

# Pengaruh Kadar Perendaman Kalium Permanganat terhadap Kekuatan Komposit *Fiber* Bambu Betung dengan Metode *Hand Lay Up*

Verlian <sup>a,1,\*</sup>, Zaid Sulaiman <sup>b,2</sup>,

<sup>a</sup> Teknik Mesin, Universitas Nusa Putra, Sukabumi, Indonesia

<sup>b</sup> Teknik Mesin, Universitas Nusa Putra, Sukabumi, Indonesia

<sup>1</sup> [verlian\\_tm20@nusaputra.ac.id](mailto:verlian_tm20@nusaputra.ac.id); <sup>2</sup> [zaid.sulaiman@nusaputra.ac.id](mailto:zaid.sulaiman@nusaputra.ac.id);

\* Corresponding Author

## ABSTRACT

Komposit diartikan sebagai suatu material yang terdiri dari dua komponen atau lebih yang mempunyai sifat atau struktur yang tidak sama yang dicampur secara fisik menjadi satu untuk menghasilkan material yang baru untuk memiliki sifat unggul dari material pembentuknya. Pemilihan matriks dan serat berpengaruh dalam menentukan sifat dari komposit. Pada penelitian ini menggunakan resin epoxy sebagai matriks dan serat Bambu Betung sebagai *filler*. Perlakuan alkalisasi pada serat Bambu Betung dengan menggunakan larutan KMnO<sub>4</sub>. Dengan variasi kadar larutan KMnO<sub>4</sub> 3%, 5%, dan 7% dengan waktu perendaman 15 menit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kadar dan waktu perendaman pada komposit serat bambu epoxy. Fabrikasi dilakukan dengan cara *hand lay up* dengan cetakan karet silikon yang kemudian dilakukan pengujian kekuatan tekuk (*bending*) pada komposit dan pengujian desitas (*density*) bertujuan untuk melihat nilai kerapatan dari komposit. Hasil penelitian menunjukkan nilai desitas tertinggi, terdapat pada variasi kadar 7% KMnO<sub>4</sub> masing-masing yakni 1,1585 g/cm<sup>3</sup>. Serta, dari hasil pengujian *bending* pada kadar perendaman, menunjukkan nilai modulus elastisitas tertinggi ada pada pencampuran KMnO<sub>4</sub> 5% yaitu 2595,16 MPa, kekuatan *bending* ada pada variasi tanpa perlakuan KMnO<sub>4</sub> (0%) yaitu 67,61 MPa.

## KEYWORDS

Komposit  
Bambu Betung  
KMnO<sub>4</sub>  
Uji *Bending*  
Uji Desitas

## 1. Pendahuluan

Dalam pembuatan kendaraan, terutama pada kendaraan pribadi seperti mobil, kerangka bodi mobil lebih sering menggunakan material dari logam, seperti baja dan aluminium. Material baja walaupun memiliki kekuatan material yang baik, sering kali mempunyai berat yang tidak ringan. Berat kendaraan ini akan berpengaruh langsung pada beberapa aspek kendaraan seperti kecepatan dan konsumsi energi pada kendaraan [1]. Untuk kendaraan yang ingin difokuskan kepada kehematan energinya (eg. mobil hemat energi), ini menjadi hal penting untuk dipelajari, tetapi kualitas kekuatan yang dimiliki oleh bodi mobil pun harus diperhatikan sebaik mungkin. Pembebanan gaya maksimal pada sebuah bodi mobil mengikuti faktor keamanan standar yakni dapat menahan beban dari 300 N sampai 400 N [2]. Untuk itu, material lain seperti komposit yang memiliki berat yang lebih ringan dibandingkan material logam dapat menjadi alternatif yang baik untuk digunakan [3].

Komposit untuk rangka mobil yang sering digunakan adalah komposit dengan serat karbon [3]. Akan tetapi, pembuatan bodi mobil dengan serat karbon membutuhkan harga yang relatif mahal. Serat alam dapat menjadi pengganti serat karbon dengan harga yang lebih murah dan lebih ramah lingkungan. Satu contoh yang ringan dan relatif kuat yaitu serat Bambu Betung yang memiliki potensi sebagai pengganti serat kaca dan ramah lingkungan [4].

Serat alam pada umumnya menghasilkan kekuatan yang tidak setara dengan serat karbon. Ini dikarenakan kelemahan utama bahan itu tidak kompatibel dengan termoplastik karena karakter hidrofiliknya. Ini mengakibatkan interaksi *interface* yang buruk antara serat dan matriks. Jadi serat alami harus dimodifikasi agar tidak terlalu hidrofilik [5]. Mirwan Irsyad, juga telah melakukan penelitian dengan menggunakan KMnO<sub>4</sub> pada serat batang pisang dengan campuran KMnO<sub>4</sub> sebanyak 2% per 1 liter aquades, dengan pengeringan dalam oven selama 1 jam pada suhu konstan 35°C, serta variasi temperatur ruang 35°C dan 55°C dengan hasil uji *bending* sebesar 0,0339 MPa untuk suhu ruang 35°C dan 6,215 MPa untuk suhu ruang 55°C [6].

Maya Ardiati, juga telah melakukan penelitian dengan menggunakan KMnO<sub>4</sub> pada serat daun lontar dengan variasi konsentrasi 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% dalam waktu masing-masing 120 menit, dengan

hasil uji densitas  $0,754 \text{ g/cm}^3$  untuk 2%,  $0,767 \text{ g/cm}^3$  untuk 4%,  $0,717 \text{ g/cm}^3$  untuk 6%,  $0,698 \text{ g/cm}^3$  untuk 8% dan  $0,698 \text{ g/cm}^3$  untuk 10% [7].

Dari permasalahan di atas, maka dapat dilakukan sebuah penelitian dengan memanfaatkan serat Alam Bambu Betung (*Dendrocalamus Asper*) sebagai pengganti serat Karbon untuk membuat komposit. Proses ini dilakukan dengan perlakuan kimia Kalium Permanganat khusus untuk meningkatkan sifat interface kekuatan dan ketahanan materialnya. Salah satu metode yang digunakan untuk membuat komposit adalah *Hand Lay-Up*. Proses *Hand Lay-Up* dipilih karena menghasilkan kualitas komposit yang baik dan memiliki konsistensi yang bagus.

Oleh karena itu kami melakukan penelitian dengan judul kekuatan komposit *fiber* Bambu Betung terhadap pengaruh waktu dan kadar perendaman Kalium Permanganat dan metode *Hand Lay-Up*. Manfaat dari penelitian ini salah satunya dapat mengurangi ketergantungan pada bahan-bahan non-daur ulang. Hal ini membuat komposit serat Bambu Betung dengan perlakuan  $\text{KMnO}_4$  menjadi pilihan yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan dalam aplikasi sehari-hari.

## 2. Metode

### 2.1. Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan resin *epoxy* (*Bisphenol A-Epichlorohydrin*) sebagai matriks, dengan hardener (*Cycloaliphatic Amine*) sebagai pengeras resin. Sebagai serat atau filler dalam pembuatan komposit, digunakan bambu betung (*Dendrocalamus asper*) yang telah mencapai usia 2 tahun. Untuk menghilangkan unsur lignin, hemiselulosa, dan zat ekstraktif lainnya pada serat bambu, digunakan larutan  $\text{NaOH}$ . Selain itu, serat bambu direndam dalam larutan  $\text{KMnO}_4$  untuk memperkuat sifat interface antara matriks dan serat pada komposit. Proses pembuatan cetakan komposit dilakukan dengan menggunakan *Silicon Rubber RTV-48*, dengan pengeras *Catalyst RTV – SB*. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan pompa vakum dan resin trap untuk menghilangkan gelembung pada resin setelah dicampur dengan hardener. Mesin rol digunakan untuk menghaluskan serat bambu selama proses pembuatan, sementara cetakan atau molding digunakan untuk pembuatan sampel komposit dengan metode *hand lay up*. Pengujian kekuatan bending dan densitas komposit dilakukan dengan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) di Laboratorium Polimer BRIN (Badan Riset dan Inovasi Nasional) Pusptek, Serpong.

### 2.2. Proses Pembuatan Serat dan Perlakuan $\text{KMnO}_4$

Dalam tahapan pembuatan serat bambu betung (*Dendrocalamus asper*), bambu diolah menjadi lembaran dengan panjang 20 cm dan diameter sekitar 1 mm setiap lembarannya. Selanjutnya, serat bambu betung direndam dalam larutan  $\text{NaOH}$  20% selama 2 jam untuk melarutkan lignin, hemiselulosa, dan zat ekstraktif lainnya. Proses dilanjutkan dengan mencuci serat bambu betung menggunakan larutan  $\text{HCl}$  2% untuk menghilangkan residu  $\text{NaOH}$ . Setelah pencucian, serat bambu betung dirol menggunakan mesin rol secara berulang-ulang untuk meningkatkan kehalusan. Setelah selesai, serat masuk ke tahap alkalisasi dengan menggunakan larutan  $\text{KMnO}_4$ . Tujuannya adalah untuk meningkatkan sifat antarmuka, kekuatan, dan ketahanan material antara matriks dan serat. Penelitian ini melibatkan variasi kadar  $\text{KMnO}_4$  sebesar 3%, 5%, dan 7%, dengan waktu perendaman 15 menit, diikuti oleh pengeringan selama  $\pm 1$  hari. Proses penggilingan dan hasilnya dapat dilihat seperti pada Gambar 1.

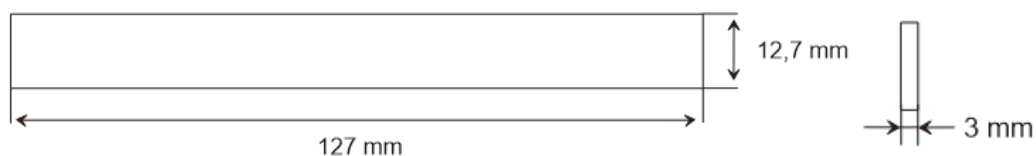
### 2.3. Proses Pembuatan Sampel

Dalam proses pembuatan sampel komposit, terdapat beberapa perhitungan komposit yang melibatkan volume komposit ( $V_{\text{Komp}}$ ). Untuk pengujian bending,  $V_{\text{Komp}}$  adalah  $4,8387 \text{ cm}^3$ , sedangkan untuk pengujian densitas  $V_{\text{Komp}}$  adalah  $1,93548 \text{ cm}^3$ . Masa jenis serat bambu betung kering ( $\rho_s$ ) adalah  $0,78 \text{ g/cm}^3$ , dengan fraksi volume serat ( $V_s$ ) sebesar 5%. Metode yang digunakan dalam pembuatan komposit adalah *Hand Lay Up*, menggunakan material cetakan dari *Silicon Rubber RTV-48* dan *Catalyst RTV – SB* sebagai wadahnya. Rasio campuran cetakan adalah 10:1, dan ukuran cetakan disesuaikan dengan sampel uji *bending* dan densitas. Tahap awal melibatkan pembersihan cetakan, diikuti dengan pemberian *mirror glass* agar komposit tidak merekat pada cetakan saat dibuka. Lapisan serat ditempatkan pada cetakan dengan jumlah sebanyak 5%. Resin epoksi dan hardener diukur sesuai,

dicampur dengan perbandingan 2:1, dan kemudian dimasukkan ke *resin trap* untuk proses vakum. Tujuan vakum adalah menghilangkan gelembung pada resin, dilakukan dua kali dengan jeda 5 menit, dengan tekanan vakum sebesar 2. Resin yang telah disiapkan dituangkan merata ke dalam cetakan, lalu tunggu sampai mengering. Proses ini memakan waktu sekitar 1 hari. Setelah itu, sampel komposit diangkat dari cetakan dan menjalani tahap finishing sebelum diuji.

#### 2.4. Uji Bending

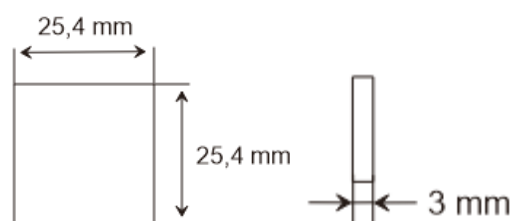
Uji *bending* merupakan suatu ukuran gaya yang dibutuhkan untuk mematahkan material. Prosedur uji tekan pada sampel dilakukan dengan cara mengukur dan mencatat panjang, lebar, dan tinggi sampel. Kemudian meletakkan sampel pada permukaan mesin uji tekan dan dipastikan kondisi sampel lurus serta berada tepat di wilayah pembebanan. Selanjutnya sebelum alat uji tekan dinyalakan, atur permukaan alat penekan pada mesin sehingga bersentuhan dengan permukaan uji sampel. Pengujian bending digunakan untuk melihat ukuran kekuatan maksimum dari bahan untuk menerima tekanan. Pengujian ini menggunakan Standar ASTM D790. Ukuran standar dari ASTM D790 adalah seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Dimensi Pengujian Bending [8].

#### 2.5. Uji Densitas

Pengujian densitas (*density test*) merupakan proses yang digunakan untuk menentukan densitas (massa per unit volum) suatu bahan, densitas menggambarkan jumlah massa bahan yang terdapat pada setiap unit volumenya. Pengujian ini digunakan untuk menentukan kepadatan suatu bahan dengan cara menimbanginya kedalam sebuah tabung ukur atau beaker yang telah diisi oleh cairan tertentu dan kemudian ditentukan volumenya [8]. Pengamatan secara teliti pada permukaan sangat disarankan untuk memastikan bahwa tidak ada *microbubbles* yang terlihat di dalam rongga permukaan. Jika terdapat *microbubbles*, maka harus beralih ke jenis cairan perendam yang lebih tinggi atau menambahkan surfaktan untuk hasil yang lebih optimal [8]. Pengujian ini menggunakan Standar ASTM D792. Ukuran standar ASTM D792 adalah seperti pada Gambar 2.

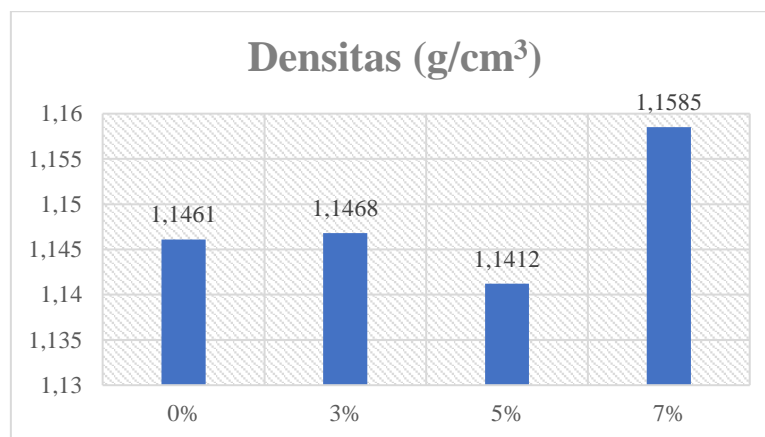


Gambar 2. Dimensi Pengujian Densitas.

### 3. Analisis Data dan Pembahasan

#### 3.1. Hasil Pengujian Uji Densitas

Berdasarkan pengujian densitas yang telah dilakukan didapatkan data-data berupa angka dari nilai pengujian, yakni nilai densitas dari setiap sampel pengujian komposit *epoxy* serat Bambu Betung terhadap variasi kadar  $\text{KMnO}_4$ , hasil variasi kadar ada pada Gambar 3.

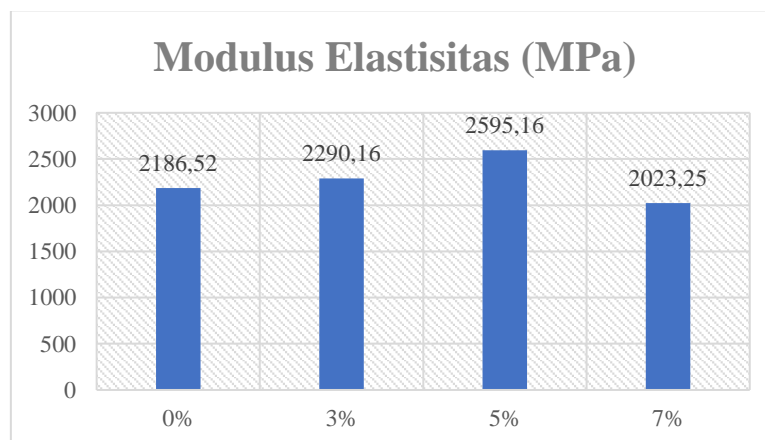


**Gambar 3.** Grafik Hubungan antara Variasi Kadar KMnO<sub>4</sub> dengan Densitas.

Berdasarkan Gambar 3, dapat dilihat bahwa nilai densitas mengalami kenaikan seiring diberikannya perlakuan KMnO<sub>4</sub>. Densitas tertinggi ada pada variasi 7% sebesar 1,1585 g/cm<sup>3</sup> dan densitas yang terendah ada pada variasi sampel perlakuan 5%, yakni sebesar 1,1412 g/cm<sup>3</sup>.

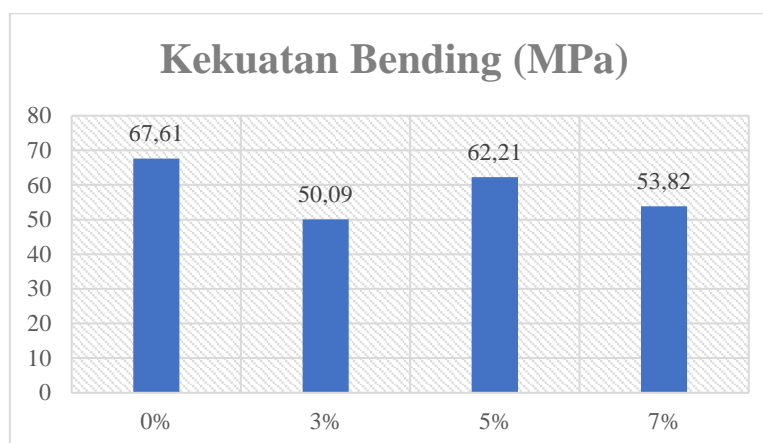
### 3.2 Hasil Pengujian Bending

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan data-data berupa angka dari nilai pengujian, yakni modulus elastisitas dari komposit *epoxy* serat Bambu Betung terhadap variasi kadar KMnO<sub>4</sub> disajikan dalam Gambar 4 dan Gambar 5.



**Gambar 4.** Grafik Hubungan antara Variasi Kadar KMnO<sub>4</sub> dengan Modulus Elastisitasnya.

Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat bahwa nilai modulus elastisitas cenderung mengalami kenaikan hingga nilai maksimal ada pada variasi 5% yakni sebesar 2595,16 MPa. Kemudian, ketika memasuki variasi 7%, nilai modulus langsung mengalami penurunan yakni sebesar 2023,25 MPa dan nilai ini tidak lebih besar dari pada perlakuan dan tanpa perlakuan KMnO<sub>4</sub> lainnya.



**Gambar 5.** Grafik Hubungan antara Variasi Kadar KMnO<sub>4</sub> dengan Kekuatan Bendingnya.

Berdasarkan Gambar 5, dapat dilihat bahwa nilai kekuatan bending cenderung tidak stabil (naik turun), nilai dengan perendaman KMnO<sub>4</sub> tidak lebih tinggi dari pada tanpa perendaman. Nilai maksimal ada pada variasi 0% yakni sebesar 67,61 MPa. Sedangkan, nilai terendah ada pada variasi 3% yakni sebesar 50,09 MPa dan nilai ini tidak lebih besar dari pada perlakuan dan tanpa perlakuan KMnO<sub>4</sub> lainnya.

### 3.4. Pembahasan

Hasil pengujian densitas variasi kadar KMnO<sub>4</sub>, pengaruh proses perlakuan KMnO<sub>4</sub> pada komposit dengan serat Bambu Betung memiliki nilai yang tinggi, terbukti dengan didapatkannya data densitas untuk setiap sampel yang telah di uji, sampel tertinggi yakni ada pada variasi pencampuran 7% yaitu memiliki nilai densitas 1,1526 g/cm<sup>3</sup>. Nilai ini merupakan nilai tertinggi yang dihasilkan dari sampel tanpa perlakuan dan dengan perlakuan, walaupun sempat ada penurunan di 5% tapi naik kembali setelah itu. Penurunan ini terjadi dikarenakan, larutan KMnO<sub>4</sub> membuang lapisan lilin pada serat yang membuat serat menjadi berpori sehingga komposit mempunyai densitas lebih kecil. Kemudian, ketika kadar 7% nilai densitas naik kembali, hal ini dikarenakan pada perlakuan KMnO<sub>4</sub> memberikan pengaruh pada permukaan serat yang mana semakin besar persentasenya akan menjadikan permukaan serat lebih bersih dan lebih kasar sehingga ikatan serat dengan matriks semakin kuat dan meningkatkan sifat mekanik komposit yang dibentuknya [9]. KMnO<sub>4</sub> dapat meningkatkan densitas serat karena dapat menyebabkan terjadinya alur-alur seperti parit, dan adanya tonjolan-tonjolan pada permukaan serat. Alur-alur tersebut dapat memfasilitasi matriks untuk mengisi alur-alur tersebut sehingga bisa meningkatkan kemampuan perikatan antara serat dengan matriks [10]. Sehingga, serat menjadi lebih padat dan saling terhubung secara efektif dalam matriks.

Hasil pengujian bending variasi kadar KMnO<sub>4</sub>, pengaruh proses perlakuan KMnO<sub>4</sub> pada komposit dengan serat Bambu Betung memiliki modulus elastisitas tertinggi saat diberikan perlakuan KMnO<sub>4</sub>. Nilai modulus tertinggi didapatkan dari pencampuran 5% dengan besar nilai yakni 2595,16 N/mm<sup>2</sup>. Hal ini terjadi dikarenakan perlakuan KMnO<sub>4</sub> dapat meningkatkan modulus elastisitas dari komposit. Selama reaksi oksidasi, KMnO<sub>4</sub> mengikis permukaan serat dan membuatnya lebih kasar secara fisik sehingga meningkatkan penguncian mekanik dengan matriks [11].

Hal ini memang dapat terjadi dikarenakan Kalium Permanganat (KMnO<sub>4</sub>) merupakan oksidator kuat yang dapat digunakan untuk memodifikasi sifat permukaan serat. Ketika diterapkan pada serat, KMnO<sub>4</sub> dapat meningkatkan kekasaran permukaan dan memperkenalkan gugus fungsi, seperti asam karboksilat dan gugus hidroksil, yang dapat meningkatkan ikatan antar muka antara serat dan matriks dalam material komposit. Ikatan antarmuka yang lebih baik dapat menyebabkan peningkatan modulus elastisitas serat, yang merupakan ukuran kekakuannya. Hal ini karena ikatan antarmuka dapat mentransfer lebih banyak beban dari matriks ke serat, menghasilkan mekanisme transfer beban yang lebih efisien dan kekakuan material komposit yang lebih tinggi.

Data-data yang telah didapatkan, standar yang ada untuk sebuah bodi mobil. Bodi mobil harus bisa menahan beban dari 300 N - 400 N, sedangkan beban maksimal yang dapat diterima oleh Komposit

fiber epoxy Bambu Betung dengan perlakuan Kalium Permanganat adalah 200,09 N. Sehingga, komposit Komposit Fiber Epoxy Bambu Betung dengan perlakuan Kalium Permanganat belum bisa memenuhi standar kekuatan untuk sebuah bodi mobil.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di atas yakni, pada pengujian densitas pengaruh kadar perendaman dengan dan tanpa  $\text{KMnO}_4$  didapatkan pada pengujian, cenderung mengalami kenaikan walaupun sempat mengalami penurunan saat diberi perlakuan 5%, tapi saat diberi perlakuan 7% nilai densitas langsung mengalami kenaikan tertinggi yaitu  $1,1585 \text{ g/cm}^3$ .

Pada pengujian bending didapatkan pengaruh kadar perendaman dengan dan tanpa  $\text{KMnO}_4$  dengan nilai modulus elastisitas tertinggi ada pada pencampuran  $\text{KMnO}_4$  5% sebesar  $2595,16 \text{ N/mm}^2$ . Pada kekuatan bending didapatkan nilai tertinggi pada variasi tanpa kadar  $\text{KMnO}_4$  0% yaitu  $67,61 \text{ N/mm}^2$ .

#### Referensi

- [1] *Government of Canada. Learn the facts: Weight affects fuel consumption. Natural Resources Canada.* 2016.
- [2] E. H. P. Pratomo and M. S. Y. Lubis, "Simulasi Material Komposit Berpenguat serat Bambu Dalam Pembuatan Komponen *Front Splitter* Pada Mobil," Jakarta, Dec. 2021.
- [3] Feraboli P. Masini A, Bonfatti A. *Advanced composites for the body and chassis of a production high performance car.* Int J Veh Des. 2007;44(3- 4):233-46.
- [4] Refiadi G. Syamsiar YS, Judawisastra H. Sifat Komposit Epoxy Berpenguat serat Bambu Pada Akibat Penyerapan Air. J Sains Mater Indones. 2018;19(3):98.
- [5] Popat TV, Patil AY. *A Review on Bamboo Fiber Composites.* IRE Journals. 2017;1(2):54-72.
- [6] M. Irsyad, "Sifat Fisis dan Mekanis pada Komposit Polyester serat Batang Pisang yang Disusun Asimetri," Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2015.
- [7] M. Ardianti, "Sintesis dan Karakterisasi Komposit Polyester serat Daun Lontar dengan Penambahan Variasi Konsentrasi Kalium Permanganat ( $\text{KMnO}_4$ )," Universitas Airlangga, Surabaya, 2016.
- [8] N. Herlina Sari, "Analisa Kekuatan Bending Komposit Epoxy dengan Penguatan serat Nilon," Mataram.
- [9] S. Huang, Q. Fu, L. Yan, and B. Kasal, "Characterization of interfacial properties between fibre and polymer matrix in composite materials – A critical review," Journal of Materials Research and Technology, vol. 13. Elsevier Editora Ltda, pp. 1441–1484, Jul. 01, 2021. doi: 10.1016/j.jmrt.2021.05.076.
- [10] M. Arsyad, "Karakteristik Sifat Mekanik serat Sabut Kelapa (*Cocos Nucifera*) Hasil Perlakuan Kimia," 2015.
- [11] Koskojo, A. A. Sonief, and Sutikno Djoko, "Pengaruh Waktu Perlakuan Kalium Permanganate ( $\text{KMnO}_4$ ) Terhadap Sifat Mekanik Komposit serat Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*)," Malang, 2011.