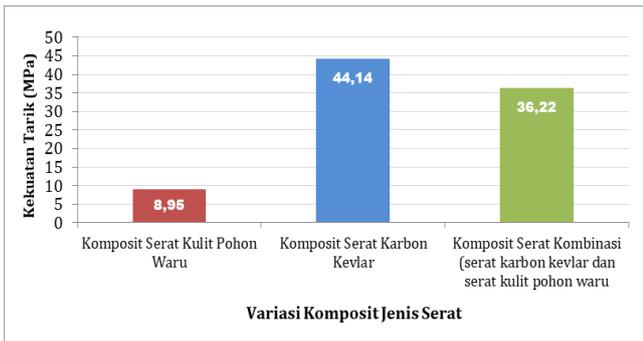
#### 3.1 Analisa *Tensile Strength* Komposit Serat Kulit Pohon Waru dengan Kombinasi Serat Karbon Kevlar Sebagai Material *Reinforcement*

Berdasarkan hasil pengujian tarik komposit serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*), komposit serat karbon kevlar, komposit serat kombinasi kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) dan karbon kevlar, maka diperoleh grafik tegangan regangan seperti pada gambar 7.



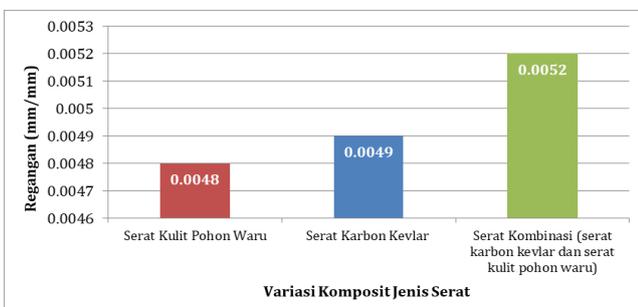
Gambar 7. Tegangan-Regangan komposit serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*), komposit serat karbon kevlar, komposit serat kombinasi kulit pohon waru dan karbon kevlar

Pada gambar 7 menunjukkan bahwa komposit dengan *reinforcement* serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) memiliki tegangan dan regangan maksimum terendah dibandingkan komposit dengan *reinforcement* lainnya. Tegangan maksimum tertinggi dihasilkan dari komposit dengan *reinforcement* serat karbon kevlar. Kemudian, regangan maksimum tertinggi dihasilkan dari komposit dengan *reinforcement* kombinasi serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) dan serat karbon kevlar. Berdasarkan gambar 7 di atas juga dapat dilihat bahwa dengan mengkombinasikan serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) dan serat karbon kevlar sebagai material *reinforcement* mampu meningkatkan kekuatan tarik/tegangan maksimum dan regangan maksimum komposit. Tegangan maksimum/ kekuatan tarik komposit dengan variasi jenis serat dapat dilihat pada gambar 8.



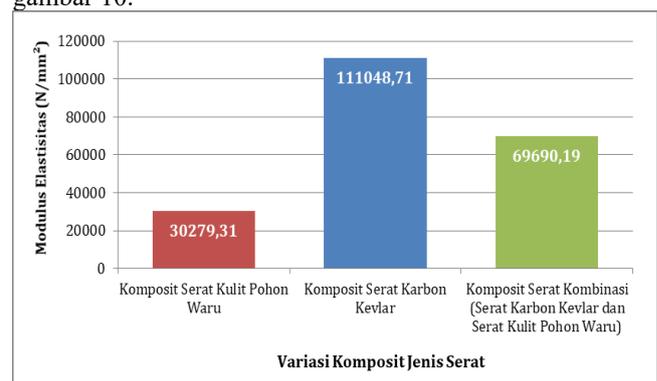
Gambar 8. Tegangan maksimum/kekuatan tarik komposit serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*), komposit serat karbon kevlar, komposit serat kombinasi kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) dan karbon kevlar

Pada gambar 8 menunjukkan kekuatan tarik komposit dengan *reinforcement* serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) sebesar 8.95 MPa. Komposit dengan *reinforcement* serat karbon kevlar menghasilkan kekuatan tarik sebesar 44.14 MPa. Kemudian, komposit dengan *reinforcement* kombinasi serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) dan serat karbon kevlar menghasilkan kekuatan tarik sebesar 36.22 MPa. Berdasarkan hasil pengujian tarik tersebut dapat dilihat bahwa komposit dengan *reinforcement* serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) memiliki kekuatan tarik terendah. Sedangkan, komposit dengan *reinforcement* serat karbon kevlar memiliki kekuatan tarik tertinggi. Akan tetapi, terdapat peningkatan kekuatan tarik/tegangan maksimum pada komposit dengan mengkombinasikan serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) dan serat karbon kevlar sebagai material *reinforcement* dibandingkan komposit yang hanya menggunakan *reinforcement* serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) seperti pada gambar 8. Terdapatnya peningkatan kekuatan tarik komposit serat kulit pohon waru dengan kombinasi serat karbon kevlar, hal ini dipengaruhi oleh kerapatan antara *warp yarn* dan *fill yarn* pada anyaman serat karbon kevlar yang lebih rapat dibandingkan anyaman serat kulit pohon waru. Sehingga, serat karbon kevlar mampu meningkatkan kekuatan tarik komposit serat kulit pohon waru. Selanjutnya, dari grafik tegangan regangan diperoleh regangan maksimum seperti yang terdapat pada gambar 9.



Gambar 9. Regangan maksimum komposit serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*), komposit serat karbon kevlar, komposit serat kombinasi kulit pohon waru dan karbon kevlar

Pada gambar 9 menunjukkan regangan maksimum komposit dengan *reinforcement* serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) sebesar 0.0048 mm/mm. Komposit dengan *reinforcement* serat karbon kevlar menghasilkan regangan maksimum sebesar 0.0049 mm/mm. Selanjutnya pada komposit dengan *reinforcement* kombinasi serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) dan serat karbon kevlar menghasilkan regangan maksimum sebesar 0.0052 mm/mm. Jika kita lihat dari hasil pengujian tarik, maka dapat diketahui bahwa komposit dengan *reinforcement* serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) memiliki regangan maksimum terendah. Sedangkan, regangan maksimum tertinggi dihasilkan dari komposit dengan *reinforcement* kombinasi serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) dan serat karbon kevlar. Penambahan serat karbon kevlar mampu meningkatkan regangan pada komposit serat kulit pohon waru, hal ini dikarenakan kombinasi antara serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) dan serat karbon kevlar yang disusun bertingkat secara berurutan mampu menerima beban yang lebih merata serta serat karbon kevlar mampu menahan serat kulit pohon waru untuk putus, sehingga komposit serat kulit pohon waru menghasilkan regangan yang lebih tinggi. Dari hasil tegangan maksimum dan regangan maksimum, maka didapatkan modulus elastisitas komposit dengan masing-masing variasi jenis serat seperti yang terdapat pada gambar 10.



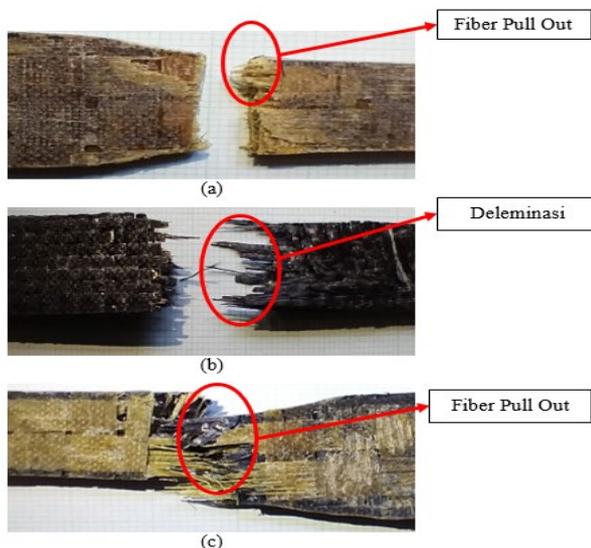
Gambar 10. Modulus Elastisitas komposit serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*), komposit serat karbon kevlar, komposit serat kombinasi kulit pohon waru dan karbon kevlar

Pada gambar 10 menunjukkan modulus elastisitas komposit dengan *reinforcement* serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) sebesar 30279.31 N/mm<sup>2</sup>. Komposit dengan *reinforcement* serat karbon kevlar menghasilkan modulus elastisitas sebesar 111048.71 N/mm<sup>2</sup>. Kemudian, komposit serat kulit pohon waru dengan kombinasi serat karbon kevlar menghasilkan modulus elastisitas sebesar 69690.19 N/mm<sup>2</sup>. Berdasarkan hasil perhitungan antara tegangan dibagi regangan dari masing-masing variasi komposit, maka diperoleh bahwa komposit dengan *reinforcement* serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) memiliki modulus elastisitas terendah. Sedangkan, komposit dengan *reinforcement* serat karbon kevlar memiliki modulus elastisitas tertinggi. Namun, terdapat peningkatan modulus elastisitas pada komposit serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) dengan mengkombinasikan serat karbon kevlar sebagai material *reinforcement* dibandingkan komposit yang hanya menggunakan *reinforcement* serat kulit pohon waru

(*Hibiscus tiliaceus*) seperti grafik pada gambar 10. Jika kita lihat pada grafik 10 diatas, maka terdapat peningkatan modulus elastisitas kekuatan tarik komposit serat kulit pohon waru dengan kombinasi serat karbon kevlar. Hal ini dipengaruhi oleh kerapatan antara *warp yarn* dan *fill yarn* pada anyaman serat karbon kevlar yang lebih rapat dibandingkan anyaman serat kulit pohon waru. Sehingga, serat karbon kevlar mampu meningkatkan modulus elastisitas dari komposit serat kulit pohon waru.

### 3.2. Analisa Patahan Komposit Serat Kulit Pohon Waru dengan Kombinasi Serat Karbon Kevlar Sebagai Material Reinforcement

Berdasarkan pengujian tarik komposit serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*), komposit serat karbon kevlar, komposit serat kombinasi kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) dan karbon kevlar yang telah dilakukan, maka diperoleh foto makro patahan pada masing-masing spesimen variasi, seperti pada Gambar 11.



Gambar 11. Foto Makro Patahan (a) komposit serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*), (b) komposit serat karbon kevlar, (c) komposit serat kombinasi kulit pohon waru dan karbon kevlar

Berdasarkan hasil foto makro patahan pada komposit serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*), komposit serat karbon kevlar, komposit serat kombinasi kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) dan karbon kevlar, maka diperoleh bahwa pada komposit dengan serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) (11a) menunjukkan terjadinya patah getas sempurna dengan serat dan matriks yang mengalami patah yang terpusat, akan tetapi terdapat *fiber pull out*. Pada komposit serat karbon kevlar (11b) terjadi patah getas dan pada beberapa area patahan terdapat delemisasi. Kemudian komposit serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) yang dikombinasikan dengan karbon kevlar mengalami patahan ulet yang ditandai *fiber pull out* pada seluruh area patahan di komposit. Hal ini diduga serat karbon kevlar yang dikombinasikan pada komposit serat kulit pohon waru akan memperkuat *reinforcement*, sehingga akan memperlambat retak yang terjadi akibat beban tarik dan mempengaruhi kekuatan tarik, regangan dan modulus elastisitas dari komposit serat kulit pohon waru.

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan analisa data yang telah dilakukan pada penelitian “analisa *tensile strength* komposit serat kulit pohon waru dengan kombinasi sebagai material *reinforcement*”, maka dapat disimpulkan bahwa dengan mengkombinasikan serat karbon kevlar sebagai material *reinforcement* dapat meningkatkan sifat mekanik dari segi kekuatan tarik dari komposit serat kulit pohon waru. Hal ini dibuktikan dengan penambahan serat karbon kevlar menghasilkan kekuatan tarik komposit yang lebih tinggi sebesar 36.22 MPa dibandingkan dengan komposit serat kulit pohon waru yang hanya memiliki kekuatan tarik sebesar 8.95 MPa. Selain itu, dengan penambahan serat karbon kevlar pada komposit serat kulit pohon waru menghasilkan regangan tertinggi dibandingkan variasi lainnya yaitu sebesar 0.0052 mm/mm. Komposit serat kulit pohon waru yang dikombinasikan dengan serat karbon kevlar dapat meningkatkan nilai modulus elastisitas sebesar 69690.19 N/mm<sup>2</sup> dibandingkan dengan komposit serat kulit pohon waru yang hanya sebesar 30279.31 N/mm<sup>2</sup>. Penambahan serat karbon kevlar pada komposit serat kulit pohon waru juga mempengaruhi model patahan komposit serat kulit pohon waru, sehingga patahan menjadi ulet dan mampu memperlambat retak yang terjadi akibat beban tarik.

## Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih kami berikan kepada: Program Studi Teknik Mesin Universitas Widya Gama yang telah memberikan dukungan dalam kegiatan Penelitian “analisa *tensile strength* komposit serat kulit pohon waru dengan kombinasi sebagai material *reinforcement*”, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik dan lancar.

## Daftar Pustaka

- [1] W. A. Wirawan, S. A. Setyabudi, and T. D. Widodo, “Pengaruh Jenis Matrik Terhadap Sifat Tarik Pada Natural Fiber Komposit,” in *SNTT*, 2017, vol. 3, no. 1, pp. 2476–9983. [Online]. Available: <https://prosiding.polinema.ac.id/sngbr/index.php/sntt/article/view/10>
- [2] G. E. Pramono and S. P. Sutisna, “Perbandingan Karakteristik Serat Karbon Antara Metode Manual Lay-Up dan Vacuum Infusion Dengan Penggunaan Fraksi Berat Serat 60%,” *AME (Aplikasi Mek. dan Energi) J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 1, pp. 1–6, 2017.
- [3] H. Husman, Z. Kurniawan, and Y. Aziz, “Pengaruh Komposit Serat Karbon Terhadap Sifat Mekanik Dan Tofografi Pada Matriks Polyester BQTN 157,” in *Prosiding Seminar Nasional NCIET*, 2020, vol. 1, no. 1, pp. 69–76.
- [4] S. M. B. Respati, H. Purwanto, and K. Hasan, “Ketahanan Komposit Resin-Ayaman Kulit Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Pada Dimensi Ujung Peluru Yang Berbeda,” *CENDEKIA EKSAKTA*, vol. 5, no. 1, 2020.
- [5] A. R. Fadhillah, S. Setyabudi, and A. Purnowidodo, “Karakteristik Komposit Serat Kulit Pohon Waru (*Hibiscus Tiliaceus*) Berdasarkan Jenis Resin Sintetis terhadap Kekuatan Tarik dan Patahan Komposit,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 8, no. 2, pp. 101–108, 2017, doi: 10.21776/ub.jrm.2017.008.02.7.
- [6] A. R. Fadhillah, D. Hermawan, N. R. Ismail, and D. Framasta,

- “Pengaruh Jumlah Aliran Input Resin Pada Proses Vacuum Infusion Resin Terhadap Beban Dan Waktu Patah,” in *Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH 2020)*, 2020, no. 3, pp. 525–532.
- [7] A. Fadhillah, “Potensi Serat Kulit Pohon Waru sebagai Material Reinforcement Komposit,” in *Book Chapter Seri 2 Fakultas Teknik Universitas Widyagama Malang “Inovasi Teknologi Dalam Mendukung Pembangunan Berkelanjutan*,” 2nd ed., vol. 1, no. 1, Malang: Inteligencia Media, 2021, pp. 17–28.
- [8] V. H. Hermawan, N. R. Ismail, A. Farid, and A. R. Fadhillah, “Pengaruh Penambahan Serbuk Alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) Pada Resin Polyester Btqn 157 Terhadap Kekuatan Impact Komposit Serat Kulit Pohon Waru (*Hibiscus Tiliaceus*),” *J. Energi dan Teknol. Manufaktur*, vol. 3, no. 02, pp. 25–32, 2020, doi: 10.33795/jetm.v3i02.57.
- [9] A. R. Fadhillah, “Desain Pola Fiber Berbahan Serat Kulit Pohon Waru (*Hibiscus Tiliaceus*) Bermatrik Resin Sintetis Terhadap Kekuatan Tarik Komposit,” Universitas Brawijaya Malang, 2017.
- [10] A. R. Fadhillah, D. Hermawan, and A. R. Wardhani, “Pengaruh prosentase larutan NaOH pada proses alkalisasi serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*) sebagai reinforcement komposit terhadap kekuatan tarik serat tunggal,” *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 2, pp. 111–118, 2019, doi: 10.24127/trb.v8i2.1159.
- [11] B. A. Setyawan, M. R. Hatuwe, and M. Marsudi, “Kualitas Karaktometri Material Kevlar Substitusi Fiberglass pada Kapal Ikan Nelayan Indonesia,” *J. Ilm. Giga*, vol. 22, no. 1, p. 9, 2019, doi: 10.47313/jig.v22i1.738.
- [12] D. Istanta, “Analisis Pengaruh Texture Serat Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Aramid Epoksi Prepreg,” *Indept*, vol. 3, no. 1, pp. 52–80, 2013, [Online]. Available: <http://jurnal.unnur.ac.id/index.php/indept/article/view/107/80>
- [13] K. N. Afifah and Subaer, “Pengembangan Komposit Seratkarbon-Geopolimer Berbasis Metakaolin Sebagai Material Refraktori,” *J. Sains dan Pendidik. Fis.*, vol. 14, no. 1, pp. 67–73, 2018, [Online]. Available: <http://ojs.unm.ac.id>
- [14] L. L. A. Nisa, S. Arironang, M. T. E. Manawan, and T. Sudiro, “Kajian Potensi Pengembangan Material Komposit Berpenguat Bahan Alam Untuk Diaplikasikan Sebagai Body Armor,” *J. Teknol. Daya Gerak*, vol. 5, no. 1, pp. 71–82, 2022, [Online]. Available: <https://jurnalprodi.idu.ac.id/index.php/TDK/article/view/1176%0Ahttps://jurnalprodi.idu.ac.id/index.php/TDK/article/download/1176/992>
- [15] I. Ismojo, R. Hafizh, and D. Suastiyanti, “Study Perbandingan Serat Jute Jawa Dengan Kevlar Sebagai Penguat Epoxy Untuk Aplikasi Helm Anti Peluru Berdasarkan Analisa Numerik,” *J. Tek. Mesin ITI*, vol. 4, no. 2, pp. 37–45, 2020, doi: 10.31543/jtm.v4i2.400.
- [16] A. F. Suryono, A. Faizal, and H. Hestiawan, “Pengaruh Post Curing Treatment Dan Perendaman Air Laut Pada Komposit Hybrid Kevlar/Karbon,” *Rekayasa Mek.*, vol. 4, no. 1, pp. 13–17, 2020.
- [17] T. W. Wicaksono, A. Farid, N. R. Ismail, and A. R. Fadhillah, “Pengaruh Debit Aliran Resin Bisphenol a Lp-1Q-Ex Pada Metode Vacuum Infusion Resin Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Kulit Pohon Waru (*Hibiscus Tiliaceus*),” *J. Energi dan Teknol. Manufaktur*, vol. 4, no. 01, pp. 17–24, 2021, doi: 10.33795/jetm.v4i01.71.
- [18] D. Framasta, A. Farid, N. R. Ismail, and A. R. Fadhillah, “Pengaruh arah aliran input resin sintetis pada proses vacuum infusion resin terhadap kekuatan tarik komposit serat kulit waru (*hibiscus tiliaceus*),” *J. Turbo*, vol. 10, no. 1, pp. 1–7, 2021, doi: <http://dx.doi.org/10.24127/trb.v10i1.1288>.
- [19] R. Fadilah and G. Widyaputra, “Analisis Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Material Komposit Pada Body Mobil Listrik Prosoe Kmhe 2019,” *J. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 2, pp. 124–131, 2020, doi: 10.22441/jtm.v9i2.6199.