

PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT AMPAS TEBU DAN MATRIKS EPOXY TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT

Sayidul Ikrom¹, Priyagung Hartono², Cepi Yazirin³

^{1*)} Universitas Islam Malang

email: gubukbti@gmail.com

²⁾ Universitas Islam Malang

email: priyagung@unisma.ac.id

³⁾ Universitas Islam Malang

email: cepiyazirin10@unisma.ac.id

ABSTRACT

*Natural fiber-based composites continue to be developed as an alternative to metal materials. This is based on the characteristics of composite materials, which possess capabilities such as corrosion resistance, water resistance, high durability, and lighter weight compared to metals. Natural fibers are readily available, making sugarcane bagasse fiber an attractive choice to substitute synthetic fibers commonly applied in textiles and composite reinforcements. Sugarcane bagasse fiber, derived from sugarcane plants or sugar industry waste, exhibits considerable tensile strength, making it a potential alternative component for composite material production. This study integrates sugarcane bagasse fiber into composites with variations in fiber volume fractions of 40%, 50%, and 60%, as well as parallel and random fiber orientations. The method applied is *true experimental research* to analyze the impact of different sugarcane bagasse fiber volume fractions and epoxy matrix on the tensile strength of the composite. A total of 36 samples were produced, with three specimens for each variation, and tensile tests were conducted using the ASTM D638-01 standard. The study's findings reveal that the highest tensile strength was achieved with a 60% fiber volume fraction, parallel orientation, and a soaking time of 2 hours, yielding a stress value of 51.558 MPa. Meanwhile, for random fiber orientation under the same conditions, the stress value reached 35.05 MPa. This study demonstrates that the addition of sugarcane bagasse fiber significantly impacts the tensile strength of natural fiber-based composites.*

Keywords: Composite; Sugarcane Bagasse Fiber; Epoxy Resin; Tensile Test

ABSTRAK

Komposit bersumber serat alam terus dikembangkan sebagai alternatif peralihan material logam. Hal ini didasarkan pada karakteristik material komposit yang punya kecakapan berupa ketahanan akan korosi, ketahanan terhadap air, durabilitas tinggi, dan bobot yang lebih ringan dibandingkan logam. Serat alam mudah didapat, menjadikan serat dari ampas tebu menjadi pilihan menarik guna mengalokasikan serat sintetis yang kerap diaplikasikan pada tekstil dan penguat komposit. Serat ampas tebu, yang bersumber akan tanaman tebu atau limbah industri gula, punya kecakapan tarik yang cukup baik, menjadikan komponen alternatif potensial akan pembuatan material komposit. studi ini mengintegrasikan serat ampas tebu akan komposit dengan variasi fraksi volume serat senilai 40%, 50%, dan 60%, serta dengan orientasi serat sejajar dan acak. Metode yang diaplikasikan yakni *true experimental research* guna menganalisis dampak keragaman fraksi volume serat ampas tebu dan matriks epoxy terhadap kekuatan tarik komposit. Senilai 36 sampel dibuat, tipa-tiap 3 spesimen untuk setiap variasi, dan diuji tarik mengaplikasikan standar ASTM D638-01. Temuan studi mendapati kekuatan tarik tertinggi dicapai pada fraksi volume serat 60% dengan orientasi sejajar dan lama perendaman selama 2 jam, menghasilkan tegangan senilai 51,558 MPa. Sementara itu, pada orientasi serat acak dengan kondisi yang sama, nilai tegangan mencapai 35,05 MPa. Studi ini membuktikan bahwa penammaterial serat ampas tebu berdampak signifikan pada kecakapan tarik komposit berbasis serat alam.

Kata Kunci: Komposit; Serat Ampas Tebu; Resin Epoxy; Uji Tarik

PENDAHULUAN

Material komposit biasanya berupa percampuran dua atau lebih material yang memiliki sifat mekanik yang berbeda. Dua komponen utama material komposit adalah matriks, yang berfungsi sebagai pengikat serat, dan serat, atau fiber, yang berfungsi sebagai material pengisi. Perpaduan kedua komponen ini menyebabkan material penyusunnya berbeda secara karakteristik dan memiliki sifat mekanik yang berbeda [1]–[3].

Seiring waktu, pengaplikasian serat alami (*natural fiber*) kian bertumbuh, mengaplikasikan peran serat sintetis (*fiberglass*) akan peralihan komponen komposit dari logam. Hal ini didapati oleh sifat serat alami yang kuat, kokoh akan korosi, awet, serta punya bobot lebih ringan dibandingkan logam [4].

Karena ketersediaannya yang luas, sifatnya yang terbarukan, serta ketahanannya yang luar biasa, serat alami menjadi subjek pengamatan yang populer. Hal ini menjadikannya alternatif potensial guna menggantikan serat sintetis [5].

Natural fiber yang punya potensi guna menjadi serat tekstil juga penguat atas komposit matriks polimer atau keramik termasuk kapas, pisang, wol, rami, kenaf, ijuk, serabut kelapa, serat daun nanas, dan serat ampas tebu. Serat berbasis hayati juga sebagai solusi terdepan yang menarik atas serat sintetis. [6].

Serat dari ampas tebu yakni sebuah macam serat yang melimpah di Indonesia, namun pengaplikasiannya tak cukup optimal, terbatas pada pengaplikasian sebagai pupuk, material bakar boiler, juga material utama pembuatan kertas. Pengaplikasian serat alam, yang utama berupa serat ampas tebu, sebagai penguat material komposit punya peran krusial akan memaksimalkan pengaplikasian limbah industri, yang utama atas industri gula di Indonesia, yang sejauh ini belum sepenuhnya dioptimalkan baik dari segi ekonomi juga produksi hasilnya. Walau begitu, serat ampas tebu punya kelemahan, berupa mudah patah dan rapuh, menjadikannya ada tuntutan penammaterial material kimia guna memperkuat serta meningkatkan daya tahan serat tersebut [7], [8].

Matriks yakni sebuah struktur luar yang melindungi komposit dari kerusakan, sebab berguna menjadi pengikat serat menjadikannya matriks juga serat saling terhubung. Matriks punya fraksi volume terbesar komposit sebab mampu menjaga posisi

serat serta bisa mentransfer tegangan ke serat, menjadikan material lebih kuat. [9].

Pilihan matriks yang tepat akan punya dampak positif akan sifat mekanik juga struktur mikro komposit. Epoxy yakni sebuah matriks yang bisa diaplikasikan. Ini punya keberagaman juga keunggulan, yang berupa fleksibilitas, daya tahan akan zat kimia, kelembaban, juga kekuatan beban tarik yang tinggi. Sebab sifat fisik dan listriknya yang luar biasa, epoxy ideal guna berbagai aplikasi perekat. [10].

Penguraian diatas, guna menjadikan komposit berbasis serat alam sebagai material yang kuat juga menaikkan kekuatan tariknya, dibutuhkan penammaterial fraksi volume serat alam. Namun, studi yang membahas ampak penammaterial fraksi volume serat ampas tebu akan kecakapan penarikan komposit masih belum ada. menjadikannya, peneliti berniat melakukan eksperimen dengan judul "Pengaruh Fraksi Volume Serat Ampas Tebu dan Matriks Epoxy terhadap Kekuatan Tarik Komposit."

METODE

Metode yang diaplikasikan akan studi ini yakni metode (*true experimental research*) eksperimental nyata akan maksud yang berguna akan pengetahuan dari dampak fraksi volume serat ampas tebu dan matriks *epoxy* pada kecakapan tarik komposit. Material utama yang diaplikasikan yakni serat ampas tebu dan resin *epoxy* dimana tiap-tiap material utama tersebut punya sifat berupa:

Tabel 1. Kandungan serat ampas tebu
Sumber: [11]

No.	Komposisi Kimia	Serat ampas tebu (%)
1.	Abu	3.82
2.	Lignin	22.09
3.	Selulosa	37.65
4.	Sari	1.81
5.	Pentosan	27.97
6.	SiO	3.01

Tabel 2. Sifat utama dari berbagai matriks komposit
Sumber: [12]

Jenis	Keterangan	Contoh
Polimer Matrix	Komposit dengan jenis matrix polimer	Thermoplastik Thermosetting

Jenis	Keterangan	Contoh
Composite (PMC)		
Metal Matrix Composite (MMC)	Komposit bermaterial matriks logam	Aluminium, magnesium dan titanium
Ceramic Matrix Composite (CMC)	Komposit dengan material matriks keramik	Alumina aluminium titanate silikon

Sebelum pengumpulan data, langkah awal berupa pencampuran atas NaOH dengan air bersih guna merendam serat ampas tebu akan larutan NaOH dengan kurun waktu 2 jam. Setelah itu, serat dikikiskan atas larutan NaOH yang mengaplikasikan air bersih yang mengalir juga dikeringkan di bawah sinar matahari. Selanjutnya, aplikasikan gelas ukur guna mencampur resin dan hardener secara merata. Kemudian, tuangkan campuran resin dan hardener ke dalam cetakan bersama dengan serat. Tutup cetakan dengan plastik, rekatkan *vacuum sealant tape*, dan pasang *vacuum compressor* dan resin trap.



Gambar 1. Proses *vacuum material*

Data studi dihimpun selaras akan arahan atas protokol. Setelah mengatur posisi gagang bawah, spesimen yang akan diuji dipasang pada gagang atas dan bawah mesin uji tarik. Setelah itu, pastikan spesimen berada pada posisi pegangan yang tepat dan sejajar. Langkah berikutnya yakni mengatur beban ke posisi nol, menetapkan kecepatan pengujian ke 5 mm/menit, dan menekan tombol mulai dua kali. Setelah itu, jangan lupa menekan tombol bawah.



Gambar 2. Proses uji tarik

Perhitungan Fraksi Volume

- a. Rumusan yang diaplikasikan guna mendapati volume media cetakan.

$$V_c = P \times L \times t$$

$$V_c = 16,5 \times 1,9 \times 0,5$$

$$V_c = 15,675 \text{ (cm}^3\text{)}$$

- b. Rumusan yang diaplikasikan guna mendapati serat yang dimanfaatkan:

$$\begin{aligned} \text{Volume serat} &= \frac{40}{100} \times 15,675 \text{ (cm}^3\text{)} \\ &= 6,27 \text{ (cm}^3\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa serat} &= \text{Volume serat} \times \text{Densitas serat} \\ &= 6,27 \text{ (cm}^3\text{)} \times 0,125 \text{ (gr/cm}^3\text{)} \\ &= 0,75 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume serat} &= \frac{50}{100} \times 15,675 \text{ (cm}^3\text{)} \\ &= 7,837 \text{ (cm}^3\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa serat} &= \text{Volume serat} \times \text{Densitas serat} \\ &= 7,837 \text{ (cm}^3\text{)} \times 0,125 \text{ (gr/cm}^3\text{)} \\ &= 0,979 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume serat} &= \frac{60}{100} \times 15,675 \text{ (cm}^3\text{)} \\ &= 9,405 \text{ (cm}^3\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa serat} &= \text{Volume serat} \times \text{Densitas serat} \\ &= 9,405 \text{ (cm}^3\text{)} \times 0,125 \text{ (gr/cm}^3\text{)} \\ &= 1,12 \text{ gram} \end{aligned}$$

c. Rumusan yang digunakan untuk mengetahui resin yang digunakan.

$$40\% : \text{Hardener} \frac{20}{100} \times 15,675 = 3.135 \text{ cm}^3$$

$$3.135 \times 0,97 = 3.040 \text{ Gram}$$

$$\text{Epoxy} \frac{40}{100} \times 15.675 = 6,27 \text{ cm}^3$$

$$6,27 \times 1.16 = 7,27 \text{ Gram}$$

$$50\% : \text{Hardener} \frac{16.666}{100} \times 15,675 : 2.612 \text{ cm}^3$$

$$2.612 \times 0,97 = 2.533 \text{ Gram}$$

$$\text{Epoxy} \frac{33.333}{100} \times 15,675 = 5,223 \text{ cm}^3$$

$$5.223 \times 1.16 = 6.06 \text{ Gram}$$

$$60\% : \text{Hardener} \frac{13.333}{100} \times 15.675 = 2.08 \text{ cm}^3$$

$$2.08 \times 0,97 = 2.02 \text{ Gram}$$

$$\text{Epoxy} \frac{26.666}{100} \times 15.675 = 4,17 \text{ cm}^3$$

$$4.17 \times 1.16 = 4.84 \text{ Gram}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini memperoleh hasil yang dilampirkan pada tabel berikut.

1. Hasil Pengujian Tarik

Hasil Pengujian Konsentrasi NaOH 5%

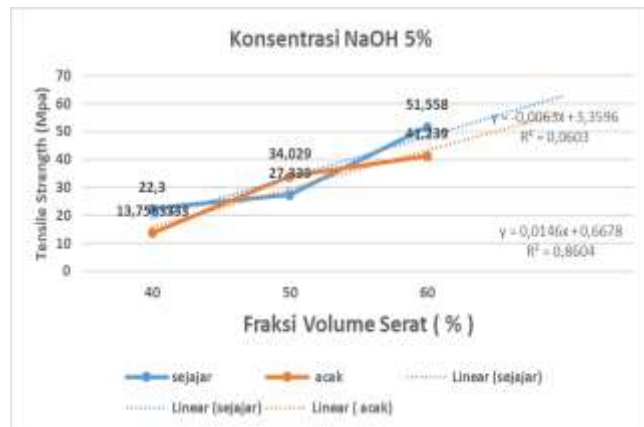
Orientasi	Fraksi volume (5 %)		
	40	50	60
Sejajar	24,592	28,981	44,334
	20,656	24,168	52,733
	21,652	28,869	58,491
Total	66,9	82,018	155,558
Rata-rata	22,3	27,339	51,852
Acak	12,534	32,087	41,252
	13,197	32,692	42,284
	15,538	37,309	40,183
Total	41,269	102,088	123,719
Rata-rata	13,7563333	34,029	41,239

Hasil Pengujian Konsentrasi NaOH 7%

Orientasi	Fraksi volume (7 %)		
	40	50	60
	18,519	23,515	48,039

Sejajar	19,051	25,162	48,747
	19,295	25,952	49,261
Total	56,865	74,629	146,047
Rata-rata	18,955	24,876	48,682
Acak	12,079	17,079	35,066
	16,285	19,285	37,863
	17,084	20,084	38,282
Total	45,448	56,448	111,211
Rata-rata	15,149	18,816	37,070

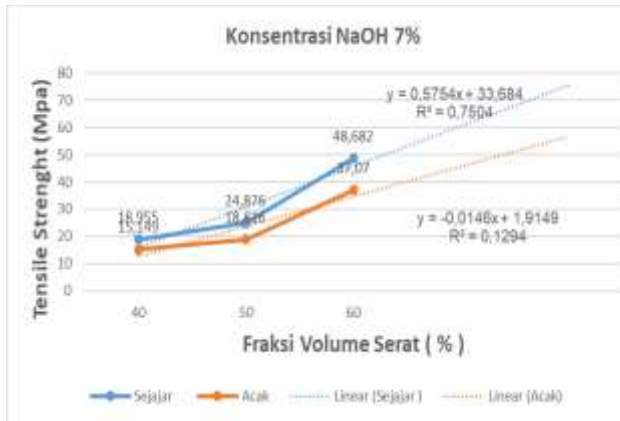
2. Grafik Hasil Pengujian Tarik



Gambar 3. Grafik tegangan orientasi serat sejajar dan acak konsentrasi 5 %

Gambar 3 menunjukkan bahwa pada fraksi volume serat 60% atas orientasi serat searah, nilai tegangan yang tinggi dicatat senilai 51,558 MPa. Hal ini diberi dampak akan kekuatan akan arah serat sejajar yang lebih baik atas penanganan beban tarik. Akan serat sejajar, beban bisa diuraikan dengan efisien antar serat, yang saling memperkuat satu sama lain, menjadikan adanya kenaikan kekuatan material secara keseluruhan. Hal ini membuat material lebih tahan terhadap deformasi dan retakan saat dikenai tekanan beban tarikan.

Komposit dengan arah serat acak memperoleh nilai tertinggi pada fraksi volume 60% senilai 41,239 MPa. Nilai ini jauh lebih rendah jika dibandingkan akan arah serat sejajar karena serat acak tak tersusun dengan baik serta tak punya orientasi yang teratur. Temuannya saat beban diterapkan distribusi beban tarikan menjadi tak merata serta serat tak bisa saling memperkuat dengan afisien.



Gambar 4. Grafik regangan orientasi serat sejajar juga acak konsentrasi 7 %

Gambar 4 mendapati akan 2 jam juga orientasi serat sejajar yang temuan nilai tegangan tertinggi senilai 48,682 MPa. Hal ini dimungkinkan atas kemampuan arah serat sejajar yang penanganan beban tarik yang lebih baik. Dengan serat sejajar, beban bisa diuraikan dengan efisien antar serat yang saling memperkuat satu sama lain, menjadikan kenaikan kekuatan material dengan keseluruhan. Ini mendapati akan material lebih tahan pada deformasi juga retakan saat dikenai beban tarik.

Pada variasi waktu perendaman dua jam, komposit dengan arah serat acak mencapai tegangan tertinggi senilai 37,07 MPa. Nilai ini jauh lebih rendah daripada komposit serat sejajar sebab struktur juga orientasi serat acak yang buruk. Akibatnya, distribusi beban tarik menjadi tak merata, serta serat tak bisa memperkuat satu sama lain dengan baik.

3. Foto Patahan Hasil Pengujian Tarik.



Gambar 5. Foto hasil uji tarik orientasi sejajar konsentrasi NaOH 5%.

Penyajian gambar diatas mendapti temuan patahan tampak patah getas (*brittle failure*) sebab gaya geser bisa ditahan oleh matriks serta diteruskan ke serat sekitar serta terlihat void atau gelembung berukuran kecil yang terjebak di dalam sehingga memberi dampak akan kecakapn mekanik komposit.



Gambar 6. Foto hasil uji tarik orientasi acak konsentrasi NaOH 5%

Patahan, juga dikenal sebagai pemindahan serat, ada saat serat keluar atas matriks tanpa patahan atau pecahan serat yang signifikan. Hal ini bisa mendapati akan ikatan antara serat juga matriks menjadi kurang kuat.



Gambar 7. Foto hasil uji tarik orientasi sejajar konsentrasi NaOH 7%

Penyampaian temuan diatas menyajikan patahan tampak patah getas (*brittle failure*) sebab matriks bisa menahan gaya geser serta meneruskan ke serat sekitar juga terlihat void atau gelembung berukuran kecil yang terjebak di dalam menjadikannya memberi dampak kecakapan mekanik komposit.



Gambar 8. Foto hasil uji tarik orientasi acak konsentrasi NaOH 7%

Penyampaian temuan diatas menyajikan patahan sebab ada *void* atau gelembung udara tampak pada lubang besar yang menjadikannya awal kelemahan material ada disebabkan alur *Vacuum* atau mengurangi gelembung kurang maksimal memberikannya dampak kecakapan mekanik komposit.

Varian	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rata Rata Kuadrat	F Hitung	F tabel
Rata Rata Baris	75,21511	1	75,21511	6,171886	4,747225
Rata Rata Kolom	2448,853	2	1224,426	100,4721	3,885294
Intraksi	274,4725	2	137,2363	11,26112	3,885294
Error	146,2408	12	12,18673		
Total	2944,781	17			

4. Hasil Analisis Konsentrasi 5% Varian (ANOVA) Uji Tarik.

Kesimpulan:

- F hitung = $6,171 > F_{0,05} 4,747$ artinya H_0 ditolak. Hingga ada ketidaksamaan signifikan atas keberagaman alkalisasi NaOH pada kecakapan tarik akan komposit
- F hitung = $100,472 > F_{0,05} 3,885$ bermakna H_0 ditolak. Hingga ada ketidaksamaan yang signifikan akan keberagaman orientasi serat pada kekuatan tarik atas komposit
- F hitung = $11,261 > F_{0,05} 3,885$ bermakna H_0 ditolak. Hingga ada interaksi dari keberagaman orientasi serat serta keberagaman alkalisasi NaOH pada kecakapan tarik pada komposit.

KESIMPULAN

Atas pengaplikasian keberagaman orientasi serat serta alkalisasi NaOH, komposit serat ampas tebu dengan konsentrasi NaOH 5% dan 7% saat diperendam, studi ini mendapati kesimpulan berupa:

- Kekuatan tarik yang tinggi ada akan fraksi volume 60% didapati akan pengujian tarik komposit dengan konsentrasi NaOH 5% pada orientasi serat sejajar, dengan nilai 41,558 MPa pada orientasi serat acak.
- Pada pengujian tarik komposit dengan konsentrasi NaOH 7%, orientasi serat sejajar mendapati akan kecakapan tarik yang tinggi ada di fraksi volume 60%, yakni 48,682 MPa, sementara pada orientasi serat acak, kecakapan tarik yang tinggi ada di fraksi volume 60% didapati senilai 37,07 MPa.
- Temuan pengujian mendapati akan volume serat punya dampak signifikan ada pada temuan uji tarik. Semakin besar volume serat ampas tebu dan matriks,

kian tinggi juga kecakapan yang memberi dampak akan temuan pengujian.

4. Temuan pengujian mendapati akan komposit akan pola serat sejajar serta acak punya ciri mekanik yang tak sama akan tiap pengujian. Dipengujian tarik, komposit dengan orientasi sejajar cenderung punya kecakapan yang lebih tinggi dibandingkan dengan orientasi acak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Khususnya Kepada Kedua Orang tua saya (Bapak Suradi Dan (Ibu Umul Hayati) Berserta Seluruh keluarga Bersaudara Dan tak lupa suatu kehormatan untuk saya telah berkenan terus melakukan pendampingan bimbingan Beliau, Bapak Dr.Ir Priyagung Hartono, M.T Bapak Cepi Yazirin, S.Pd ., M.T., serta HIMAMEN sangat berterimakasih sebab sudah memfasilitasi serta berkontribusi besar akan penyelesaian studi ini.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] (Darmansyah et al., 2018)Darmansyah, Togatrop, J. M., & Azwar, E. (2018). Sintesis Mekanik Komposit Epoxy Berpenguat Serat Tebu (Tinjauan Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekuatan Bending). Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri 2018, 149–156.
- [2] Ghofur, a. (2022). Pengaruh variasi fraksi volume dan lama perlakuan naoh pada kompsit berpenguat serat tebu dengan matriks polyester terhadap kekuatan tarik dan impact sayyid. D, 81–90.
- [3] Pengabdian, P. D. A. N., Rahmawaty, P., Si, M., Respati, D., Sumunar, S., & Si, M. (2012). Pengaruh fraksi volume dan varias perendaman naoh terhadap kekuatan tarik dan impact komposit berpenguat serat ampas tebu. 2(January), 978–979.
- [4] Pramono, C., Widodo, S., Ardiyanto, M. G., Mesin, J. T., Teknik, F., Tidar, U., Mesin, J. T., Teknik, F., Tidar, U., Mesin, J. T., Teknik, F., & Tidar, U. (2019). *Karakteristik kekuatan tarik komposit berpenguat serat ampas tebu dengan matriks epoxy*. 3(1), 1–7.
- [5] Prihatno, A. (2020). Analisa Pengaruh Letak Susunan Serat Ampas Tebu (Baggase) Terhadap Kekuatan Tarik Menggunakan Epoxy. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(3), 173. <https://doi.org/10.22441/jtm.v9i3.9792>
- [6] Sabarudin, A., Respati, S. M. B., & Dzulfikar, M. (2019). Pengaruh Arah Serat Pada Serat Ampas Tebu Polymer Composites. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 15(2). <https://doi.org/10.36499/jim.v15i2.3082>
- [7] Shabiri, A. N., Ritonga, R. S., & Ginting, M. H. S. (2014). Pengaruh Rasio Epoksi/Ampas Tebu dan Perlakuan Alkali Pada Ampas Tebu Terhadap Kekuatan. *Jurnal Teknik Kimia - Universitas Sumatera Utara*, 3(3), 28–31.
- [8] Suwandi, m. F., Basjir, m., & Yazirin, c. (n.d.). Epoxy terhadap kekuatan tarik komposit. 70, 60–66.
- [9] Syamsuri, N. D., Hartono, P., & Choirotin, I. (2023). Analisis Fraksi Volume dan Orientasi Susunan Serat Kulit Batang Kersen dan Serat Pelepah Pisang dengan Matrik Epoxy terhadap Sifat Mekanik pada Komposit. *Jurnal Sains Dan Teknologi Teknik mesin Unisma*, 18(5), 64–69.
- [10] Ya'qub¹, C., Hartono², P., & Choirotin³, I. (2023). Analisis Serat Alam Sabut Kelapa Sebagai Material Material Komposit.
- [11] Yudo, H., & Jatmiko, S. (2012). Analisa Teknis Kekuatan Mekanis Material Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu (Baggase) Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Dan Impak. *Kapal*, 5(2), 95–101.