

Analisa Kekuatan Tarik Pada Komposit Serat Abaka Berdasarkan Variasi Fraksi Volume

Farid Jayadi^{*1}, Joli Supardi², Masykur³, Adib^{*4}, Bambang Tripoli^{*5},

^{*1}Program Studi Teknik Mesin, ^{*4}Program Studi Teknik Industri, ^{*5}Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar, Jl. Alue Peunyareng, Gunong Kleng, Kec. Meureubo,
Kabupaten Aceh Barat, Aceh 23681, Indonesia

e-mail: ^{*1}faridjayadi@utu.ac.id, ²joli.supardi@utu.ac.id, ³masykur@utu.ac.id, ^{*4}adib@utu.ac.id
^{*5}bambangtripoli@utu.ac.id

Abstrak

Komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih bahan yang terdiri dari matriks dan pengisi (filler). Pembuatan komposit bertujuan untuk menghasilkan material dengan karakteristik baru yang tidak dimiliki oleh material yang telah ada. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi fraksi volume serat abaka terhadap kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitas material komposit. Komposit dibuat dengan variasi fraksi volume serat abaka dan resin polyester, yaitu 20:80, 25:75, 30:70, 35:65, dan 40:60. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan fraksi volume serat berkontribusi terhadap peningkatan kekuatan tarik, dengan nilai tertinggi mencapai 182,81 MPa pada fraksi 40:60. Regangan tertinggi tercatat pada fraksi 25:75, yaitu 46%, menunjukkan bahwa komposit dengan kandungan resin lebih tinggi memiliki fleksibilitas yang lebih baik. Modulus elastisitas tertinggi sebesar 2,83 GPa juga ditemukan pada fraksi 40:60, menandakan bahwa komposit tersebut lebih kaku dan tahan terhadap deformasi. Hasil penelitian ini mengonfirmasi bahwa serat abaka memberikan kontribusi signifikan terhadap sifat mekanik komposit, menjadikannya pilihan yang menjanjikan untuk aplikasi material yang memerlukan kekuatan dan daya tahan tinggi.

Kata kunci—Serat Abaka, Komposit, Kekuatan Tarik, Regangan, Modulus Elastisitas.

Abstract

Composite is a combination of two or more materials consisting of a matrix and a filler. The purpose of making composites is to produce materials with new characteristics that are not possessed by existing materials. This study aims to analyze the effect of varying volume fractions of abaca fiber on the tensile strength, strain, and elastic modulus of composite materials. Composites were fabricated with different volume fractions of abaca fiber and polyester resin, specifically 20:80, 25:75, 30:70, 35:65, and 40:60. The results showed that increasing the fiber volume fraction contributed to an increase in tensile strength, with the highest value reaching 182.81 MPa at the 40:60 ratio. The highest strain was recorded at the 25:75 ratio, at 46%, indicating that composites with a higher resin content exhibited better flexibility. The highest elastic modulus of 2.83 GPa was also found at the 40:60 ratio, indicating that this composite is stiffer and more resistant to deformation. The findings confirm that abaca fiber significantly contributes to the mechanical properties of composites, making it a promising choice for applications requiring high strength and durability.

Keywords—Abaca Fiber, Composite, Tensile Strength, Strain, Elastic Modulus.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi material, khususnya dalam bidang komposit, telah membawa dampak yang signifikan terhadap berbagai sektor industri. Material komposit, yang merupakan kombinasi dari dua atau lebih material dengan sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan bahan penyusunnya, semakin banyak digunakan karena karakteristiknya yang ringan, tahan korosi, fleksibel, dan ramah lingkungan [1], [2]. Dalam konteks ini, serat alam sebagai bahan penguat dalam komposit telah mendapatkan perhatian yang lebih besar, terutama karena ketersediaannya yang melimpah dan harga yang terjangkau. Serat abaka (*Musa textilis*) menjadi salah satu pilihan yang menjanjikan, mengingat kekuatannya yang tinggi dan keberlanjutannya sebagai sumber daya terbarukan [3].

Pemanfaatan serat abaka dalam pembuatan komposit menawarkan alternatif yang menarik untuk menggantikan material konvensional seperti serat karbon, yang sering kali memiliki biaya produksi yang tinggi [4]. Penelitian menunjukkan bahwa serat alami, termasuk serat abaka, memiliki kekuatan dan kekakuan yang kompetitif, serta dapat terurai secara alami, menjadikannya pilihan yang lebih berkelanjutan [5]. Namun, untuk memaksimalkan performa mekanik dari komposit berbasis serat abaka, penting untuk melakukan kajian mendalam mengenai pengaruh variasi fraksi volume serat terhadap sifat mekaniknya, terutama kekuatan tarik [6], [7].

Fraksi volume serat berperan penting dalam menentukan distribusi serat dalam matriks komposit, yang pada gilirannya mempengaruhi kekuatan material secara keseluruhan [1], [8]. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa variasi fraksi volume dapat mempengaruhi kekuatan Tarik dan lentur dari komposit, dengan hasil yang menunjukkan bahwa fraksi volume optimal dapat meningkatkan kekuatan tarik secara signifikan [6], [9]. Dalam penelitian ini, resin polyester dipilih sebagai matriks, yang diharapkan dapat menghasilkan komposit dengan sifat mekanik yang optimal [2], [3]. Dengan memahami hubungan antara variasi fraksi volume dan sifat mekanik komposit, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan material komposit berbasis serat alam yang lebih ekonomis, efisien, dan berdaya saing.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Material dan Manufaktur, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar, yang beralamat di Jl. Alue Peunyareng, Gunong Kleng, Kecamatan Meureubo, Kabupaten Aceh Barat, Aceh 23681.

2.2. Alat

Pada penelitian ini membutuhkan beberapa peralatan, yaitu sebagai berikut ini:

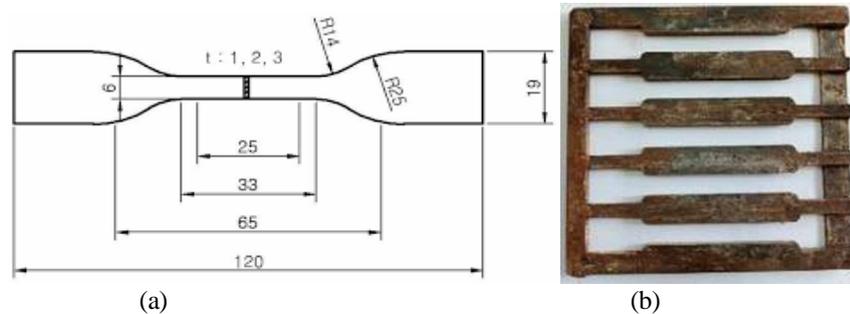
1. *Universal Testing Machine (UTM)*



Gambar 1 *Universal Testing Machine - 10kN Tensile*

2. Cetakan Spesimen

Cetakan spesimen pengujian tarik ini mengikuti standar ASTM D638-4, dengan ukuran sebagai berikut:



Gambar 2. (a) Detail ukuran ASTM D638-4 (b) Cetakan Spesimen Uji Tarik

3. Timbangan Digital



Gambar 3. Timbangan Digital

2.3. Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian untuk pembuatan komposit adalah sebagai berikut:

1. Serat pelepah pisang abaka
2. Resin polyester.
3. Katalis
4. Aluminium foil

2.4. Proses Pembuatan Komposit

Pembuatan komposit berbasis serat abaka dengan resin polyester melibatkan beberapa langkah yang sistematis seperti gambar 4.



Gambar 4. Proses Pembuatan Serat Abaka

Proses ini bertujuan untuk menghasilkan material komposit yang memiliki sifat mekanik yang baik dan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi. Berikut adalah langkah-langkah yang harus diikuti:

1. Mempersiapkan Bahan

- Siapkan serat abaka yang akan digunakan sebagai bahan penguat. Pastikan serat yang digunakan dalam kondisi baik dan bebas dari kontaminasi.
- Siapkan resin polyester yang akan digunakan sebagai matriks pengikat. Pastikan resin dalam kondisi baik dan sesuai dengan spesifikasi yang diperlukan untuk proses pembuatan komposit.

2. Pengeringan Serat

Lakukan pengeringan serat abaka dengan memanfaatkan sinar matahari. Proses ini bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam serat dan mencegah serangan jamur yang dapat merusak kualitas serat. Pengeringan harus dilakukan hingga kadar air serat mencapai tingkat yang optimal di bawah 10%.

3. Persiapan Cetakan

- Bersihkan cetakan dari debu dan kotoran yang mungkin menempel. Hal ini penting untuk memastikan bahwa tidak ada kontaminasi yang dapat mempengaruhi hasil akhir komposit.
- Lapsi cetakan dengan aluminium foil. Pelapisan ini bertujuan untuk mencegah hasil benda uji menempel pada cetakan, sehingga memudahkan proses pengeluaran komposit setelah pengerasan.

4. Pencetakan Komposit

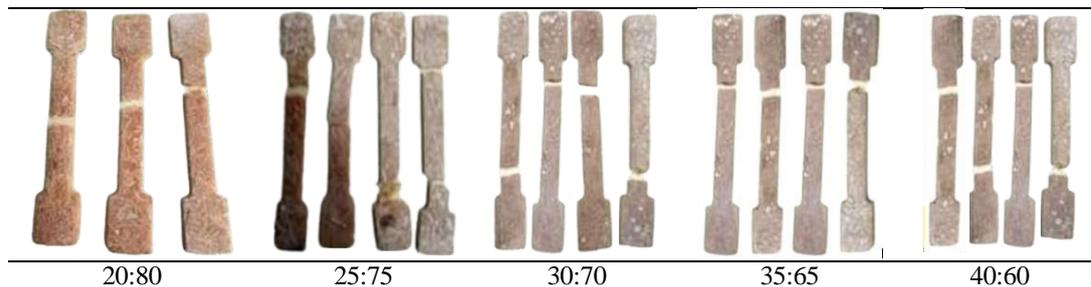
- Tuangkan resin polyester ke dalam cetakan yang telah diisi dengan serat pelepah pisang abaka. Pastikan untuk mengikuti fraksi volume yang telah ditetapkan (20:80, 25:75, 30:70, 35:65, 40:60)
- Lakukan pencetakan dengan cara meratakan campuran resin dan serat dalam cetakan yang telah disiapkan. Pastikan tidak ada rongga udara yang terperangkap dalam campuran.

5. Pengeringan dan Pengerasan

Setelah proses pencetakan, biarkan papan komposit di suhu ruangan hingga benar-benar kering dan mengeras. Proses ini biasanya memakan waktu 24 jam, tergantung pada kondisi lingkungan dan jenis resin yang digunakan.

2.5. Pengujian

Pengujian tarik merupakan salah satu metode penting untuk mengevaluasi sifat mekanik dari material komposit, termasuk komposit yang terbuat dari serat abaka yang ditunjukkan pada gambar 4 seperti berikut:



Gambar 5. Spesimen Komposit Abaka

Dalam pengujian tarik, dua parameter utama yang diukur adalah tegangan (σ) dan regangan (ϵ). Kedua parameter ini memberikan informasi penting mengenai sifat mekanik material yang diuji. Tegangan mengukur seberapa besar gaya yang diterapkan pada material, sedangkan regangan mengukur perubahan panjang material akibat gaya tersebut. Berikut adalah penjelasan mengenai rumus-rumus yang digunakan untuk menghitung tegangan dan regangan pada batang uji.

$$\sigma = \frac{F/P_{max}}{A_0} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

- σ = Tegangan (kg/mm²), atau (N/mm²)
- F = Gaya tarik (N), atau P = beban tarik (kg)
- A₀ = Luas penampang mula-mula (mm²)

Regangan (ϵ) didefinisikan sebagai perubahan panjang per satuan panjang mula-mula. Rumus untuk menghitung regangan ditunjukkan pada persamaan 2. Regangan (ϵ) didefinisikan sebagai perubahan panjang per satuan panjang mula-mula. Rumus untuk menghitung regangan adalah sebagai berikut:

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{(L-L_0)}{(L-L_0)} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- ϵ = Regangan (%)
- ΔL = panjang spesimen mula-mula (mm)
- L = panjang spesimen uji saat menerima beban (mm)

Proses pengujian tarik ini dilakukan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) dan melibatkan beberapa langkah sistematis. Berikut adalah langkah-langkah yang harus diikuti:

1. Mengaktifkan Software UTM
 - Nyalakan perangkat UTM dan aktifkan *software* yang terintegrasi. Setelah itu, akan muncul *interface* menu utama.
 - Dari menu yang muncul, pilih opsi "*Separation*" untuk memulai pengaturan pengujian.
2. Masukkan Data Awal
 - Sebelum melakukan pengujian, masukkan data awal yang diperlukan untuk proses pengolahan data dan hasil pengujian. Data ini meliputi informasi spesimen dan parameter pengujian. Simpan data awal tersebut dalam sebuah file untuk referensi dan analisis lebih lanjut.
3. Pilih Jenis Tes

Pilih jenis tes yang akan dilakukan, dalam hal ini adalah "*Tensile*" (uji tarik). Ini penting untuk memastikan bahwa pengujian dilakukan sesuai dengan standar yang relevan.
4. Isi Data Spesimen
 - Masukkan data spesimen yang akan diuji, termasuk panjang, tebal, dan lebar material komposit.
 - Setelah data dimasukkan, akan muncul gambar spesimen di samping kanan layar, serta formulasi yang akan digunakan dalam analisis tes.
5. Tutup Interface

Pilih opsi "*Close*" untuk menutup *interface* pengaturan spesimen dan kembali ke menu utama.
6. Pilih Gaya Pengujian

Setelah kembali ke menu utama, pilih opsi "*Testing*" dan tentukan gaya yang akan digunakan pada skala pengujian. Ini penting untuk mengatur parameter pengujian sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

7. Atur *Stroke Zoom*

Sebelum atau sesudah menekan tombol "*Start*", atur *stroke zoom*. *Stroke zoom* digunakan untuk menambah atau mengurangi dimensi tampilan kurva *loading diagram*, sehingga memudahkan analisis visual.

8. Atur *Force Zoom*

Lakukan pengaturan *force zoom* sebelum atau sesudah tombol "*Start*" ditekan. *Force zoom* berfungsi untuk menambah atau mengurangi dimensi gaya yang ditampilkan pada kurva *loading diagram*.

9. Mulai Proses Uji Tarik

Pilih "*Start*" untuk menjalankan proses uji tarik. Secara otomatis, komputer akan menampilkan progress dari proses uji tarik secara online dan mencatat semua data, termasuk data gaya dan *stroke*.

10. Menghentikan Proses Pengujian

- Pilih "*Stop*" untuk menghentikan proses pengambilan data secara total. Setelah dihentikan, pengujian tidak dapat dilanjutkan kecuali dimulai dari awal dengan menekan tombol "*Reset*".
- Tombol reset digunakan untuk menghapus data yang tampil di monitor sebelum melakukan tes berikutnya dan juga dapat digunakan untuk membatalkan tes.

11. Menyimpan Data

- Pilih "*Save*" untuk menyimpan data hasil pengujian setelah selesai. Pastikan semua data yang diperlukan telah disimpan dengan baik.
- Jika semua langkah telah dilakukan dan data telah disimpan, pilih "*Close*" untuk menutup *software UTM*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi fraksi volume serat abaka terhadap kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitas material komposit. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1 yang menunjukkan bahwa perbandingan fraksi volume serat dan resin memengaruhi sifat mekanik komposit yang dihasilkan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Tarik

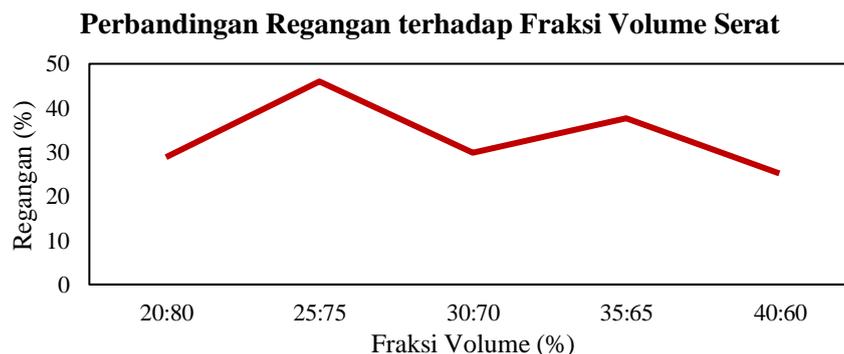
Perbandingan Fraksi Volume (%)		Spesimen	Kekuatan Tarik (MPa)	Regangan	Modulus Elastisitas (GPa)
20	80	I	104.04	30	2.2015
20	80	I	108.44	26	2.2255
20	80	III	113.54	30.5	2.265
	Rata-Rata		108.6733	28.83333	2.230667
25	75	I	133.395	33	2.3075
25	75	I	126.845	50.5	2.2015
25	75	III	120.81	54.5	1.99
	Rata-Rata		127.0167	46	2.166333
30	70	I	160.255	32	2.5525
30	70	I	150.875	33	2.5135
30	70	III	142.23	24.5	2.4855
	Rata-Rata		151.12	29.83333	2.517167
35	65	I	166.455	45	2.3075
35	65	I	161.135	40	2.5705
35	65	III	161.75	28	2.637
	Rata-Rata		163.1133	37.66667	2.505
40	60	I	199.155	30	2.812
40	60	I	173.335	24.5	2.765
40	60	III	175.925	21	2.903
	Rata-Rata		182.805	25.16667	2.826667

Pada Gambar 5 menunjukkan hubungan antara kekuatan tarik komposit serat abaka terhadap variasi fraksi volume serat dan resin. Dari hasil pengujian, terlihat bahwa semakin tinggi fraksi volume serat, kekuatan tarik cenderung meningkat. Fraksi volume 40:60 menghasilkan kekuatan tarik tertinggi, yaitu rata-rata 182,805 MPa, sementara fraksi volume 20:80 menghasilkan kekuatan tarik terendah, yaitu rata-rata 108,673 MPa.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Kekuatan Tarik terhadap Fraksi Volume Serat

Pada Gambar 6 menunjukkan Grafik tegangan dan regangan menunjukkan hubungan antara kekuatan tarik komposit (MPa) dengan nilai regangan (%). Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai regangan tertinggi diperoleh pada fraksi volume 25:75, dengan rata-rata 46%, sementara fraksi volume 40:60 memiliki nilai regangan terendah, yaitu rata-rata 25,17%.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Regangan terhadap Fraksi Volume Serat

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa variasi fraksi volume serat abaka dalam komposit secara signifikan mempengaruhi sifat mekanik, termasuk kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan fraksi volume serat dari 20% hingga 40% meningkatkan kekuatan tarik, dengan nilai tertinggi mencapai 182,81 MPa pada fraksi 40:60. Namun, regangan tertinggi tercatat pada fraksi 25:75, menunjukkan bahwa komposit dengan lebih banyak resin memiliki fleksibilitas yang lebih baik. Selain itu, modulus elastisitas tertinggi juga ditemukan pada fraksi 40:60, menandakan bahwa komposit tersebut lebih kaku dan tahan terhadap deformasi. Secara keseluruhan, serat abaka terbukti berkontribusi positif terhadap performa mekanik komposit, menjadikannya pilihan yang baik untuk aplikasi material yang memerlukan kekuatan tinggi dan daya tahan.

V. SARAN

Berdasarkan-hasil-penelitian-ini,disarankan agar penelitian lebih lanjut dilakukan untuk mengeksplorasi pengaruh perlakuan permukaan serat abaka, seperti perlakuan alkali atau pelapisan, terhadap sifat mekanik komposit. Selain itu, variasi fraksi volume serat yang lebih luas dapat diuji untuk menemukan titik optimal yang memberikan keseimbangan antara kekuatan tarik dan fleksibilitas. Penelitian juga dapat memperhatikan pengaruh orientasi serat dalam matriks resin, karena hal ini dapat memengaruhi distribusi tegangan dan performa mekanik secara keseluruhan. Terakhir, pengujian dalam kondisi lingkungan yang berbeda, seperti kelembaban dan suhu ekstrem, perlu dilakukan untuk mengevaluasi ketahanan komposit serat abaka dalam aplikasi nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. M, J. Jamaluddin, D. Azis, And A. Haslinah, “PENGARUH FRAKSI VOLUME KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA BERMATRIK POLIMER TERMOSETTING POLYESTER TERHADAP KEKUATAN LENTUR,” *ILTEK J. Teknol.*, Vol. 17, No. 01, Pp. 15–19, Apr. 2022, Doi: 10.47398/Iitek.V17i01.59.
- [2] I. G. P. A. Suryawan, N. Suardana, I. K. Suarsana, I. P. Lokantara, And I. K. J. Lagawa, “Kekuatan Tarik Dan Lentur Pada Material Komposit Berpenguat Serat Jelatang,” *J. Energi Dan Manufaktur*, Vol. 12, No. 1, P. 7, Jun. 2019, Doi: 10.24843/JEM.2019.V12.I01.P02.
- [3] J. Fajrin, I. Permatasari, H. Hariyadi, M. Eniarti, S. Suparjo, And P. Pathurahman, “KUAT TARIK DAN LENTUR KOMPOSIT POLIESTER-ABAKA YANG DIEKSPOSE PADA LINGKUNGAN AGRESIF: Tensile And Flexural Strength Of Polyester-Abaca Composite Exposed To Aggressive Environment,” *Spektrum Sipil*, Vol. 10, No. 1, Pp. 1–11, Mar. 2023, Doi: 10.29303/Spektrum.V10i1.281.
- [4] V. N. Garjati, V. Rizkia, N. A. Anggraeni, And Muslimin, “Studi Pengaruh Penambahan 5wt.% Dan 10wt.% Serat Pelepah Salak Pada Manufaktur Komposit Epoxy Berpenguat Serat Kevlar Dan Serat Karbon Dengan Metode Vacuum Assisted Resin Transfer Molding (VARTM) Untuk Aplikasi Rompi Tahan Peluru,” *J. Appl. Mech. Technol.*, Vol. 2, No. 2, Pp. 1–11, Nov. 2023, Doi: 10.31884/Jamet.V2i2.32.
- [5] I. P. Lokantara, “Analisis Kekuatan Impact Komposit Polyester-Serat Tapis Kelapa Dengan Variasi Panjang Dan Fraksi Volume Serat Yang Diberi Perlakuan Naoh,” *Din. Tek. Mesin*, Vol. 2, No. 1, Jan. 2012, Doi: 10.29303/D.V2i1.111.
- [6] F. Paundra, “ANALISIS KEKUATAN TARIK KOMPOSIT HYBRID BERPENGUAT SERAT BATANG PISANG KEPOK DAN SERAT PINANG,” *Nozzle J. Mech. Eng.*, Vol. 11, No. 1, Pp. 9–13, Jan. 2022, Doi: 10.30591/Nozzle.V11i1.3122.
- [7] Y. Yuliyanto And E. Ventani, “Efek Fraksi Volume Dan Panjang Serat Terhadap Pengujian Tarik Dan Impak Menggunakan Serat Daun Nanas Smooth Cayenne,” *Manutech J. Teknol. Manufaktur*, Vol. 15, No. 02, Pp. 124–130, Dec. 2023, Doi: 10.33504/Manutech.V15i02.265.
- [8] S. Salman, I. M. A. Sayoga, And R. Maulana, “Pengaruh Fraksi Volume Serat Kulit Jagung Terhadap Kekuatan Tarik Dan Penyerapan Air Komposit Polyurethane,” *J. Tek. Mesin*, Vol. 7, No. 1, P. 29, Mar. 2018, Doi: 10.22441/Jtm.V7i1.2268.
- [9] T. Arif Sutrisno, Ik. D. K. A. Arta, I. K. Astana Widi, And R. Febritasari, “Pengaruh Variasi Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Tarik Matrik Resin Epoxy Berpenguat Serat Praksok Dengan Perlakuan Alkalisasi Naoh,” *Pros. SENIATI*, Vol. 6, No. 4, Pp. 817–823, Aug. 2022, Doi: 10.36040/Seniati.V6i4.4980.