

## PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUM TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT *HYBRID* BERPENGUAT SERAT PELEPAH PISANG DAN SERAT DAUN NANAS BERMATRIK POLYESTER

Fajar Paundra<sup>1\*</sup>, Zuhdi Zainul Muttaqin<sup>2</sup>, Fajar Perdana Nurullah<sup>3</sup>, Eko Pujiyulianto<sup>4</sup>, Febri Budi Darsono<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> D Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknologi Produksi dan Industri, Institut Teknologi Sumatera, Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Kec. Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung 35365

<sup>5</sup>Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang (UNNES), Sekaran, Kec. Gunung Pati, Kota Semarang, Jawa Tengah, 50229

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

### Riwayat Artikel

Diterima

25/02/2022

Disetujui

17/06/2022

Diterbitkan

30/09/2022

### Abstrak

Komposit *hybrid* adalah komposit yang menggunakan 2 macam atau lebih serat sebagai penguatnya. Pemilihan serat dan fraksi volum antar serat sangat berpengaruh terhadap kekuatan sebuah komposit. Sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh variasi fraksi volum serat pelepah pisang dan serat daun nanas terhadap kekuatan tarik komposit. Proses pembuatan komposit dilakukan dengan metode *compression molding*. Variasi persentase perbandingan fraksi volum serat pelepah pisang dan serat daun nanas adalah 10:20, 12,5:17,5, 15:15, 17,5:12,5 dan 20:10. Setelah proses pencetakan, dilakukan proses pengeringan selama 7 hari di ruangan. Pengujian tarik mengacu pada ASTM D3039. Hasil uji tarik menunjukkan nilai kekuatan tarik tertinggi berada pada variasi fraksi volum 20:10 sebesar 26,55 MPa.

**Kata Kunci:** Komposit *hybrid*, Pelepah pisang, daun nanas.

### Abstract

Hybrid composites are composites that use 2 or more fibers as reinforcement. The choice of fiber and the volume fraction between fibers greatly affect the strength of a composite. So it is necessary to do further research on the effect of volume fraction variations of banana midrib fiber and pineapple leaf fiber on the tensile strength of the composite. The composite manufacturing process is carried out by the compression molding method. The percentage variation of the volume fraction ratio of banana midrib fiber and pineapple leaf fiber was 10:20, 12.5:17.5, 15:15, 17.5:12.5 and 20:10. After the printing process, the drying process was carried out for 7 days in the room. Tensile test refers to ASTM D3039. The results of the tensile test showed that the highest tensile strength value was at the volume fraction variation of 20:10 of 26.55 MPa.

**Keywords:** Hybrid composite, Banana midrib, Pineapple leaf.

### 1. Pendahuluan

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam industri berkembang sangat pesat. Hal ini menuntut terobosan baru dalam menciptakan material maju seperti komposit serat alam. Material komposit berpenguat serat alam merupakan material yang ramah lingkungan, karena serat alam diambil dari alam langsung dan bukan buatan campur tangan ataupun rekayasa manusia [1][2][3].

Serat alam biasanya didapatkan dari batang maupun daun dari tumbuhan. Dari batang biasanya ditemukan pada pohon pisang dan tebu sedangkan

pada daun bisa didapat dari daun nanas dan daun eceng gondok [4][5][6]. Komposit serat alam biasanya menggunakan matrik polimer yang dicampurkan dengan serat alam sebagai penguat kompositnya [2]. Penguat pada komposit berperan sebagai bagian penting yang menahan apabila terjadi beban pada material komposit, sehingga tinggi rendahnya ketahanan dari material komposit sangat bergantung dari kekuatan penguat yang digunakan [7]. Umumnya kandungan kimia pada serat alam berupa *selulosa*, *lignin*, *hemiselulosa* dan kadar air berturut-turut adalah 60-65%, 5-10%, 6-8% dan 10-15% [8][9].

Beberapa cara dilakukan untuk memperkuat komposit serat alam, diantaranya dengan metode alkali dan penggabungan lebih dari dua serat (*hybrid*) [10][11]. Alkalisasi adalah salah satu metode penguatan untuk menambah *wettability* serat dengan cara menghilangkan kandungan serat alam seperti *pektin*, *lignin* dan *hemiselulosa* karena dapat mengurangi keefektifan serat, dengan semakin kecilnya kandungan *lignin*, *pektin* dan *hemiselulosa* pada serat maka *wettability* penguat terhadap matrik akan lebih baik [12][13]. Komposit yang memakai matrik poliester, pada umumnya menggunakan massa matrik dan massa serat dengan perbandingan 70%:30%. Dari data tersebut maka diketahui bahwa semakin besar massa matrik daripada massa serat akan menciptakan nilai kekuatan tarik yang lebih baik pada suatu material komposit [14].

Saputra dkk., (2018)[15] meneliti tentang pengaruh dari fraksi volum serat terhadap kekuatan tarik dan daya serap air dari suatu komposit campuran pelepah pisang sebagai serat penguat dan resin poliester sebagai matrik polimer. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kekuatan tarik, regangan dan *modulus elastisitas* dengan nilai tertinggi yaitu pada fraksi volum serat 28%, dimana kuat tarik sebesar 226,82 Mpa, dan nilai *modulus elastisitas* sebesar 10614,45 MPa. Sedangkan kekuatan *bending* komposit serat pelepah pisang, dengan komposisi serat sebanyak 30% yang dilakukan oleh Zulfikar dkk., (2013)[16] didapatkan kekuatan *bending* tertinggi yaitu sebesar 6,44 MPa. Penelitian juga dilakukan oleh Hadi dkk., (2016) [4]. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa komposit serat daun nanas dengan komposisi serat 30% dan arah serat 45° memiliki kekuatan tarik sebesar 34,8 MPa sedangkan untuk *modulus elastisitasnya* sebesar 6088,16 MPa, sedangkan untuk uji *bending* kekuatan lentur yang paling tinggi berada pada arah sudut 22,50° yaitu sebesar 144.08 MPa.

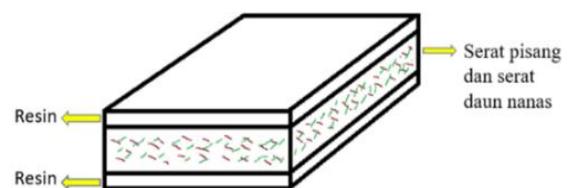
Penelitian tentang komposit berpenguat yaitu serat pelepah pisang dan serat daun nanas dilakukan oleh Doyan dkk., (2018)[17]. Hasil penelitian menunjukkan nilai kekuatan tarik terbesar berada pada komposit dengan fraksi volum antara serat dan matrik 50:50, nilai tegangan sebesar 15,42 MPa, perpanjangan 0,0402 mm dan modulus *elastisitas* 1350,5 MPa. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Firman dkk., (2017)[18] tentang analisa kekuatan *bending* dari material komposit yang berpenguat gabungan serat daun nanas dan serat ampas tebu sebagai alternatif komponen kapal, diperoleh hasil dari uji *bending* variasi dengan volum 50:50 memiliki modulus *elastisitas* dan kuat tekan yang lebih baik dibandingkan variasi lainnya, yaitu sebesar 3215,22 N/mm<sup>2</sup>.

Dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya tersebut belum ada penelitian yang menggabungkan 2 serat sebagai penguat yaitu serat pelepah pisang dan serat daun nanas dalam satu lingkup penelitian. Hal tersebut membuat peneliti ingin melaksanakan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh dari variasi fraksi volum terhadap kekuatan tarik komposit berpenguat gabungan serat pelepah pisang dan serat daun nanas.

## 2. Metode

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat pelepah pisang dan serat daun nanas sebagai penguat, sedangkan matriknya menggunakan *Unsaturated Polyester Resin Yukalac C-108B*. Serat pelepah pisang dan serat daun nanas dipotong sepanjang 5 cm. Kemudian direndam menggunakan NaOH sebanyak 5% selama 2 jam. Setelah direndam, serat kemudian dilakukan pengeringan dengan penjemuran selama 2 jam dibawah sinar matahari dan pengovenan selama 45 menit pada temperatur 110°C.

Pembuatan komposit dilakukan dengan metode *compression molding* dengan tekanan 50 bar selama 24 jam. Proses pembuatannya komposit dengan pengolesan wax pada cetakan agar komposit tidak menepel saat dikeluarkan dari cetakan[6]. Resin dalam bentuk cair dicampurkan dengan serat pelepah pisang dan serat daun nanas yang telah digabungkan sesuai dengan komposisi masing-masing, setelah itu dimasukkan kedalam cetakan. Gambar 1 menunjukkan ilustrasi komposit serat.



Gambar 1. Ilustrasi penyusunan letak serat

Fraksi volum yang digunakan pada komposit adalah sebesar 80% matrik dan 30% serat pelepah pisang dan serat daun nanas. Serat ini divariasikan sedemikian rupa agar sesuai dengan fraksi volum. Tabel 1 menunjukkan variasi dari fraksi volum yang digunakan.

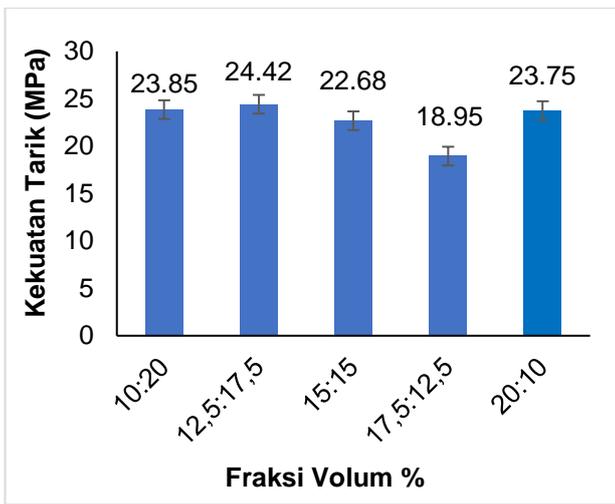
Tabel 1. Fraksi volum komposit

| Kode      | Serat Pisang (%) | Serat TTKS (%) | Resin (%) |
|-----------|------------------|----------------|-----------|
| 10:20     | 10               | 20             | 80        |
| 12,5:17,5 | 12,5             | 17,5           | 80        |
| 15:15     | 15               | 15             | 80        |
| 17,5:12,5 | 17,5             | 12,5           | 80        |
| 20:10     | 20               | 10             | 80        |

Material komposit gabungan serat pelepah pisang dan daun nanas yang dihasilkan akan dilakukan pengujian tarik. Pengujian tarik mengacu pada ASTM D3039. Kemuadian hasil patahannya diamati untuk mengetahui karakteristik patahan komposit tersebut.

**3. Hasil dan Pembahasan**

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui kemampuan komposit dalam menerima beban tarik maksimum[19]. Gambar menunjukkan hasil uji tarik komposit serat pisang dan daun nanas. Gambar 2 menunjukkan hasil uji tarik komposit.

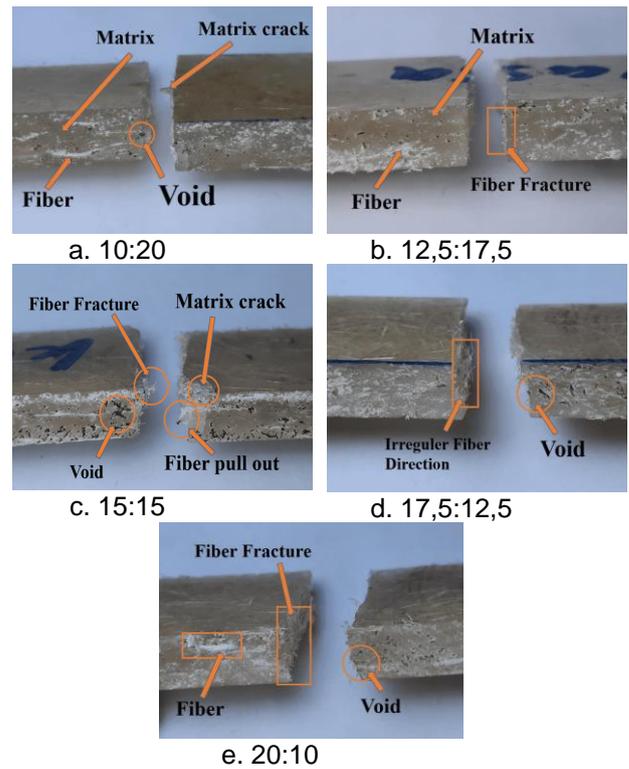


Gambar 2. Hasil uji tarik

Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin besar fraksi volum serat pelepah pisang maka semakin besar juga kekuatan tarik komposit. Hal tersebut dikarenakan *interfacial bonding* dan struktur serat pelepah pisang lebih baik dari serat daun nanas [18][19]. *Interfacial bonding* adalah ikatan antara serat dan matrik [7]. Namun pada hasil kekuatan tarik dengan fraksi volum 17,5 serat pisang : 12,5 serat nanas kekuatan tarik komposit mengalami penurunan disebabkan oleh posisi serat yg tidak tegak lurus dengan pengujian dikarenakan serat disusun secara acak.

Serat yang tidak searah dengan beban gaya akan mempengaruhi kekuatan komposit, karena saat pengujian, serat yang tidak searah akan mengalami penumpukan tegangan pada satu daerah saja [20][21]. Penurunan kekuatan komposit ini juga terjadi karena adanya *void*. *Void* merupakan udara yang terjebak di dalam komposit. *Void* pada komposit akan menyebabkan spesimen uji semakin rapuh, Hal ini karena *void* dapat mempengaruhi ikatan serat dan matrik. Jika komposit menerima beban, maka daerah tegangan akan bergerak ke daerah *void* sehingga akan mengurangi kekuatan komposit tersebut [22][23]. Hasil uji tarik sangat berpengaruh terhadap hasil patahannya. Gambar 3

menunjukkan foto makro hasil patahan spesimen uji tarik komposit.



Gambar 3. Patahan hasil uji tarik

Gambar 3 menunjukkan hasil patahan yang terjadi pada spesimen uji tarik adalah patahan getas. Patahan getas dapat diketahui dari hasil patahan yang rata dan terlihat mengkilap [24][25]. Patahan getas disebabkan karena tidak meratanya serat yang mengakibatkan terlalu banyaknya resin pada spesimen pengujian, resin yang terlalu banyak akan mengakibatkan spesimen menjadi getas. hal ini karena matrik menciptakan kekakuan pada komposit [26].

Model patahan spesimen orientasi gabungan serat ini juga terdapat kombinasi antara patahan getas (*brittle fracture*) dan *fibers fracture* atau dikenal dengan patahan sikat (*brush fracture*) [2][27][28]. Patahan sikat diidentifikasi dengan adanya butir-butir halus pada permukaan patahan spesimen, permukaan dari patahan spesimen uji mengkilap dan terdapat serabut-serabut kasar pada permukaan patahannya yang berbentuk seperti sikat [29]. Banyaknya *fiber fracture* juga menandakan ikatan yang bagus antara matrik dan serat [30][31]. Patahan juga terjadi karena serat yang tidak searah dengan pengujian sehingga mengurangi kekuatan tariknya [32][7].

**4. Kesimpulan**

Berdasarkan pengolahan data dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa pengaruh variasi fraksi volum serat pada komposit berpengaruh terhadap hasil patahannya. Gambar 3

serat daun nanas terhadap kekuatan tarik tidak terlalu besar. Untuk hasil variasi fraksi volum serat pada komposit terhadap pengujian tarik diperoleh kekuatan tarik tertinggi pada variasi fraksi volum 20 % serat pisang : 10 % serat nanas dengan nilai sebesar 26,55 MPa.

#### Daftar Pustaka

- [1] S. B. Sebastian, H. Sukma, and A. R. Tatak, "Pengembangan komposit matriks polimer berpenguat serat serabut kelapa," *J. Mek. Tek. Mesin*, vol. 15, no. 1, pp. 1–5, 2020.
- [2] 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.
- [3] R. Purwati and R. D. Purwati, "Strategi Pengembangan Rami (*Boehmeria nivea* Gaud.)," *Perspektif*, vol. 9, no. 2, pp. 106–118, 2010.
- [4] T. S. Hadi, S. Jokosisworo, and P. Manik, "Analisa Teknis Penggunaan Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pembuatan Kulit Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Tarik, Bending Dan Impact," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 4, no. 1, pp. 323–331, 2016.
- [5] P. I. Purboputro, "Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Impak Komposit Enceng Gondok Dengan Matriks Poliester," *Media Mesin Maj. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 2, pp. 70–76, 2017.
- [6] F. Paundra et al., "ANALISIS KEKUATAN TARIK KOMPOSIT HYBRID," vol. 11, no. 1, pp. 9–13, 2022.
- [7] F. Paundra et al., "Analisis Kekuatan Tarik Komposit Hybrid," vol. 11, no. 1, pp. 9–13, 2022.
- [8] I. A. Dewi, A. Ihwah, H. Y. Setyawan, A. A. N. Kurniasari, and A. Ulfah, "Optimasi Proses Delignifikasi Pelepah Pisang Untuk Bahan Baku Pembuatan Kertas Seni," *Sebatik*, vol. 23, no. 2, pp. 447–454, 2019.
- [9] E. M. Siagian, "Sifat Komposit Berpenguat Serat Buah Pinang," *Sifat Komposit*, vol. 3, no. Fiber Composite, pp. 1–98, 2017.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] G. Sathyamoorthy, R. Vijay, and D. Lenin Singaravelu, "Development and characterization of alkali-treated and untreated *Dactyloctenium aegyptium* fibers based epoxy composites," *Mater. Today Proc.*, vol. 39, no. xxxx, pp. 1215–1220, 2020.
- [13] D. Ariawan, T. S. Rivai, E. Surojo, S. Hidayatulloh, H. I. Akbar, and A. R. Prabowo, "Effect of alkali treatment of *Salacca Zalacca* fiber (SZF) on mechanical properties of HDPE composite reinforced with SZF," *Alexandria Eng. J.*, vol. 59, no. 5, pp. 3981–3989, 2020.
- [14] Sarudin, Sudarsono, and G. Yuspian, "Karakteristik Kekuatan Tarik pada Komposit Hybrid , Serat Rami , Fiberglass , dan Resin Polyester," *ETHALPHY J. Ilm. Mhs. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 4, pp. 124–128, 2019.
- [15] B. A. Saputra, P. Studi, T. Mesin, F. Teknik, and U. M. Madiun, "PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT PELEPAH PISANG RESIN POLYESTER TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN Program Studi Teknik Mesin , Fakultas Teknik , Universitas Merdeka Madiun," pp. 561–566, 2018.
- [16] Zulfikar; Julian, "Kekuatan mekanik bahan komposit polimer serat batang pisang," 2013.
- [17] A. Doyan, Susilawati, Kosim, I. Dahlan, and A. Pauzi, "Mechanical Properties of Composite Polymer Mixture of Banana and Pineapple Fiber for Sound Wave Absorbers," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1120, no. 1, 2018.
- [18] S. H. Firman, Muris, and Subaer, "Studi Sifat Mekanik dan Morfologi Komposit Serat Daun Nanas- Epoxy Ditinjau dari Draksi Fassa dengan Orientasi Serat Acak," *J. Sains dan Pendidik. Fis.*, vol. 11, no. 2, pp. 185–191, 2015.
- [19] 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.

- [20] M. F. D. PRASTANTO, "Analisis Massa Jenis Dan Kekuatan Tarik Material Komposit Berpenguat Serat Glass Dari Hasil Metode Vacuum Infusion," pp. 7–25, 2014.
- [21] I. K. A. Widi, W. Sujana, G. A. Pohan, and P. S. Saskara, "Analisa Uji Tarik Dan Impak Komposit Epoxy Rami -Agave – Karbon dengan Campuran Epoxy-Karet Silikon (30%, 40%, 50%)," *J. Flywheel*, vol. 11, no. 1, pp. 10–14, 2020.
- [22] A. Saidah, S. E. Susilowati, and Y. Nofendri, "Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Mekanik Komposit Serat Jerami Padi Epoxy Dan Serat Jerami Padi Resin Yukalac 157," *J. Konversi Energi dan Manufaktur UNJ*, pp. 96–101, 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] 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.
- [25] W. A. Saputra, "Pengaruh Perendaman Pada Rekayasa Bahan Komposit Berpenguat Serat Limbah Rambut Bermatriks Epoxy terhadap Kekuatan Mekanik," *Roda Gigi J. Tek. Mesin Unidayan*, vol. 1, pp. 36–41, 2017.
- [26] M. Muhajir, M. A. Mizar, D. A. Sudjimat, and J. P. T. Mesin-ft, "Analisis Kekuatan Tarik Bahan Komposit Matriks Resin Berpenguat Serat Alam Dengan Berbagai Varian Tata Letak," *J. Tek. Mesin*, vol. 24, no. 2, pp. 1–8, 2016.
- [27] A. Riyanto and M. . Irfa'l, "Pengaruh Fraksi Volume Serat Komposit Hybrid Berpenguat Serat Bambu Acak Dan Serat E-Glass Anyam Dengan Resin Polyester Terhadap Kekuatan Bending," *J. Tek. Mesin*, vol. 06, no. 02, pp. 55–60, 2018.
- [28] I. P. G. Suartama, I. N. P. Nugraha, and K. R. Dantes, "Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Sifat Mekanis Komposit Matriks Polimer Polyester Diperkuat Serat Pelepah Gebang," *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 4, no. 1, 2020.
- [29] I. W. Widiarta, I. N. P. Nugraha, and K. R. Dantes, "Pengaruh Orientasi Serat Terhadap Sifat Mekanik Komposit Berpenguat Serat Alam Batang Kulit Waru(Hibiscus Tiliaceust) Dengan Matrik Poliyester," *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 6, no. 1, p. 41, 2018.
- [30] A. Wahyu P, D. Djumhariyanto, and Sumarji, "PENGARUH VARIASI PANJANG SERAT DAN VARIASI FRAKSI VOLUME TERHADAP KEKUATAN MEKANIK MATERIAL KOMPOSIT Abstrak," *Artik. Ilm. Has. Penelit. Mhs.*, pp. 1–4, 2014.
- [31] A. Nurdin, S. Hastuti, H. P. D., and R. H., "Pengaruh Alkali dan Fraksi Volume terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Akar Wangi – Epoxy," *Rotasi*, vol. 21, no. 1, p. 30, 2019.
- [32] R. P. Devriana, "Karakteristik komposit berpenguat serat tandan kosong kelapa sawit dengan komposisi fraksi volume serat 4 %, 6 %, dan 8 %, menggunakan perlakuan curing," 2017.