

## PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUM SERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN SERAT AMPAS TEBU TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT *HYBRID* BERMATRIK *POLYESTER*

Fajar Paunda<sup>1\*</sup>, Khairul Imad<sup>1</sup>, Abdul Muhyi<sup>1</sup>, Opi Sumardi<sup>2</sup>, Setiyo Rojikin<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknologi Produksi dan Industri, Institut Teknologi Sumatera

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Industri, Jurusan Teknologi Produksi dan Industri, Institut Teknologi Sumatera

<sup>3</sup> Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Politeknik Negeri Malang

\*Corresponding author: [fajar.paundra@ms.itera.ac.id](mailto:fajar.paundra@ms.itera.ac.id)

Diterima: 25 Februari 2022

Direvisi: 16 Maret 2022

Disetujui: 16 Maret 2022

Terbit online: 17 Maret 2022

### ABSTRAK

Komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih material yang berbeda yang dikombinasikan dengan tujuan untuk mendapatkan kekuatan yang lebih baik dari material penyusunnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh variasi fraksi volum serat terhadap nilai densitas dan nilai kekuatan tarik komposit *hybrid* berpenguat serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan serat ampas tebu. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat TTKS, serat ampas tebu dan resin Yukalac C-108B. Proses pembuatan komposit dilakukan dengan menggunakan metode *compression moulding* dengan perbandingan variasi fraksi volum serat TTKS dan ampas tebu sebesar 6:14, 8:12, 10:10, 12:8, dan 14:6. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian densitas (ASTM C271) dan kekuatan tarik (ASTM D3039). Hasil pengujian menunjukkan nilai densitas tertinggi terjadi pada fraksi volum 8:12, yaitu sebesar 1,161 gr/cm<sup>3</sup>, sedangkan terendah pada fraksi volum 14:06, yaitu sebesar 1,135 gr/cm<sup>3</sup>. Hasil uji tarik komposit diperoleh kekuatan tarik tertinggi pada fraksi volum serat 8:12 dengan nilai sebesar 17,39 MPa.

Kata kunci: serat TKKS, serat ampas tebu, kekuatan tarik.

### ABSTRACT

*Composite is a combination of two or more different materials that are combined with the aim of getting better strength from the constituent materials. This research aims to identify the effect of variations in fiber volume fraction on the density and tensile strength values of hybrid composites reinforced with oil palm empty bunches and bagasse fiber. The materials used in this research are TTKS fiber, bagasse fiber and Yukalac C-108B resin. The process of making composites was carried out using the compression molding method with a ratio of volume fractions of TTKS fiber and bagasse by 6:14, 8:12, 10:10, 12:8, and 14:6. The tests carried out were the density test (ASTM C271) and tensile strength (ASTM D3039). The test results showed the highest density value occurred in the 8:12 volume fraction, which was 1.161 gr/cm<sup>3</sup>, while the lowest was in the 14:06 volume fraction, which was 1.135 gr/cm<sup>3</sup>. The results of the composite tensile test obtained the highest tensile strength at 8:12 fiber volume fraction with a value of 17.39 MPa.*

Keywords: *TTKS fibre, bagasse fiber, tensile strength.*

## 1. PENDAHULUAN

Komposit adalah pencampuran dari dua atau lebih material yang berbeda lalu dikombinasikan dari gabungan antara serat (*reinforcement*) dan matriks guna memperoleh sifat mekanis yang lebih baik [1][2][3]. Inovasi material komposit yang terus dikembangkan agar terciptanya suatu material komposit yang ringan, kuat, berkualitas, terjangkau dalam segi biaya, serta mudah didapat. Pada bidang teknologi pengecoran logam komposit dapat diaplikasikan pada pembuatan cetakan, diantaranya sebagai bahan *flask* pada bagian *cope* maupun *drag* [4].

Penelitian-penelitian tentang komposit telah banyak dilakukan. Serat alam menjadi salah satu alternatif dalam pembuatan komposit, hal ini didukung ketersediaannya yang melimpah dan beragam. Beberapa contoh serat alam yang dilakukan dalam penelitian komposit diantaranya yaitu serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS), serat ampas tebu, serat pisang, serat rami, dan serat yang berasal dari alam lainnya[5][6][7]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ichsan dkk., (2020)[8] tentang karakteristik komposit berpenguat TKKS menggunakan variasi fraksi volum 3%, 5%, dan 8% diperoleh nilai kekuatan tarik tertinggi pada komposit adalah 30 Mpa, 25 MPa, dan 23 MPa. Nilai rata-rata kekuatan bending pada komposit 28,87 Mpa, 32,37 Mpa, dan 54,28 Mpa. Sedangkan pada penelitian tentang komposit berpenguat ampas tebu menggunakan variasi fraksi volum 4%, 8%, dan 12% dilakukan oleh Pramono dkk [6]. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa nilai rata-rata kekuatan tarik masing-masing fraksi volum adalah 20,47 MPa, 24,45 MPa, dan 28,43 MPa.

Terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kekuatan mekanis material komposit seperti variasi akuran serat, jenis serat, perlakuan alkali, fraksi volum, variasi matrik, dan penggabungan dua serat (*hybrid composite*)[2][9][10]. Laviyanda dkk [11] meneliti tentang komposit berpenguat gabungan serat *e-glass* dan serat ijuk terhadap kekuatan tarik. Perbandingan serat ijuk dan *e-glass* yang digunakan adalah 10:35, 15:30, 22.5:22.5, 30:15, dan 35:10. Hasil uji tarik diperoleh nilai rata-rata kekuatan tarik fraksi volum 35:10 yaitu 77,48 MPa, fraksi volum 30:15 adalah 86,06 MPa, fraksi volum 22,5:22,5 adalah 93,5 MPa, 15:30 adalah 105, 95 MPa dan 10:35 adalah 129,02 MPa.

Banyak penelitian yang telah dilakukan mengenai komposit berpenguat serat alam, namun belum terdapat penelitian tentang komposit *hybrid* serat TKKS dan serat ampas tebu dengan variasi fraksi volum dalam suatu ruang lingkup penelitian. Sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh variasi fraksi volum pada komposit *hybrid* berpenguat serat ampas tebu dan serat TTKS dengan perbandingan serat 6:14, 8:12, 10:10, 12:8, dan 14:6 terhadap kekuatan tarik dan densitas.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin Yukalac C-108B sebagai matrik, serat TTKS, dan serat ampas tebu sebagai penguatnya. Serat TTKS dihasilkan dari limbah Pabrik pengolahan kelapa sawit yang berada di daerah Lampung. Sedangkan limbah serat tebu diperoleh dari penjual es tebu di sekitar Bandar Lampung. Kedua serat dipotong 5 cm dan dicuci bersih. Serat direndam menggunakan NAOH 5% selama 2 jam, hal ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran yang berada di permukaan serat[12][13][14]. Gambar 1 menunjukkan serat TTKS dan serat tebu yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Serat alam (a.) Serat TTKS, (b.) Serat ampas tebu

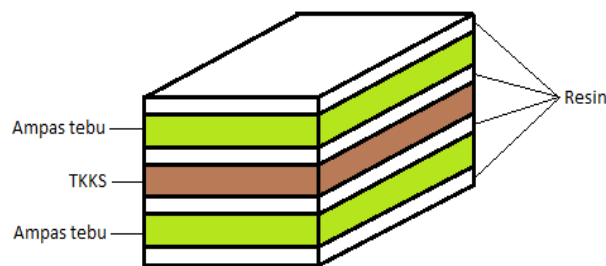
## 2.2 Fabrikasi Komposit

Fraksi volum yang digunakan pada komposit adalah sebesar 80% matrik dan 20% serat yang terdiri dari serat TKKS dan serat ampas tebu. Serat ini divariasikan sedemikian rupa agar sesuai dengan fraksi volum. Tabel 1 menunjukkan variasi dari fraksi volum yang digunakan.

Tabel 1. Fraksi volum komposit

Kode	Serat tebu (%)	Serat TTKS (%)	Matrix (%)
06:14	6	14	60
08:12	8	12	60
10:10	10	10	60
12:10	12	8	60
14:06	14	6	60

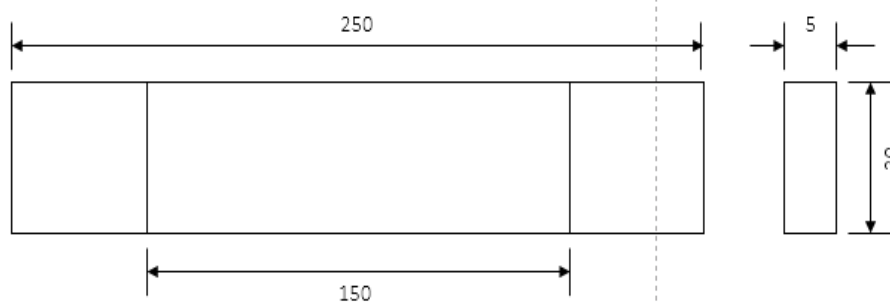
Komposit dibuat dengan metode *compression molding*. *Compression molding* merupakan metode pembuatan komposit dengan diberi tekanan [15]. Proses pembuatannya diawali dengan pengolesan *wax* pada permukaan cetakan agar komposit tidak menepel saat dikeluarkan dari cetakan. Selanjutnya matrik dimasukkan kedalam cetakan dan dilanjutkan dengan penyusunan serat TKKS dan ampas tebu. Matrik dituangkan kembali hingga menutupi kedua serat secara merata. Komposit ini terdiri dari 3 lapisan serat. Lapisan pertama diisi dengan serat tebu, lapisan kedua serat TKKS, dan lapisan ketiga diisi dengan serat tebu kembali. Gambar 2 menunjukkan ilustrasi penyusunan serat. Komposit ditekan 50 bar selama 24 jam. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan udara yang terjebak di dalam komposit dan komposit kering dengan sempurna.



Gambar 2. Ilustrasi susunan serat

## 2.3 Pengujian

Pengujian yang dilakukan dipenelitian ini adalah pengujian densitas dan kekuatan tarik. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Rekayasa Material Institut Teknologi Sumatera dengan menggunakan mesin *Universal Testing Machine* Zwick Roell All Round Z250SR. Uji tarik mengacu pada standar ASTM D3039. Gambar 3 menunjukkan dimensi ASTM D3039.

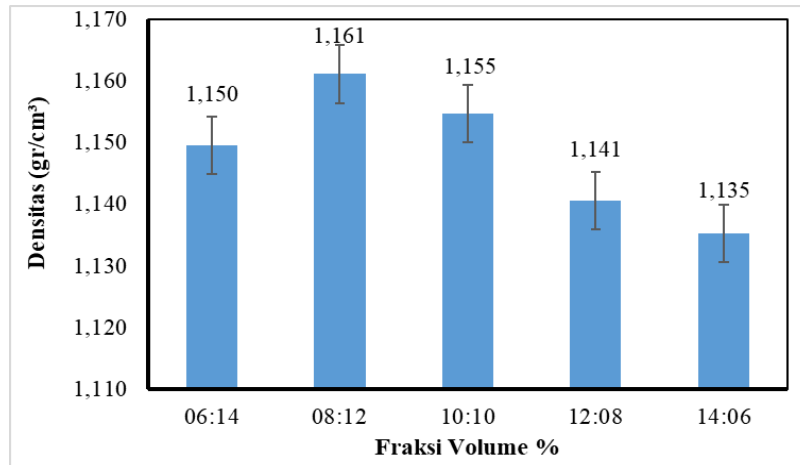


Gambar 3. ASTM D3039

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Densitas

Salah satu indikator penting yang mempengaruhi sifat dari material komposit adalah kerapatan (densitas). Semakin tinggi densitas maka kekuatan komposit akan semakin kuat [24][25]. Untuk mengetahui densitas suatu komposit dapat diketahui dengan menghitung massa per volume komposit [16][17]. Gambar 4 merupakan grafik dari data hasil pengujian densitas komposit.

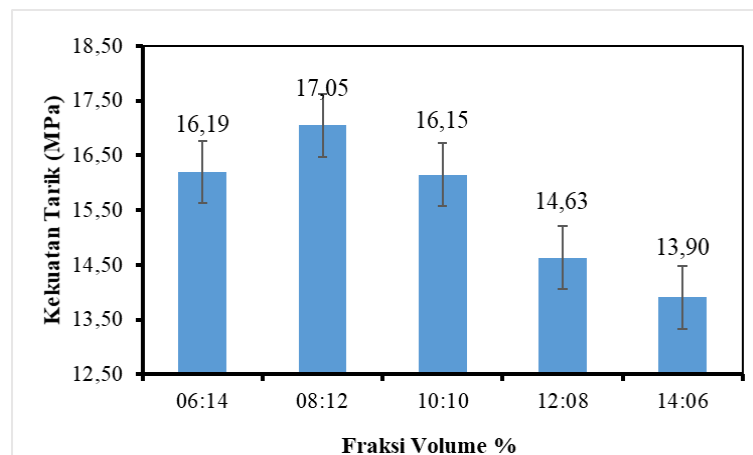


Gambar 4. Grafik densitas komposit

Gambar 4 menunjukkan bahwa seiring bertambahnya jumlah fraksi volum serat ampas tebu maka densitasnya akan menurun. Namun pada fraksi volum 6:14 nilai densitas menurun akibat penyimpangan data yang cukup besar. Penyimpangan data ini ditandai dengan standar deviasi yang tinggi pada fraksi volum 6:14. Penyimpangan data disebabkan oleh beberapa faktor seperti *void* dan kurang meratanya dalam penyusunan serat. Nilai densitas akan semakin kecil apabila komposit terdapat banyak *void* [16][19][20]. Karena *void* akan menyebabkan ruang kosong pada komposit yang dapat mengurangi berat komposit. Sedangkan penyusunan serat yang kurang merata mengakibatkan ketidaksamaan jumlah serat pada setiap spesimen komposit.

#### 3.2 Uji Tarik

Pengujian tarik dilakukan dengan memberikan beban gaya yang sejajar dengan arah benda. Hasil pengujian tarik komposit gabungan dengan serat TKKS dan serat ampas tebu berupa gaya tarik maksimum yang ditarik hingga putus. Gambar 5 merupakan grafik tegangan tarik pada komposit.



Gambar 5. Hasil uji tarik

Grafik 5 menunjukkan kekuatan tarik tertinggi ditunjukkan pada fraksi volum 8:12 dengan nilai 17,05 MPa dan kekuatan tarik terendah ditunjukkan pada fraksi volum 14:6 dengan nilai 13,90 MPa. Kekuatan tarik menurun dari fraksi volum 8:12 sampai dengan fraksi volum 14:6. Sehingga dapat dikatakan bahwa kekuatan tarik menurun seiring bertambahnya jumlah serat ampas tebu yang terdapat pada komposit. Namun pada fraksi volum 6:14 terdapat penyimpangan data yang mengakibatkan penurunan nilai kekuatan tarik. Penurunan nilai kekuatan tarik ini disebabkan karena adanya *void*. *Void* ini mengakibatkan penurunan akibat kerusakan awal yang terjadi sebelum komposit dilakukan pengujian tarik[21][22][23].

Kenaikan dan penurunan nilai kekuatan tarik dipengaruhi oleh densitas. Semakin banyak serat ampas tebu, maka densitas komposit akan semakin menurun kekuatan tariknya. Hal ini terjadi karena serat ampas tebu memiliki diameter serat yang lebih kecil dan ringan dibandingkan serat TKKS. Sehingga serat ampas tebu lebih mudah patah dibandingkan serat TKKS. semakin tinggi densitas suatu komposit, maka akan semakin tinggi pula kekuatan tariknya [24][25][26]. Namun apabila semakin rendah densitas suatu komposit, maka akan semakin menurun pula kekuatannya [8][10][27].

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian, maka dapat diambil kesimpulan bahwa variasi fraksi volum serat pada komposit *hybrid* berpenguat gabungan serat TKKS dan ampas tebu berpengaruh pada densitas dan kekuatan tarik. Kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada fraksi volum serat 8:12 dengan nilai sebesar 17,05 MPa dan kekuatan tarik terendah diperoleh pada fraksi volum serat 14:6 dengan nilai sebesar 13,90 Mpa. Kekuatan tarik meningkat seiring bertambahnya fraksi volum serat ampas tebu.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Paundra, T. Triyono, and W. P. Raharjo, "Cu Addition Effect Analysis on Matrix Of Remelting Piston Aluminium Composite with Silica Sand Reinsforcement to The Impact Strength and Micro Structure on Aluminium Matrix Composite Using Stir-Casting Method," Mek. Maj. Ilm. Mek., vol. 16, no. 1, pp. 20–25, 2017.
- [2] Ilham, Bakri, and R. Magga, "Sifat Kuat Tarik Material Komposit Hibrid Berpenguat Serat Ijuk dan Sabut Kelapa dengan Orientasi Serat Acak," J. Mek., vol. 10, no. 2, pp. 980–991, 2019.
- [3] B. A. Saputra, Sutrisno, and Sudarno, "PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT PELEPAH PISANG RESIN POLYESTER TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN Program Studi Teknik Mesin , Fakultas Teknik , Universitas Merdeka Madiun," Tek. Mesin, vol. 6, pp. 561–566, 2018.
- [4] Teknologi Manufaktur. Cetakan Pasir pada Proses Pengecoran. Available from : <https://teknikmesinmanufaktur.blogspot.com/2019/11/cetakan-pasir-pada-proses-pengecoran.html>. (diakses pada 5 Maret 2022).
- [5] R. Lusiani, S. Sunardi, and Y. Ardiansah, "Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Papan Partikel dengan Variasi Panjang Serat," Flywheel J. Tek. Mesin Untirta, vol. I, no. 1, pp. 46–54, 2015.
- [6] C. Pramono, S. Widodo, and M. G. Ardiyanto, "Karakteristik Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu Dengan Matriks Epoxy," J. Mech. Eng., vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2019.
- [7] M. P. Artika and A. Mahyudin, "Pengaruh Persentase Serat Pinang terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradabilitas Komposit Polipropilena dengan Penambahan Pati Pisang," J. Fis. Unand, vol. 8, no. 2, pp. 158–163, 2019.

- [8] R. M. Ichsan, H. Sukma, A. R. Tatak, J. T. Mesin, U. Pancasila, and R. Epoksi, "Pengembangan komposit matriks polimer berpenguat serat tandan kosong kelapa sawit," vol. 15, pp. 21–26.
- [9] R. Aditya Perdana, "Komposit Serat Bambu Dengan Variasi Orientasi Susunan Serat Sebagai Material Alternatif Peredam Suara," Skripsi S1, Univ. Sanata Darma, Yogyakarta, pp. 1–89, 2018.
- [10] F. Paundra et al., "ANALISIS KEKUATAN TARIK KOMPOSIT HYBRID," vol. 11, no. 1, pp. 9–13, 2022.
- [11] O. S. Laviyanda and I. M. Arif, "PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT KOMPOSIT HIBRID BERPENGUAT SERAT E-GLASS DAN SERAT IJUK ( ACAK-ANYAM-ACAK ) TERHADAP KEKUATAN TARIK DENGAN Okta Sakti Laviyanda Mochammad Arif Irfa ' i Abstrak," Jtm, vol. 10, p. 6, 2018.
- [12] A. A. Mohammed, D. Bachtiar, M. R. M. Rejab, and J. P. Siregar, "Effect of microwave treatment on tensile properties of sugar palm fibre reinforced thermoplastic polyurethane composites," Def. Technol., vol. 14, no. 4, pp. 287–290, 2018.
- [13] S. Sakuri, E. Surojo, D. Ariawan, and A. R. Prabowo, "Investigation of Agave cantala-based composite fibers as prosthetic socket materials accounting for a variety of alkali and microcrystalline cellulose treatments," Theor. Appl. Mech. Lett., vol. 10, no. 6, pp. 405–411, 2020.
- [14] A. J. Adeyi, O. Adeyi, E. O. Oke, O. A. Olalere, S. Oyelami, and A. D. Ogunsola, "Effect of varied fiber alkali treatments on the tensile strength of Ampelocissus cavicaulis reinforced polyester composites: Prediction, optimization, uncertainty and sensitivity analysis," Adv. Ind. Eng. Polym. Res., vol. 4, no. 1, pp. 29–40, 2021.
- [15] M. Syaekani, F. Paundra, F. Qalbina, I. D. Arirohman, and P. Yunesti, "Desain dan Analisis Mesin Press Komposit Kapasitas 20 Ton," pp. 29–34, 2021.
- [16] T. Djunaedi and B. Setiawan, "Pengujian Kekuatan Tarik Komposit Variasi Arah Serat Roving – Resin Polyester Bqtn R157 Yang Diproduksi Dengan Metode Vacuum Bagging Untuk Aplikasi Pesawat Tanpa Awak," Semin. Nas. Sains dan Teknol., pp. 1–10, 2018.
- [17] F. Y. Utama and H. Zakiyya, "Pengaruh Variasi Arah Serat Komposit Berpenguat Hibrida Fiberhybrid Terhadap Kekuatan Tarik Dan Densitas Material Dalam Aplikasi Body Partmobil," Mekanika, vol. 15, no. 2, pp. 60–69, 2016.
- [18] N. Nuryati, R. R. Amalia, and N. Hairiyah, "PEMBUATAN KOMPOSIT DARI LIMBAH PLASTIK POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET) BERBASIS SERAT ALAM DAUN PANDAN LAUT (Pandanus ...)," J. Agroindustri, pp. 107–117, 2020.
- [19] L. Banowati, H. Hartopo, G. Octariyus, and J. Suprihanto, "Analisis perbandingan kekuatan tarik komposit rami/epoksi dan hibrid rami e-glass/epoksi," Indept, vol. 9, no. 1, p. 80, 2020.
- [20] N. Nopriantina and A. -, "PENGARUH KETEBALAN SERAT PELAPAH PISANG KEPOK (Musa paradisiaca) TERHADAP SIFAT MEKANIK MATERIAL KOMPOSIT POLIESTER-SERAT ALAM," J. Fis. Unand, vol. 2, no. 3, pp. 195–203, 2013.
- [21] Z. D. Zulkifli Ida Bagus, "Analisa Pengaruh Perlakuan Alkalisasi Dan Hydrogen Peroksida Terhadap Kekuatan Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa Bermatriks Epoxy," J. POLIMESIN, no. Vol 17, No 1 (2019): Polimesin, pp. 41–46, 2019.
- [22] C. putri Kusuma kencanaawati, I. K. Gede Sugita, N. Suardana, and I. W. B. Suyasa,

- “Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Fisik, dan Mekanik Serat Kulit Buah Pinang,” J. Energi Dan Manufaktur, vol. 11, no. 1, p. 6, 2018.
- [23] R. R. Rizkiansyah and I. Purnomo, “Sifat Mekanik Komposit Polipropilena Berpenguat Serat Sansevieria Unidirectional,” Mesin, vol. 25, no. 2, pp. 73–82, 2016.
- [24] N. Nurhidayah, “Pengaruh variasi fraksi volume serat daun lontar (*Borassus flabelifer*) terhadap sifat fisik dan sifat mekanik komposit polyester,” 2016.
- [25] M. S. Xaveria, S. Perdinan, and S. M., “Pembuatan Dan Karakterisasi Komposit Serat Palem Saray Dengan Matriks Poliester,” vol. 2, no. November, p. 1998, 1998.
- [26] Eqitha Dea Clareyna and L. J. Mawarani, “Pembuatan dan Karakteristik Komposit Polimer Berpenguat Bagasse,” J. Tek. Pomits, vol. 2, no. 2, pp. 208–213, 2013.
- [27] A. Nurdin, S. Hastuti, H. P. D., and R. H., “Pengaruh Alkali dan Fraksi volum terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Akar Wangi – Epoxy,” Rotasi, vol. 21, no. 1, p. 30, 2019.