

## Pengaruh Fraksi Volume Serat pada Komposit Hibrid Serat Tebu dan Serat Sabut Kelapa terhadap Kekuatan Tarik

Dodi Wijaya<sup>1</sup>, Syarif Hidayat<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012  
E-mail : [dodi.wijaya.aer19@polban.ac.id](mailto:dodi.wijaya.aer19@polban.ac.id), [syahid@polban.ac.id](mailto:syahid@polban.ac.id)

### ABSTRAK

Sebagai negara dengan iklim tropis, Indonesia menjadi salah satu negara penghasil kelapa dan tebu terbanyak. Akan tetapi dalam pemanfaatan limbah kelapa dan tebu masih belum maksimal, khususnya limbah sabut kelapa dan ampas tebu. Oleh karena itu, kedua limbah tersebut dapat menjadi bahan alternatif pengisi material komposit hibrid, karena banyak ditemukan dan ramah lingkungan. Penelitian ini akan dilakukan pembuatan komposit hibrid yang berasal dari serat tebu dan serat sabut kelapa dengan matriks resin epoksi sebagai pengikatnya. Serat yang telah dibuat kemudian dilakukan perendaman larutan alkali menggunakan KOH 5%. Fraksi volume yang penulis gunakan yaitu 40% serat, 60% campuran resin dan katalis dengan variasi volume seratnya 12% serat tebu : 28 % sabut kelapa, 20% serat tebu : 20% sabut kelapa, dan 28% serat tebu : 12% sabut kelapa. Metode pembuatan komposit menggunakan hand lay-up. Adapun pengujian yang dilakukan pada spesimen yaitu uji tarik menggunakan standart ASTM D3039 dilakukan di Politeknik Negeri Bandung. Hasil yang didapatkan dari penelitian menunjukkan bahwa nilai tertinggi komposit hibrid dengan variasi volume 20% serat tebu dan 20% serat sabut kelapa dengan nilai kekuatan tarik 72,86 Mpa dan modulus elastisitas 5,40 Gpa, kekuatan tarik tersebut meningkat sebesar 96,92%.

### Kata Kunci

Komposit hibrid, serat tebu, sabut kelapa, fraksi volume, uji tarik.

### 1. PENDAHULUAN

Sebagai negara yang mempunyai iklim tropis, Indonesia menjadi salah satu negara penghasil kelapa terbanyak di dunia. Tercatat di Badan Pusat Statistik pada tahun 2020 total produksi kelapa mencapai 2.811.900 ton. Selain kelapa, tebu merupakan salah satu tanaman yang banyak ditemukan di Indonesia, khususnya di pulau Sumatera dan Jawa. Bersumber pada data Badan Pusat Statistik, total produksi kelapa pada tahun 2020 sebanyak 2.130.700 ton.

Pemanfaatan kedua serat alam tersebut masih belum maksimal dan memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan penguat material komposit. Kedua serat alam tersebut dapat dimanfaatkan menjadi material penguat komposit hibrid. Komposit hibrid merupakan komposit yang disusun lebih dari satu jenis *reinforcement* atau serat yang berbeda. Penggabungan kedua serat alam tersebut diharapkan akan mendapatkan nilai kekuatan tarik material komposit yang lebih tinggi.

Beberapa penelitian mengenai komposit sabut kelapa maupun serat ampas tebu telah

dilakukan dengan tujuan untuk menggunakannya sebagai material yang berguna di masa yang akan datang khususnya di dunia industri. Hal tersebut dijadikan tantangan bagi peneliti untuk mengetahui cara meningkatkan kualitas dan sifat material komposit dengan mengubah berbagai aspek material komposit. Sifat material komposit bergantung pada sifat unsur, geometri, dan distribusi penyusunnya. Salah satu parameternya adalah fraksi volume (berat) reinforcement atau rasio volume serat. Distribusi reinforcement menentukan homogenitas atau keseragaman material [1].

Yuniarti [2] melakukan penelitian mengenai pengaruh perlakuan alkali, fraksi volume serat, dan panjang serat Hasil yang didapatkan dari penelitiannya menunjukkan nilai tertinggi kekuatan tarik komposit sandwich dengan perendaman alkali 30 menit dengan panjang serat 60 mm dan fraksi volume serat 40% sebesar 274,278 kgf/cm<sup>2</sup>.

Banowati, Prasetyo, dan Gunara [3] meneliti perbandingan kekuatan tarik komposit serat mendong pada arah serat unidirectional 0° dan 90° dengan resin epoksi bakalite EPR

174. Setelah dilakukan pengujian tarik, nilai kekuatan tarik maksimum pada arah serat 0° dengan rata-rata kekuatannya adalah 26,6 MPa.

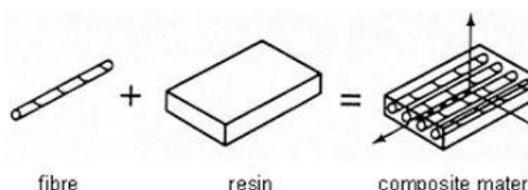
Suardana dan Dwidiani [4] melakukan penelitian tentang pengaruh waktu perendaman larutan alkali pada komposit berpenguat serat tapis kelapa. Mereka membandingkan waktu perendaman serat pada larutan alkali NaOH 5% selama 2, 4, dan 6 jam. Hasil yang diperoleh menunjukkan kekuatan maksimum pada perendaman 2 jam sebesar 58,8 MPa.

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh perbandingan volume serat pada komposit hibrid serat tebu dan serat sabut kelapa terhadap nilai kekuatan tarik.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Komposit

Material komposit merupakan kombinasi dari dua atau lebih material yang menghasilkan sifat yang lebih baik dibandingkan masing-masing material tersebut. Berbeda dengan alloy yang mempertahankan sifat kimia, fisik, dan mekanik setiap materialnya [5]. Secara umum komposit disusun dari dua material utama yaitu reinforcement dan matriks.



Gambar 1. Komposit (sumber: kkp.go.id)

Matriks merupakan bagian pengisi ruang komposit yang memiliki fungsi sebagai pengikat reinforcement dan melindunginya dari lingkungan serta menjaga permukaannya dari pengikisan. *Reinforcement* merupakan penguat dari material komposit. Umumnya reinforcement memiliki kekuatan yang lebih tinggi dari matriks. *Reinforcement* pada material komposit dapat berupa partikel, whicker, atau serat.

### 2.2 Serat Alam

Serat alam umumnya diklasifikasikan berdasarkan sumbernya yang berasal dari tumbuhan, hewan, dan mineral. Serat tumbuhan merupakan hasil ekstraksi dari buah, biji, daun, batang, dan kulit tanaman. Contoh seratnya yakni sabut kelapa dan ampas tebu. Sabut kelapa mengandung lignin (40-45%), hemiselulosa (0,15-0,25%), selulosa (32-43%), pektin (3-4%), dan kelembaban (8%). Sabut kelapa yang menghasilkan kekuatan sebesar 47,09 MPa [6]. Sedangkan kandungan yang terdapat pada ampas tebu diantaranya selulosa 43%, hemiselulosa <1%, lignin 45%, kadar air 10-12%. Kekuatan serat tebu yang diperoleh sebesar 26,897 MPa [2].

### 2.3 Hand Lay Up

Hand lay-up merupakan metode pembuatan komposit polimer yang paling sederhana. Keunggulan metode ini selain tidak banyak menggunakan peralatan, metode ini juga dapat mengatur ketebalan dan kekuatan komposit dengan menambahkan serat dan resin secara terus menerus sesuai keinginan.

### 2.4 Pengujian Tarik

Pengujian material bertujuan untuk mendapatkan sifat dan kekuatan material tersebut.

Tegangan dirumuskan dengan:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Keterangan :

$\sigma$  = Tegangan (Pa)

P = Beban yang bekerja dalam arah tegak lurus (N)

A = Luas penampang awal spesimen sebelum dibebani (m<sup>2</sup>)

Regangan dirumuskan dengan:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (2)$$

Keterangan :

$\varepsilon$  = Regangan (%)

$\Delta L$  = Pertambahan panjang (mm)

$L_0$  = Panjang awal spesimen sebelum dibebani (mm)

Modulus elastisitas dirumuskan dengan:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (3)$$

Keterangan :

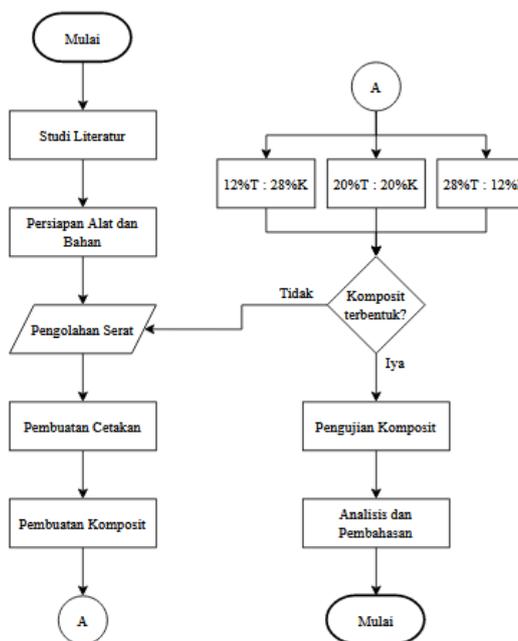
E = Modulus elastisitas (MPa)

$\sigma$  = Tegangan (MPa)

$\varepsilon$  = Regangan (%)

### 3. METODE PENELITIAN

Tahapan penyelesaian penelitian ini ditunjukkan dan dideskripsikan pada diagram alir berikut yang berisikan studi literatur, persiapan alat dan bahan, pengolahan serat, pembuatan cetakan, pembuatan komposit, pengujian komposit, dan pengolahan data.



Gambar 2. Diagram alir

#### 3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan mengkaji informasi terkait penelitian. Informasi-informasi ini didapat dari jurnal, buku, maupun *web site* sebagai bahan referensi yang akan digunakan.

#### 3.2 Persiapan alat dan bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Timbangan digital
2. Ember
3. Gunting
4. Kuas
5. Penggaris
6. Kikir
7. Ragum
8. Clamp C/F
9. Mesin gerinda
10. Sisir
11. Mangkok

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Serat tebu
2. Serat sabut kelapa
3. Kalium Hidroksida (KOH)
4. Epoxy resin
5. Epoxy hardener
6. Wax mold release
7. Fiberglas
8. Aseton
9. Plat aluminium 1mm
10. Kayu triplek 3mm
11. Plasticsteel

#### 3.3 Pengolahan serat

Pengolahan serat dilakukan dengan perlakuan larutan alkali. Perendaman larutan alkali ini bertujuan untuk menghilangkan kandungan lignin atau unsur lilin yang terdapat pada serat. Perendaman larutan alkali menggunakan Kalium Hidroksida (KOH) dengan kadar 5% selama 120 menit.

#### 3.4 Pembuatan cetakan

Pembuatan cetakan dengan bahan dasar resin dan fiberglas. Ukuran cetakan mengikuti ukuran spesimen standard ASTM D3039 dengan dimensi 250 x 25 x 2,5 mm [7].

#### 3.5 Pembuatan komposit

Pembuatan komposit dilakukan menggunakan metode hand lay up dengan fraksi volume 40% dan 60% matriks. Perbandingan serat tebu dan serat sabut kelapa yang digunakan dalam penelitian ini adalah T12:K28, T20:K20, dan T28:K12, dimana:

- T12 = serat betu 12%
- K28 = serat sabut kelapa 28%
- T20 = serat tebu 20%
- K20 = serat sabut kelapa 20%
- T28 = serat tebu 28%
- K12 = serat sabut kelapa 12%

Proses pembuatan komposit dijelaskan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Aplikasi wax secara merata pada cetakan yang telah dibuat menggunakan kuas, proses ini bertujuan untuk memudahkan pelepasan komposit dari cetakan.
2. Campurkan resin dan katalis sesuai perhitungan yang tersedia, kemudian tuangkan setengah dari

- total campuran tersebut di dasar cetakan.
- Letakkan serat tebu dan serat sabut kelapa secara bergantian di atas matriks.
  - Tuangkan kembali sisa matriks diatas serat yang telah diletakkan.
  - Tutup bagian atas cetakan menggunakan plat dan tekan dengan clamp C/F.
  - Keluarkan spesimen dari cetakan dan haluskan permukaan menggunakan kikir.

### 3.6 Pengujian komposit

Pengujian komposit menggunakan mesin uji tarik dari Tokyokoki Seizosho yang terdapat di lab. CNC Politeknik Negeri Bandung. Proses uji Tarik sebagai berikut:

- Beri tanda setiap spesimen sesuai variasinya.
- Hitung panjang, lebar, dan tebal awal spesimen menggunakan vernier kaliper.
- Pasang milimeter blok pada printer grafik mesin tersebut.
- Pasang extensiometer pada thread mesin uji tarik dan kalibrasi alat ke 0.
- Pasang spesimen pada penjepit mesin uji tarik dan pastikan bagian atas dan bawah dalam posisi lurus dan terjepit dengan kuat.
- Lakukan uji tarik dan display mesin akan bergerak menunjukkan beban maksimal hingga spesimen patah.
- Lepaskan spesimen dari penjepit.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Table 1. Dimensi spesimen

Spesimen	No.	lebar (mm)	tebal (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	L <sub>0</sub> (mm)
T28:K12	1	24,95	2,84	70,86	250
	2	24,98	2,6	64,95	250
	3	25	2,95	73,75	250
T20:K20	1	24,8	2,6	64,48	250
	2	24,9	2,75	68,48	250
	3	25,05	2,7	67,64	250
T12:K28	1	24,98	2,7	67,45	250
	2	24,9	2,5	62,25	250
	3	25	2,9	72,50	250

Tabel 1. menunjukkan dimensi semula spesimen sebelum dilakukan pengujian yang selanjutnya perhitungan untuk mendapatkan tegangan atau kekuatan tarik. Dalam pembuatan komposit spesimen uji tarik pembebanan dilakukan menggunakan clamp

C/F. Tekanan yang diterima komposit tidak merata dan terdapat bagian komposit yang tidak tertekan oleh clamp. Hal ini mengakibatkan perbedaan ketebalan pada komposit tersebut.

Table 2. Data yang diperoleh

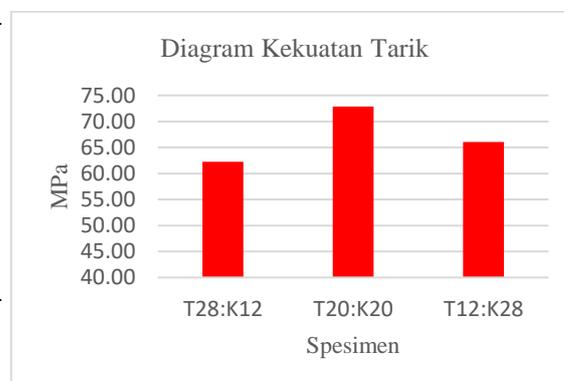
Spesimen	No.	beban (kg)	$\Delta L$ (mm)
T28:K12	1	385	2,4
	2	400	2,55
	3	550	4,4
T20:K20	1	361	2,2
	2	505	3,8
	3	630	4,4
T12:K28	1	440	3,45
	2	490	4,9
	3	431	2,65

Tabel 2. menunjukkan data yang diperoleh setelah dilakukan pengujian, data tersebut berupa beban maksimum dan pertambahan panjang komposit. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya ialah ketebalan yang tidak sama pada setiap spesimen.

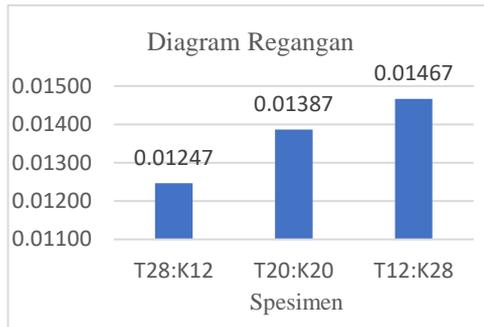
Table 3. Hasil uji tarik

Spesimen	No.	$\sigma$ (MPa)	$\epsilon$ (%)	E(GPa)
T28:K12	1	53,28	0,0096	5,55
	2	60,40	0,0102	5,92
	3	73,13	0,0176	4,15
T20:K20	1	54,90	0,0088	6,24
	2	72,32	0,0152	4,76
	3	91,35	0,0176	5,19
T12:K28	1	63,98	0,0138	4,64
	2	66,28	0,0196	3,38
	3	67,90	0,0106	6,41

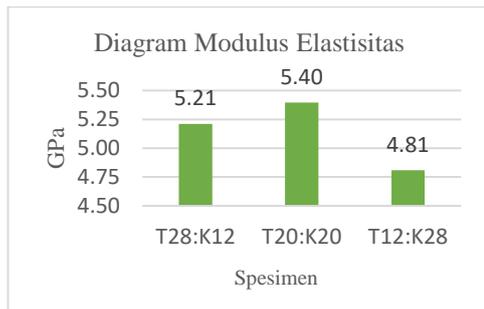
Tabel 3. menunjukkan hasil pengolahan data yang telah diperoleh. Hasil tersebut berupa tegangan, regangan, dan modulus elastisitas.



Gambar 3. Diagram kekuatan tarik



Gambar 4. Diagram regangan



Gambar 5. Diagram modulus elastisitas

Spesimen komposit ini menggunakan 3 variasi volume yang berbeda, diantaranya 28% serat tebu : 12% serat sabut kelapa, 20% serat tebu : 20% serat sabut kelapa, dan 12% serat tebu : 28% serat sabut kelapa. Penentuan variasi ini dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan tarik optimal pada komposit hibrid. Pembuatan komposit menggunakan metode press hand lay up, beban/penekanan clamp C/F diperlukan untuk meratakan resin dalam cetakan dan mengurangi void/ruang kosong pada komposit. Void tersebut yang dapat menyebabkan crack dan kecacatan pada spesimen sehingga menjadikan nilai kekuatan material komposit tidak optimal. Akan tetapi pembebanan yang dilakukan menggunakan clamp C/F dapat mengakibatkan beban yang tidak merata ke setiap bagian komposit, sehingga dapat terjadi perbedaan ketebalan pada specimen komposit.

Dari penelitian sebelumnya yang dilakukan mengenai komposit dengan penguat hanya serat tebu atau serat sabut kelapa, serat sabut kelapa mendapatkan kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan serat tebu. Kekuatan tarik komposit serat tebu sebesar 26,9 MPa dan kekuatan tarik komposit serabut kelapa sebesar 47,09 MPa.

Dapat dilihat pada Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5 nilai rata-rata hasil pengujian

spesimen komposit pada variasi T12:K28 mendapatkan kekuatan tarik sebesar 66,05 MPa, regangan 0,01387, dan modulus elastisitas 4,81 GPa. Spesimen komposit pada variasi T20:K20 mendapatkan nilai rata-rata hasil pengujian kekuatan tarik sebesar 72,86 MPa, regangan 0,01387, dan modulus elastisitas 5,40 GPa. Spesimen komposit pada variasi T28:K12 mendapatkan nilai rata-rata hasil pengujian kekuatan tarik sebesar 62,27 MPa, regangan 0,01247, dan modulus elastisitas 5,21 GPa. Dari hasil tersebut terjadi peningkatan kekuatan tarik pada variasi T20:K20 sebesar 10,3% dari variasi T12:K28, dan meningkat 17% dari variasi T28:K12.

Pada spesimen komposit hibrid dengan bahan penguat serat tebu dan serat sabut kelapa mengalami peningkatan kekuatan dibandingkan komposit yang hanya berpenguat serat tebu atau serat sabut kelapa. Rata-rata komposit yang hanya berpenguat serat tebu atau serat sabut kelapa sebesar 37 MPa. Dan penelitian ini pada komposit hibrid variasi T20:K20 mengalami peningkatan kekuatan tarik sebesar 35,86 MPa sebesar 96,92%.

## 5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian, pengaruh komposisi volume serat tebu dan serat sabut kelapa pada komposit hibrid terhadap nilai kekuatan tarik dengan matriks epoksi yang telah dilakukan, antara lain:

1. Dari penelitian sebelumnya, nilai kekuatan tarik komposit serat tebu sebesar 26,9 MPa dan kekuatan tarik komposit serabut kelapa sebesar 47,09 MPa.
2. Terdapat pengaruh perbandingan serat yang digunakan pada komposit hibrid serat tebu dan serat sabut kelapa. Komposit dengan nilai kekuatan tarik dan modulus elastisitas tertinggi dari ketiga variasi tersebut adalah variasi 20% serat tebu dan 20% serat sabut kelapa terjadi peningkatan kekuatan tarik sebesar 35,86 MPa atau 96,92%.
3. Perbandingan serat tebu dan serat sabut kelapa yang seimbang akan menghasilkan kekuatan tarik yang lebih optimal daripada serat dengan perbandingan yang berbeda. Hal

tersebut dipengaruhi oleh distribusi reinforcement yang kurang merata pada perbandingan serat yang berbeda, sehingga kekuatan tarik yang dihasilkan kurang optimal.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. M. Daniel dan O. Ishai, *Engineering Mechanics Of Composite Materials*, New York: Oxford University Press, 2006.
- [2] M. A. Yuniarti, "Pengaruh Perlakuan Alkali, Fraksi Volume Serat, Dan Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Skin Komposit Sandwich Berbahan Dasar Serat Tebu," *Skripsi*, 2011.
- [3] L. Banowati, W. A. Prasetyo dan D. M. Gunara, "Analisis Perbandingan Kekuatan Tarik Orientasi Unidirectional 0° dan 90° pada Struktur Komposit Serat Mendong dengan Menggunakan Epoksi Bakelite EPR 174," vol. 19, no. 2, 2017.
- [4] N. P. S. Gede dan N. M. Dwidiana, "Pengaruh Waktu Treatment Serat Terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Tapis Kelapa," *Jurnal Teknik Industri*, pp. 188-192, 2008.
- [5] F. Campbell, *Structural Composite Materials*, United States of America: ASM International, 2010.
- [6] B. Santoso, "Analisis Kekuatan Material Komposit Serabut Kelapa Hasil Metode Press Hand Lay-Up Dengan Curing Oven Pada Variabel Waktu," *Laporan Tugas Akhir*, 2021.
- [7] A. D3039/D3039M, *Standard Test Methods for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials*, American Society for Testing and Materials., 2000.
- [8] N. Chand dan M. Fahim, *Tribology of Natural Fiber Polymer Composites*, Duxford: Matthew Deans, 2021.
- [9] K. K. Chawla, *Composite Materials*, New York: Springer Science+Business Media, 2011.
- [10] L. Hartanto, "Study perlakuan alkali dan fraksi volume serat terhadap kekuatan bending, tarik, dan impak komposit berpenguat serat rami bermatrik polyester BQTN 157," *Tugas Akhir*, 2009.
- [11] Y. Hermawan dan R. Sidartawan, "Analisa Sifat Mekanis Biokomposit Laminat Serat Tebu - Polyester," *Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, p. 33, 2016.
- [12] Ilham, Bakri dan R. Magga, "Sifat Kuat Tarik Material Komposit Hibrid Berpenguat Serat Ijuk dan Sabut Kelapa dengan Orientasi Serat Acak," *Jurnal Mekanikal*, pp. 980-991, 2019.
- [13] R. M. Jones, *Mechanics Of Composite Materials*, New York: Taylor & Francis Group, 1999.
- [14] M. S. Ningrum, "Pemanfaatan Tanaman Kelapa (*Cocos nucifera*) oleh Etnis Masyarakat di Desa Kelambir dan Desa Kubah Sentang Kecamatan Pantai Labu Kabupaten Deli Serdang," *Skripsi*, p. 45, 2019.
- [15] M. Z. Ramadhani dan A. E. Palupi, "Pengaruh Susunan Komposit Matriks Serat Alam (Kelapa dan Tebu) Terhadap Kekuatan Tarik dan Impact," *Jurnal Teknik Mesin*, 2019.
- [16] F. Muhammad, "Peningkatan Kekuatan Material Komposit Serabut Kelapa Dengan Matriks Poliester Resin 108 Melalui Alkalisasi dan Post-Curing," *Laporan Tugas Akhir*, 2021.
- [17] M. Schwartz, *Composite Material Handbook*, s.1.: Mc-GrawHill, 1984.
- [18] B. P. Statistik, "Luas Tanaman Perkebunan Menurut Provinsi," [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/indicator/54/131/1/luas-tanaman-perkebunan-menurut-provinsi.html>. [Diakses 2022 Maret 15].
- [19] B. P. Statistik, "Produksi Tanaman Perkebunan," [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/indicator/54/132/1/produksi-tanaman-perkebunan.html>. [Diakses 2022 Maret 15].
- [20] O. Suparno, "Potensi dan Masa Depan Serat Alam Indonesia Sebagai Bahan Baku Aneka Industri," *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, p. 222, 2020.
- [21] H. Suryanto, E. Marsyahyo, Y. S. Irawan dan R. Soenoko, "Morphology, Structure, and Mechanical Properties of Natural Cellulose Fiber from Mendong Grass (*Fimbristylis globulosa*)," *Journal of Natural Fibers*, p. 342&346, 2014.
- [22] B. S. Wicaksono dan B. Yunitasari, "Pengaruh Variasi Lama Perendaman Serat Tebu Dengan NaOH Terhadap Kekuatan Bending Dan Struktur Mikro Pada," *Jurnal Teknik Mesin*, pp. 123-128, 2021.