

# Analisa Kekuatan Tarik Serat Kulit Kayu Waru (*Hibiscus Tiliaceus*) Sebagai Bahan Pengikat dengan Variasi Sudut Anyaman

Yayi Febdia Pradani<sup>1\*</sup>, Ahmad Saepuddin<sup>2</sup>, M. Dafid<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Islam Raden Rahmat, Malang

\*Penulis Korespondensi, email: [yfebdiapradani@gmail.com](mailto:yfebdiapradani@gmail.com)

Received:02/06/2022

Revised:28/06/2022

Accepted:28/06/2022

**Abstract.** Utilization of hibiscus tiliaceus skin fiber as a binder with the addition of resin and catalyst using a variation of the webbing angle of  $0^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$ . The Purpose of this study is to determine the mechanical and physical properties of the composite. Hibiscus tiliaceus skin fibers are arranged in a symmetrical model to test their tensile strength. The hibiscus tiliaceus skin fiber composite in this study used a polyester matrix and was treated with 5% alkali for 2 hours and was made using the hand lay up method with varying angles during the test. This research was conducted in Gondanglegi District of Malang. The final objectives of this study were (1) to determine the value of tensile strength of composites using hibiscus tiliaceus skin fiber as a binding material with a variation the angle of  $0^{\circ}$  (2) to determine the value of the tensile strength of composites using hibiscus bark fibers. fiber as a binder with a variation of the angle of  $45^{\circ}$  (3) Knowing the value of the tensile strength of the composite using hibiscus tiliaceus skin fiber as a binder with a variation of the angle of  $90^{\circ}$ . The research method used was descriptive experimental method with descriptive statistical analysis of the data obtained during the test. The results showed that the tensile strength at the  $0^{\circ}$  webbing angle was the largest tensile strength with a maximum average load of 163.26 (kgf), the tensile strength at  $90^{\circ}$  angle webbing with a maximum average load of 133.06 (kgf) and the stress at  $45^{\circ}$  webbing. corner with a maximum average load of 96 (kgf). From the final results of the tensile strength of the composite with waru wood fibers, it can be concluded that the greatest tensile strength is at an angle of  $0^{\circ}$ .

**Keywords:** Waru bark fiber, Tensile testing, Variation of weaving angle

## Abstrak.

Pemanfaatan serat kulit kayu waru (*hibiscus tiliaceus*) sebagai bahan pengikat dengan penambahan resin dan katalis menggunakan variasi sudut anyaman  $0^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$ . Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik dan fisik komposit. Serat kulit waru disusun dalam model simetri untuk menguji kekuatannya. Komposit serat kulit waru pada penelitian ini menggunakan matriks poliester dan diberi perlakuan alkali 5% selama 2 jam dan dibuat dengan metode hand lay up dengan sudut yang bervariasi selama pengujian. Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Gondanglegi, Kabupaten Malang. Tujuan akhir dari penelitian ini adalah (1) untuk mengetahui nilai kekuatan tarik komposit yang menggunakan serat kulit batang kembang sepatu sebagai bahan pengikat dengan variasi sudut  $0^{\circ}$  (2) untuk mengetahui nilai kekuatan tarik komposit yang menggunakan kulit batang kembang sepatu. serat sebagai pengikat dengan variasi sudut  $45^{\circ}$  (3) Mengetahui nilai kuat tarik pada komposit yang menggunakan serat kulit waru sebagai pengikat dengan variasi sudut  $90^{\circ}$ . Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental deskriptif dengan analisis statistik deskriptif bahan baku data yang diperoleh selama pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tarik pada sudut anyaman  $0^{\circ}$  adalah kekuatan tarik terbesar dengan beban rata-rata maksimum 163,26 (kgf), kekuatan tarik pada anyaman sudut  $90^{\circ}$  dengan beban rata-rata maksimum 133,06 (kgf) dan tegangan pada 450 anyaman sudut dengan beban rata-rata maksimum 96 (kgf). Dari hasil kekuatan tarik komposit dengan serat kayu waru, dapat disimpulkan bahwa kekuatan tarik terbesar berada pada sudut  $0^{\circ}$ .

**Kata Kunci:** Serat kulit kayu waru, Pengujian tarik, Variasi sudut anyam

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan Material komposit mengalami kemajuan yang sangat pesat pada akhir-akhir ini,

khususnya pada penggunaan serat alam sebagai media penguat yang dapat menggantikan serat sintesis. Penggunaan serat alam didorong pula oleh

efek negatif dari serat sintesis yang limbahnya mencemari lingkungan dan sulit untuk didaur ulang. Oleh karena itu, pemanfaatan serat alam yang ramah lingkungan merupakan langkah bijak untuk menjaga kelestarian lingkungan. Bahan sintesis yang berasal dari fosil kini banyak digunakan di berbagai bidang. Bahan-bahan ini memiliki sifat mekanik yang baik dan murah. Kekurangan bahan sintesis itu sendiri, sifatnya sulit terurai di alam sehingga menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan dan alam. Bahan alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan plastik adalah bahan yang berasal dari alam karena limbahnya lebih mudah terurai. Bahan alam diketahui mudah terurai di alam (degradable).

Menurut Tapotubun [1], kelebihan dari bahan alam ini sangat melimpah di alam dan mudah diperoleh. Tambyrajah [2] menyatakan bahwa komposit serat alam sebenarnya sama dengan komposit pada umumnya, terdiri dari penggabungan dua atau lebih material yang memiliki sifat mekanik yang berbeda dan menggabungkan sifat mekanik tersebut diharapkan dapat menghasilkan sifat mekanik keseluruhan yang lebih baik dibandingkan material komposit.

Tanaman waru (*Hibiscus tiliaceu*) merupakan jenis tanaman yang sudah terkenal oleh masyarakat Indonesia. Jenis ini dapat dijumpai dengan mudah karena banyak tumbuh di daerah tropis dan terutama tumbuh berkelompok di daerah. Waru merupakan tanaman yang banyak mengandung serat di dalamnya, terutama pada kulit batangnya. Pohon waru ini mudah ditemukan di Indonesia karena mudah tumbuh dan memiliki persebaran yang sangat luas. Pohon waru biasanya memiliki tinggi sekitar 5–15 meter, batang berkayu, berbentuk bulat, berwarna coklat, bobot kayu teras agak ringan, cukup lebat, memiliki struktur yang cukup halus dan tidak terlalu keras, serta keras dan tahan lama. Kayu waru biasa dimanfaatkan masyarakat anantara lain untuk bahan dari bangunan atau perkapalan, perkakas, ukiran, dan kayu bakar. Serat dari pohon waru dapat diperoleh dari kulit batangnya. Kulit batang yang telah dikupas kulitnya kemudian direndam dan gagangnya dipukul hingga diperoleh serat yang disebut lulup waru, serat ini sangat baik untuk

membuat tali. Serat kulit pohon waru digunakan sebagai penguat dalam komposit.

Menurut Arif [3], tanaman waru merupakan tanaman yang tersebar luas di Indonesia dan memiliki kekuatan yang baik, misalnya untuk digunakan sebagai tali tampar. Fadhilah [4], menyatakan bahwa komposit yang diperkuat dengan serat kulit yang dilaminasi terus menerus dengan perlakuan alkali menggunakan matriks poliester dapat meningkatkan kekuatan tarik dan kekuatan lentur komposit.

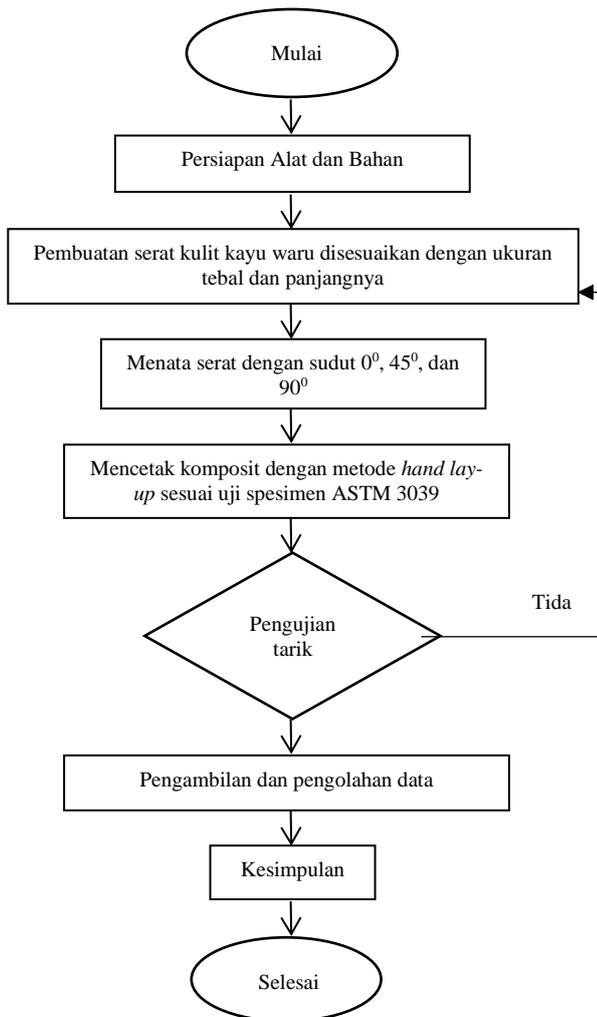
Oleh karena itu, penting dilakukan penelitian ini untuk mengetahui komposisi fraksi volume terhadap kekuatan komposit berbahan dasar kayu waru dengan menggunakan resin poliester. Penelitian ini juga dapat diterapkan pada fiber, material penguat pada komposit, poros komposit. Menurut Prasetya [5], meneliti kampas rem kereta api komposit non asbes dengan serat waru dengan variasi fraksi serat kulit waru 4%, 6%, 8%, 10%, dan 12%. Nilai kekerasan tertinggi dimiliki oleh sampel dengan fraksi serat waru 4% pada suhu 250°C, yaitu 21,70 HV. Nilai kekerasan terkecil dimiliki oleh sampel dengan fraksi berat 12% pada suhu 300°C yaitu 3,92 HV. Menurut Widiatmoko [6], uji tarik komposit serat waru menghasilkan kuat tarik tertinggi sebesar 18,43 MPa pada fraksi volume 15%, sedangkan kuat tarik terendah sebesar 7,146 MPa pada fraksi volume 5%.

Berdasarkan permasalahan pada latar belakang di atas, maka perlu dilakukan penelitian yaitu penggunaan serat kulit waru sebagai bahan pengikat dengan penambahan resin dan katalis menggunakan variasi sudut anyaman 0°, 45°, dan 90°. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik dan wujud dari komposit. Serat kulit waru tersusun secara simetris dalam kekuatan tariknya. Komposit serat kulit waru yang ditambahkan matriks poliester dan perlakuan alkali 5% selama 2 jam dibuat dengan metode hand lay up dengan variasi sudut selama pengujian mekanis.

## II. METODOLOGI

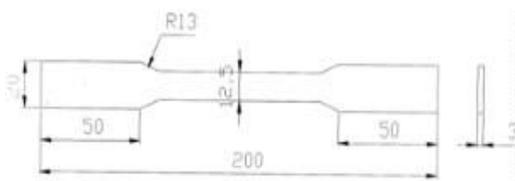
Penelitian ini di mulai dari studi literatur dimana penulis mencari beberapa referensi buku dan jurnal.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental.



**Gambar 1.** Diagram alir penelitian

Spesimen uji tarik mengacu pada setandar pengujian ASTM D3039.



**Gambar 2.** Spesimen

Karakteristik spesimen komposit yaitu kandungan serat dalam komposit atau fraksi volume serat merupakan salah satu faktor yang dianggap penting sebelum membuat spesimen komposit. Fraksi volume serat ( $V_f$ ) dapat dihitung dengan persamaan (Kaw, 1997)[7]:

$$V_f = \frac{V_f}{V_c} \times 100\% \quad (1)$$

$V_f$  = Fraksi Volume serat

$V_c$  = Volume komposit

#### A. Metode pengujian

Pengetesan yang digunakan adalah uji tarik. Pengujian mekanik dilakukan untuk mendapatkan data berupa angka seberapa besar komposit yang dapat menerima perlakuan mekanik. Pada pengujian ini dilakukan dengan mengukur energi yang diserap untuk mematahkan benda uji sesuai dengan standar ASTM D 3039. Mesin yang digunakan untuk penelitian ini adalah Universal Testing Machine.



**Gambar 3.** Mesin uji tarik di lab (Politeknik Negeri Malang)

#### B. Metode pengumpulan data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data setelah proses pembuatan komposit dilakukan setelah pengujian tarik dan data pengujian dicatat kemudian diolah dalam bentuk tabel dan grafik.

#### C. Pengolahan data

Data yang di peroleh berupa nilai uji tarik yang di hasilkan pada tabel 1.

**Tabel 1.** Pengolahan data

Variasi Sudut	Hasil Uji Tarik (kgf)			Rata-rata
	1	2	3	
0°	X	X	X	X
45°	X	X	X	X
90°	X	X	X	X

#### D. Analisa data

Metode penelitian menggunakan metode deskriptif eksperimental dengan analisis statistik deskriptis dari data mentah yang diperoleh saat pengujian, kemudian diolah dalam persamaan statistika yaitu persamaan nilai tengah sebagai berikut :

$$\text{Rata - Rata (Mean)} = \frac{\sum n}{N} \quad (2)$$

Keterangan:

$\sum n$  = Nilai uji kekerasan

N = Jumlah pengujian

Data yang didapat merupakan data kuantitatif yang artinya data berupa angka-angka yang memberikan kejelasan atau memberikan perbandingan antara beberapa data komposit bahan baku, dengan komposit yang menggunakan serat kulit batang waru yaitu resin dan katalis dengan sudut anyaman  $0^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ , dan  $90^{\circ}$ .

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Persiapan pembuatan spesimen dan proses pengujian tarik

Proses persiapan pembuatan spesimen ini meliputi pemilihan serat kulit Waru, penataan anyaman dengan sudut  $0^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ , dan  $90^{\circ}$  serta pemotongan sesuai ukuran spesimen.



**Gambar 4.** Pengelupasan kulit pada kayu waru

Selanjutnya akan dilakukan pengeringan selama satu hari untuk mempermudah dalam pengelupasan kulit menjadi lembaran yang tipis dan berukuran.



**Gambar 5.** Serat kulit kayu waru

Setelah pengelupasan selesai makasiapkan meja potong serat kecil kecil menggunakan pisau *cutter*.



**Gambar 6.** Proses pembelahan pada serat kulit kayu waru

Gambar 6 adalah persiapan pembelahan serat kulit kayu waru dengan lebar 2 mm dan panjang 20 mm.



**Gambar 7.** Pembelahan serat kulit kayu waru

Gambar 7 menunjukkan hasil pembelahan pada serat kulit kayu waru dengan ukuran lebar 2 mm.



**Gambar 8.** Proses penganyaman kulit waru dengan sudut 45°

Gambar 8. menunjukkan hasil penganyaman dengan sudut 45° dan di bentuk sesuai ukuran spesimen.

#### B. Pembuatan spesimen

Material komposit yang telah terbentuk selanjutnya melakukan proses pembuatan benda uji tarik sesuai dengan standar ASTM D 3039 dengan ukuran panjang 200 mm, lebar 20 mm, tebal 3 mm dan radius takik 12,5.

#### C. Cetakan hand lay-up

Penelitian ini pembuatan komposit serat kulit kayu waru menggunakan Teknik manual (*Hand lay-up*) yaitu sebuah teknologi sederhana untuk membuat komposit sebuah cetakan harus di gunakan untuk membuat komposit, kecuali komposit yang dibuat akan di gabungkan langsung ke strutur yang lainnya cetakan dapat dibuat sederhana dari lembaran pelat dengan tepi tak terbatas.



**Gambar 9.** Hasil pemotongan serat sesuai ukuran cetak spesimen uji

#### D. Perhitungan volume spesimen

Perhitungan serat dan cetakan dengan menggunakan rumus sebagai berikut. Dimana Panjang spesimen 200 mm, tebal spesimen 20 mm, radius R<sub>1</sub> 3 mm dan lebar tengah spesimen.

(*vf*) fraksi volume serat

$$\begin{aligned} &= \frac{vf}{vc} \times 100\% \\ &= \frac{6,523,01}{9,618,92} \times 100\% \\ &= 67,8\% \end{aligned}$$

Dalam penelitian ini menggunakan 5% NaOH untuk mendapatkan spesimen yang bagus, dengan perbandingan resin dan katalis (Alamsyah) [8] adalah 100 ml resin : 1 ml katalis.

Perhitungan 5% NaOH 1000 ml aquades

$$= \frac{5}{100} \times 1000 \text{ ml} = 50 \text{ gr NaOH}$$

#### E. Pengaruh variasi sudut kekuatan tarik pada serat kulit waru

Setelah proses pembuatan spesimen selanjutnya proses pengujian kekuatan tarik pada serat kulit kayu waru yang akan di laksanakan di lab Mesin Politeknik Negeri Malang. Pengujian tarik ini menggunakan spesimen uji berjumlah sembilan buah yaitu terdiri dari tiga spesimen dengan variasi arah anyaman menggunakan 0°, 45° dan 90°. Setiap spesimen akan dilakukan pengujian Tarik sesuai beban maksimum hingga spesimen terputus. data

nilai kekuatan maksimum dapat dilihat pada Gambar grafik 1.



**Gambar 10.** Hasil uji tarik variasi  $0^{\circ}$

Hal ini juga dapat diamati pada Gambar 10 yang menunjukkan penampang patahan pada sampel komposit 5-lapisan  $0^{\circ}$  dengan perlakuan alkali 5% yang direndam selama 2 jam. Terjadinya kegagalan yang diawali dengan retaknya matriks/retak matriks. Hal ini dapat dilihat dari jumlah retakan.

Matriks terjadi pada bagian yang mendapatkan beban tarik, dan matriks tidak mampu menerima beban tersebut. Perbedaan titik putus pada spesimen menunjukkan tidak mampu menahan konsentrasi tegangan geser yang dihasilkan pada ujung-ujung serat, yang dapat lepas dari matriks (debonding) dan komposit mengalami kerusakan searah serat.



**Gambar 11.** Hasil uji tarik variasi  $45^{\circ}$

Pada Gambar 11 spesimen  $45^{\circ}$  dengan jumlah lapisan sebanyak 5 lapis dan perlakuan alkali sebanyak 50% di rendam selama 2 jam menunjukkan penampang patahan pada sampel komposit. Hal ini disebabkan matriks telah mencapai batas kemampuan untuk menerima beban. Namun

interface bondnya kurang baik, hal ini ditunjukkan dengan fiber mengalami fiber pull out, dan matriks mengalami keretakan yang cukup banyak di daerah pembebanan. Ini berarti bahwa beban didistribusikan secara tidak merata didukung oleh ikatan antarmuka yang buruk, menghasilkan spesimen dengan kekuatan lentur rata-rata terendah.

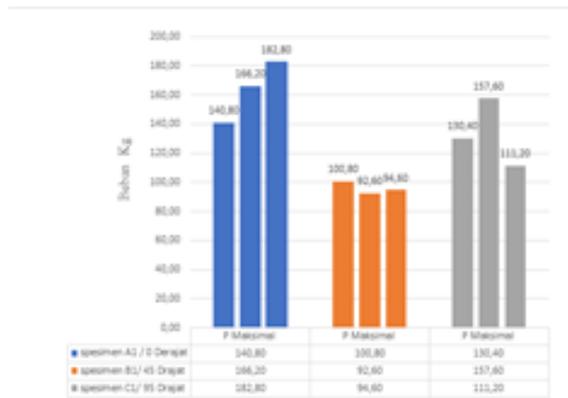


**Gambar 12.** Hasil uji tarik variasi  $90^{\circ}$

Gambar 12 spesimen  $90^{\circ}$  dengan jumlah lapisan sebanyak 5 lapis dan perlakuan alkali sebanyak 5% di rendam selama 2 jam menunjukkan penampang patahan pada sampel komposit. Hal ini dikarenakan matriks telah mencapai batas kemampuannya untuk menerima beban. Namun, ikatan antarmuka cukup baik, yang ditunjukkan dengan serat hanya sedikit mengalami penarikan serat, dan retak matriks di area beban juga berkurang. Artinya beban terdistribusi secara merata didukung oleh ikatan antarmuka yang cukup baik, sehingga dapat menghasilkan benda uji dengan kekuatan lentur rata-rata tertinggi.

#### F. Hasil pengujian tarik

Proses pengujian tarik dengan beban maksimu dengan variasi sudut anyaman  $0^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ , dan  $90^{\circ}$  sebagai spesimen uji pada gambar tersebut memperlihatkan patahan-patahan yang berbeda pada spesimen. Data hasil Pengujian tarik bisa dilihat pada grafik 1.



**Grafik 1.** Hasil Pengujian tarik dengan variasi sudut

Pada pembuatan komposit dengan variasi 0°, 45°, dan 90° dengan perlakuan alkali selama 2 jam dan resin menggunakan 3,0959 ml<sup>3</sup>, penambahan katalis 0,03 ml<sup>3</sup>. dari hasil pengujian pada komposit menggunakan variasi 5 lapis dengan ketebalan spesimen uji tarik 3 mm Panjang 200 mm. dapat dilihat pada Tabel 2 bahwa nilai kekuatan tarik paling besar di miliki oleh spesimen A3 dengan variasi sudut anyaman 0° sebesar 182,80 kgf. dan untuk kekuatan tarik spesimen A2 memiliki 166,20 kgf. nilai kekuatan tarik terkecil pada spesimen di mililik oleh A1 sebesar 140,80 kgf. dari tabel 2. nilai kekuatan tarik terbesar pada sudut anyaman 45° dimiliki spesimen B1 sebesar 100,80 kgf. dan kekuatan tarik pada spesimen B3 sebesar 94,60 kgf. kekuatan Tarik terkecil dimiliki oleh spesimen B2 sebesar 92,60 kgf. dan pada tabel 2. dapat diketahui kekuatan Tarik terbesar pada sudut anyaman 90° dimiliki oleh spesimen C2 sebesar 157,60 kgf, kekuatan Tarik pada spesimen C1 sebesar 130,40 kgf. dan kekuatan Tarik terkecil dimiliki oleh C3 sebesar 111,20 kgf.

**Tabel 2.** Hasil pengolahan data

Variasi Sudut	Hasil Uji Tarik (kgf)			Rata-rata
	1	2	3	
0°	140,80	166,20	182,80	163,26
45°	100,80	92,60	94,60	96
90°	130,40	157,60	111,20	133,06

Dari hasil rata-rata Tarik yang di dapat di lihat pada tabel 2 dapat diketahui nilai kekuatan tarik

terbesar rata-rata pada serat kulit kayu waru dimiliki oleh anyaman sudut 0° dengan beban maksimal sebesar 163,26 kgf, kekuatan tarik pada sudut 90° sebesar 133,06 kgf. dan kekuatan Tarik terendah di miliki oleh anyaman sudut 45° sebesar 96 kgf. Hal ini dikarenakan variasi dengan sudut 0° memiliki posisi serat yang sama atau sejajar semua sehingga memiliki kekuatan Tarik yang lebih baik disbanding dengan serat kayu dengan posisi yang melintang.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa kekuatan tarik pada serat kulit kayu waru dengan anyaman menggunakan variasi sudut 0° dengan beban rata-rata maksimal sebesar 163,26 (kgf), kekuatan tarik pada anyaman sudut 90° dengan beban rata-rata maksimal sebesar 133,06 (kgf) sedangkan kekuatan tarik pada anyaman sudut 45° dengan beban rata-rata maksimal sebesar 96 (kgf).

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu diteliti variasi sudut yang lebih dekat rangnya. Misalnya variasi 45°, 60°, dan 75°.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih atas ijin pelaksanaan penelitiannya di laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Raden Rahmat Malang serta laboratorium pengujian tarik Politeknik Negeri Malang.

#### REFERENSI

- [1] A. M. Tapotubun, “KOMPOSISI KIMIA RUMPUT LAUT *Caulerpa lentillifera* DARI PERAIRAN KEI MALUKU DENGAN METODE PENGERINGAN BERBEDA,” pp. 13–23, 2018, doi: 10.17844/jphpi.v21i1.21257.
- [2] M. Pevec, G. Oder, I. Potrč, and M. Šraml, “Elevated temperature low cycle fatigue of grey cast iron used for automotive brake discs,” *Eng. Fail. Anal.*, vol. 42, pp. 221–230, Jul. 2014, doi: 10.1016/j.engfailanal.2014.03.021.
- [3] G. Milev, A. Hastings, and A. Al-Habaibeh, “The environmental and financial implications of expanding the use of electric cars - A Case study of Scotland,” *Energy Built Environ.*, vol.

- 2, no. 2, pp. 204–213, 2021, doi: 10.1016/j.enbenv.2020.07.005.
- [4] F. Ramadhani, M. A. Hussain, H. Mokhlis, and H. Azil Illias, “Optimal heat recovery using photovoltaic thermal and thermoelectric generator for solid oxide fuel cell-based polygeneration system: Techno-economic and environmental assessments,” *Appl. Therm. Eng.*, vol. 181, no. September, p. 116015, 2020, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2020.116015.
- [5] H. L. Byers, L. J. McHenry, and T. J. Grundl, “XRF techniques to quantify heavy metals in vegetables at low detection limits,” *Food Chem. X*, vol. 1, no. March 2018, p. 100001, 2019, doi: 10.1016/j.fochx.2018.100001.
- [6] F. G. Caballero, M. J. Santofimia, C. García-Mateo, J. Chao, and C. G. de Andrés, “Theoretical design and advanced microstructure in super high strength steels,” *Mater. Des.*, vol. 30, no. 6, pp. 2077–2083, Jun. 2009, doi: 10.1016/j.matdes.2008.08.042.
- [7] Q. Zhou, L. Qian, J. Meng, L. Zhao, and F. Zhang, “Low-cycle fatigue behavior and microstructural evolution in a low-carbon carbide-free bainitic steel,” *Mater. Des.*, vol. 85, pp. 487–496, Nov. 2015, doi: 10.1016/j.matdes.2015.06.172.