ELEMEN
Jurnal Teknik Mesin
Vol.11 No.2 Desember 2024 ; pp. 98 - 104
ISSN 2442-4471 (cetak)
ISSN 2581-2661 (online)
http://je.politala.ac.id

PENGARUH PANJANG SERAT BAMBU PETUNG TERHADAP KEKUATAN MEKANIK DAN SIFAT FISIS KOMPOSIT YANG DISUSUN SECARA ACAK

Khotibul Umam[1)], Adityo Noor Setyo H.D[2)], R. Faiz Listyanda[3)]

1) Program Studi S1 Teknik Mesin, Universitas Tidar
2) Program Studi Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur, Universitas Tidar
3) Program Studi S1 Teknik Mesin, Universitas Tidar

Corresponding email [1)] : khotibulumam29mc@gmail.com
Corresponding email [2)] : noorsetyo@yahoo.com
Corresponding email [3)] : faizlistyanda@untidar.ac.id

Received: 19.08.2024
Accepted: 17.10.2024
Published: 28.12.2024

©2024 Politala Press
All Rights Reserved

Abstrak. Komposit serat alam semakin banyak dikembangkan sebagai pengganti bahan yang kurang ramah lingkungan seperti logam dan *fiber glass*. Bambu petung berpotensi sebagai pengganti *fiber glass* pada penguat komposit polimer karena memiliki kualitas serat yang baik. Tujuan penelitian ini mengetahui pengaruh susunan serat secara acak dengan variasi panjang serat terhadap kekuatan mekanik. Metode pembuatan komposit *hand lay up* dengan variasi panjang serat 5 mm, 10 mm, 15 mm, 20 mm. Fraksi volume serat bambu petung sebesar 30% yang direndam Naoh 5% selama 2 jam. Hasil penelitian menunjukan spesimen C memiliki nilai kekuatan tarik dan modulus elastisitas tertinggi sebesar 1,25 Kgf/mm^2 dan 1,93 Kgf/mm^2 sedangkan pada spesimen A memiliki nilai kekuatan tarik dan modulus elastisitas terendah sebesar 0,76 Kgf/mm^2 dan 1,14 Kgf/mm^2. *Matriks rich, void,* dan *fiber pull out* menyebabkan kekuatan mekanik dari komposit kurang maksimal. Pengaruh penambahan serat bambu petung dalam komposit dapat meningkatkan kekuatan mekanik seiring bertambahnya panjang serat.
Kata Kunci: Komposit,serat bambu petung, uji tarik, foto makro

Abstract. *Natural fiber composites are increasingly being developed to substitute less environmentally friendly materials such as metal and fiberglass. Petung bamboo has the potential to be a substitute for glass fiber in polymer composite reinforcement because it has good fiber quality. This research aims to determine the effect of random fiber arrangement with variations in fiber length on mechanical strength. The composite was made using the hand lay-up method with fiber length variations of 5 mm, 10 mm, 15 mm, and 20 mm. The volume fraction of petung bamboo fiber is 30% soaked in 5% NaOH for 2 hours. The research results show that specimen C has the highest tensile strength and elastic modulus values of 1.25 Kgf/mm^2 and 1.93 Kgf/mm^2. In contrast, specimen A has the lowest tensile strength and elastic modulus values of 0.76 Kgf/mm^2 and 1.14 Kgf/mm^2. The rich, void, and fiber pull-out matrix causes the mechanical strength of the composite to be less than optimal. The effect of adding petung bamboo fiber in the composite can increase the mechanical strength as the fiber length increases.*
Keywords: Composite, petung bamboo fiber, tensile test, macro photos

To cite this article: https://doi.org/10.34128/je.v11i2.288

1. Pendahuluan

Komposit polimer yang digunakan dalam pembuatan komponen otomotif telah terbukti dapat menyeimbangkan fitur seperti pengurangan bobot dan keselamatan penumpang [1]

Komposit yang diperkuat serat alam dapat berfungsi sebagai pengganti bahan yang kurang ramah lingkungan seperti logam dan *fiber glass*)[2]

Serat bambu berpotensi sebagai penguat dalam material komposit, termasuk komposit dengan matriks polimer karena memiliki sifat yang ringan, kuat, dan tahan terhadap tekanan. Bambu merupakan sumber daya alam

yang dapat diperbarui dan dapat tumbuh dengan cepat. Oleh karena itu, penggunaan serat bambu dalam material komposit juga dapat mendukung prinsip keberlanjutan dan daur ulang.

Kekuatan mekanik yang tinggi dan bobot yang ringan membuat bambu dapat diperbandingkan dengan baja [3]. Bambu petung memiliki potensi untuk menjadi pengganti fiber glass pada penguat komposit polimer karena memiliki kualitas serat yang baik. Meskipun demikian, serat bambu memiliki variabilitas sifat mekanik yang signifikan dan karakteristik higroskopis inheren, sama seperti sebagian besar serat alami [4].

Hasil penelitian [1] menunjukan bahwa pada simulasi discplacement material komposit bambu memiliki nilai deformasi lebih tinggi yaitu 0,4 mm berbanding material *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) sebesar 0,3 mm pada pembebanan 100 N. *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) sebagai material utama dapat digantikan oleh material komposit serat bambu. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh [5] menghasilkan kesimpulan nilai komposit bambu sebagai material *front splitter* memiliki keamanan dan tegangan geser yang lebih besar dibanding ABS.

Bambu digunakan dalam bidang teknologi, salah satunya sebagai bahan penguat panel pintu mobil. Termoplastik adalah bahan yang digunakan untuk pembuatan panel pintu mobil yang memiliki kuat tarik 30 hingga 95 MPa dan kuat lentur 11 hingga 25 MPa. Biasanya polipropilen, *polyester* atau *polyurethane* (PU) digunakan untuk membuat panel pintu mobil. Namun mulai tahun 2015, pemanfaatan bahan daur ulang telah ditekankan oleh program *European Union's end-of-live of Vehicles* (ELV) [6].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penggunaan serat bambu petung yang disusun secara acak dengan variasi panjang serat sebagai penguat komposit dengan matriks resin polyester untuk material baru yang diharapkan dapat menjadi material alternatif yang tidak hanya memenuhi persyaratan keamanan tapi juga kenyamanan dan juga mengintegrasikan aspek keberlanjutan dalam penggunaan serat alami.

2. Tinjauan Pustaka

Hasil pengujian yang dilakukan [4]menunjukan bahwa proses alkalisasi dengan larutan NaOH dapat meningkatkan kinerja serat bambu petung. Kondisi ideal untuk mengalkalisasi serat bambu Petung adalah dengan menggunakan larutan NaOH 5% v/v. Pentingnya perlakuan alkalisasi ini berpengaruh terhadap kekuatan mekanik komposit karena lapisan penyusun dan kotoran dapat hilang karena perlakuan ini.

Penelitian yang dilakukan oleh [7]menunjukan hasil perlakuan serat 2 jam mencapai nilai optimal kekuatan dan regangan tarik komposit yaitu 190,27 Mpa dan 0,44%.

Pada penelitian [2] spesimen dengan variasi serat acak memberikan hasil terbaik dalam hal tarik. Menurut penelitian [8] yang memvariasikan empat fraksi volume kandungan serat yang berbeda 0%, 20%, 30%, dan 40% memperoleh hasil terbaik terdapat pada fraksi volume serat 30%. Kegagalan penarikan serat terbaik diamati pada hasil foto makro fraksi volume sebesar 30%.

Penelitian [9]dilakukan dengan cara merendam serat ampas tebu dalam cairan kimia NaOH 5% selama 2 jam, memvariasikan fraksi volume sebesar 10%, 20%, 30%, dan 40%. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, nilai kuat tarik tertinggi yang dapat dicapai pada komposit dengan fraksi volume 30%.

Tanaman bambu biasanya terdiri dari 60% selulosa dan sekitar 32% lignin termasuk hemiselulosa dan selulosa. Seiring bertambahnya usia tanaman bambu, komposisi materialnya berubah, seiring dengan penurunan kandungan selulosa [10].

Tabel 1. Kandungan Bambu Petung [11][12]

Komponen Kimia (%)	
Alfa-Selulosa	44.94
Holo-Selulosa	73.63
Lignin	27.37
Dimensi Sel	
Panjang Serat	3.90 Mm
Diameter Serat	4.91 Mikron
Diameter Lumen	3.10 Mikron
Tebal Dinding Sel	0.90 Mikron
Sifat Mekanik (Mpa)	
Kuat Lentur	134,972
Kuat Tarik Sejajar Serat	228
Kuat Tekan Sejajar Serat	49,206
Kuat Tekan Tegak Lurus Serat	24,185
Kuat Geser Sejajar Serat	9,505
Modulus Elastisitas Lentur	12888,477

3. Metodologi Penelitian

Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode eksperimental untuk mencari pengaruh penambahan serat bambu petung dengan kondisi terkendalikan dalam pembuatan spesimen dengan memvariasikan panjang serat. Hasil pembuatan komposit akan dibentuk sesuai standar ASTM D 638 untuk uji tarik dan standar ASTM D 256 untuk uji impak.

Variabel Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini variabel yang digunakan adalah sebagai berikut:

1) Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang nilainya telah ditentukan sebelum melakukan penelitian. Pada penelitian kali ini variabel bebas yang digunakan adalah serat bambu petung dan UPR 157 BQTN-EX.

2) Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang dibuat tetap atau konstan. Variabel kontrol pada penelitian ini yaitu :

a. Menggunakan Metode *Hand Lay Up*.
b. Bentuk orientasi serat komposit adalah acak.
c. Larutan 5% NaOH selama 2 jam dalam suhu ruangan.
d. Menggunakan fraksi volume serat bambu petung 30%.
e. Variasi panjang serat bambu petung yaitu 5 mm, 10 mm, 15 mm, dan 20 mm.

3) Variabel terikat

Nama lain dari variabel terikat adalah variabel respon, yaitu variabel yang perubahannya bergantung pada variabel lain. Kekuatan mekanik dan sifat fisik menjadi faktor yang digunakan dalam variabel terikat penelitian ini.

Tahapan Penelitian

1) Persiapan Bahan

Perlakuan yang diberikan untuk serat bambu adalah sebagai berikut:

a. Bambu petung dipotong ukuran ± 2 cm dengan panjang 1 ruas bambu.
b. Bambu petung yang sudah dipotong dipukul menggunakan palu agar menjadi serat kecil.
c. Serat bambu disortir agar mendapat serat yang bagus.
d. Perlakuan alkali serat bambu direndam dengan larutan NaOH 5 % selama 2 jam.
e. Serat kemudian dibilas dan dikeringkan.
f. Serat dipotong sesuai panjang variasi.

Gambar 1. Persiapan Bahan

2) Pembuatan Komposit

Pembuatan komposit menggunakan metode *hand lay up* dilakukan dengan cara sebagai berikut:

a. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan spesimen.
b. Membersihkan cetakan yang akan digunakan dan melapisi cetakan dengan pelumas agar mudah dalam proses pengambilan komposit dari cetakan.
c. Langkah selanjutnya, tuangkan resin ke dalam cetakan kemudian ratakan hingga semua daerah cetakan terisi.
d. Kemudian masukan serat bambu petung secara acak sesuai variasi panjang serat ke dalam cetakan, dimana fraksi volume serat 30%.
e. Setelah serat tersusun dalam cetakan sesuai variasi, kemudian serat disiram menggunakan resin sambil diratakan sesuai ukuran.
f. Tutup cetakan dan letakan pemberat di atas cetakan agar tekanan pada cetakan merata, kemudian tekan dengan dongkrak sampai level pada dongkrak maksimal.

g. Komposit dikeringkan dalam suhu kamar selama ± 12 jam.
h. Komposit dilepas dari cetakan menggunakan *cutter*.

Pencetakan Komposit | Hasil cetakan

Gambar 2. Pembuatan Komposit

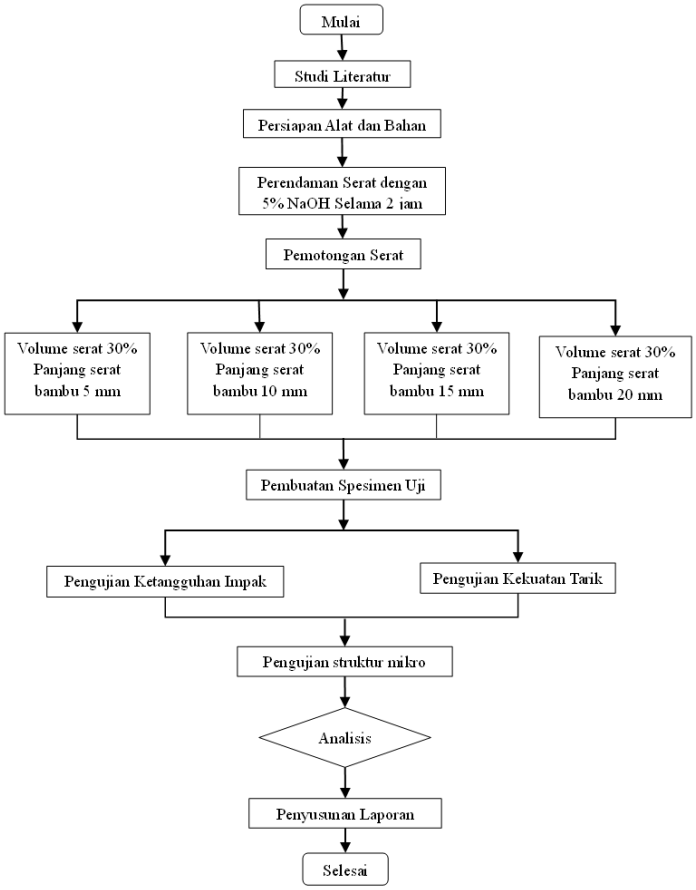
3) Pembuatan Spesimen
a. Setelah pencetakan komposit dibentuk sesuai dengan standar yang digunakan untuk uji tarik ASTM D 638, standar yang digunakan untuk uji impak ASTM D 256.

Pembentukan spesimen | Spesimen uji tarik | Spesimen impak izod

Gambar 3. Pembuatan Spesimen

Diagram Alir

Tahapan penelitian bisa dilihat pada diagram alir dibawah ini



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

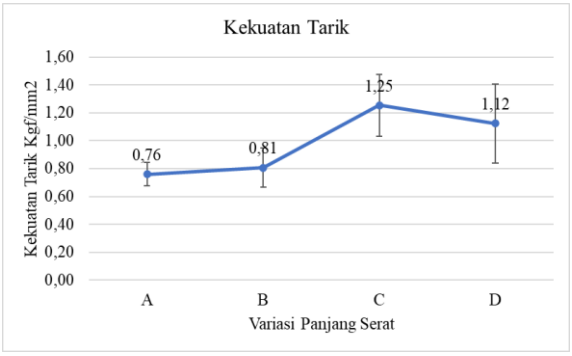
4. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini komposit dibuat dengan serat bambu petung sebagai penguat dan resin *polyester* BQTN 157 sebagai pengikat. Fraksi volume yang digunakan untuk serat 30% sebesar 27,744 mm^2 untuk resin 70% sebesar 92,48 mm^2 dan massa serat bambu yang dibutuhkan sebesar 19,42 gr sedangkan massa resin 78,65 ml. Pada penelitian ini digunakan variasi panjang serat yaitu spesimen A dengan panjang serat 5 mm, spesimen B dengan panjang serat 10 mm, spesimen C dengan panjang 15 mm, spesimen D dengan panjang serat 20 mm.

Uji Tarik

Tabel 2. Rata-Rata Hasil Pengujian Tarik Komposit Serat Bambu Petung

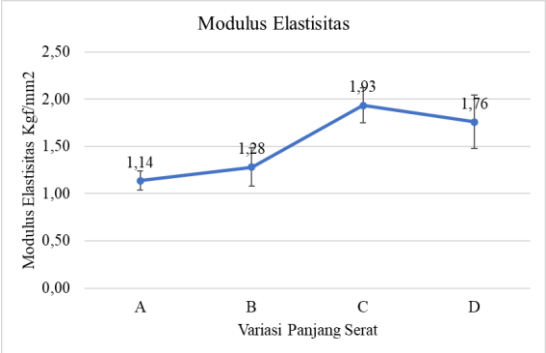
Kode	Max Force (Kgf)	Tensile Strength (Kgf/ mm^2)	Displacement (mm)	Elongtion (%)	St. Dev Tarik	Modulus Elastisitas	St. Dev Mod El
A	32,18	0,10	0,68	0,68	0,09	0,10	0,10
B	32,87	0,21	0,66	0,66	0,14	0,20	0,20
C	54,73	0,18	0,64	0,64	0,22	0,18	0,18
D	49,10	0,28	0,65	0,65	0,28	0,28	0,28



Gambar 5. Grafik Kekuatan

Berdasarkan Tabel 2 nilai kekuatan tarik rata-rata pada komposit serat bambu petung menghasilkan nilai tertinggi pada spesimen C yaitu sebesar 1,25 Kgf/mm^2 sedangkan nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada spesimen variasi A yaitu 0,76 Kgf/mm^2.

Pada variasi A dan B komposit belum mendapat kekuatan tarik yang maksimal karena panjang serat belum bisa memberikan kekuatan yang terbaik. Komposit mendapatkan nilai tarik terbaik pada variasi C namun pada variasi D nilai tarik menurun, hasil tersebut juga diungkapkan oleh [13]. Hal ini menunjukan bahwa panjang serat terbaik terdapat pada variasi C dimana nilai kekuatan tarik bisa naik signifikan karena panjang serat yang bertambah namun ketika panjang serat lebih dari variasi C nilai kekuatan tarik tidak meningkat lagi karena sudah mencapai batas maksimalnya. Seiring bertambahnya panjang serat bambu petung nilai kekuatan tarik semakin meningkat. Hal ini membuktikan bahwa panjang serat bambu petung sangat mempengaruhi kekuatan mekanik komposit.

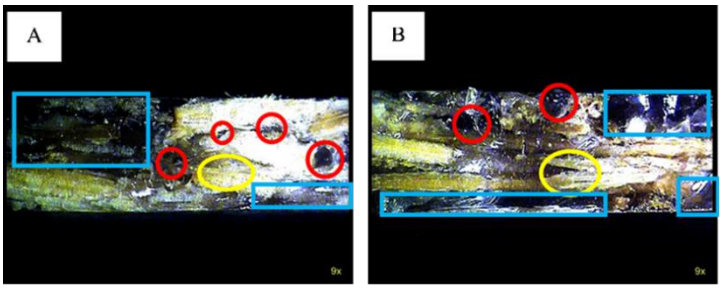


Gambar 6. Grafik Modulus Elastisitas

Berdasarkan Gambar 6 yang menunjukan nilai modulus elastisitas pada komposit serat bambu petung tertinggi dihasilkan pada spesimen C yaitu sebesar 1,93 Kgf/mm^2 sedangkan nilai modulus elastisitas terendah terdapat pada spesimen A yaitu 1,14 Kgf/mm^2. Nilai modulus elastisitas meningkat seiring bertambahnya panjang serat, semakin panjang serat maka semakin bertambah nilai modulus elastisitas. Hal yang sama juga diungkapkan oleh penelitian [13] tentang pengaruh panjang serat terhadap sifat mekanik komposit epoksi yang diperkuat serat rami pendek. Semakin tinggi nilai modulus elastisitas maka regangan yang terjadi semakin kecil karena material semakin getas sedangkan jika nilai modulus elastisitas rendah maka material mudah untuk deformasi karena regangan yang terjadi semakin besar.

Foto Makro

Foto makro spesimen hasil uji tarik dapat memperkuat hasil dari pengujian di atas.



Gambar 7. Foto Makro Komposit Dengan Panjang Serat (a) 10 mm dan (b) 20 mm

Keterangan Gambar 7 :

Biru : Matriks
Merah : *Void*
Kuning : *Fiber pull out*

Gambar 7 (a) merupakan spesimen dengan nilai tarik terendah. *Matriks rich* terjadi karena kurang banyaknya serat dan juga karena sebaran serat di dalam komposit kurang merata sehingga menyebabkan saat pembuatan spesimen masih terdapat ruang kosong tanpa ikatan matriks dan serat [14]. *Fiber pull out* disebabkan oleh matriks yang tidak dapat mengikat dengan serat [14]. Udara yang tidak dapat keluar pada saat proses pencetakan menyebabkan *void* dan *fiber pull out* [15]. Serat yang menumpuk dalam satu area menyebabkan resin tidak dapat masuk sehingga udara terjebak di dalam dan serat tidak memiliki ikatan hal ini yang menyebabkan terdapat banyak *void* pada serat pendek. Gambar 7 (b) merupakan spesimen yang mempunyai nilai tarik tertinggi. Pada spesimen ini hanya sedikit celah atau rongga yang terlihat sehingga dapat dipastikan pada spesimen tersebut mengandung jumlah serat yang tinggi dan tersebar dan tercapur secara merata dengan matriks didalam cetakan, hal inilah yang membuat spesimen tersebut memliki kekuatan lebih tinggi.

5. Kesimpulan

Susunan serat bambu petung secara acak dan resin *polyester* memberikan pengaruh yang signifikan. Kekuatan mekanik komposit ini semakin meningkat seiring bertambahnya panjang serat, hal ini menunjukan bahwa pengaruh panjajng serat bambu petung terhadap komposit sangat signifikan. Hal ini terbukti oleh hasil pengujian yang telah dilakukan. Hasil pengujian tarik mendapat nilai kekuatan tarik tertinggi pada spesimen C yaitu sebesar 1,25 Kgf/mm^2 sedangkan nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada spesimen A yaitu 0,76 Kgf/mm^2 dan nilai modulus elastisitas tertinggi dihasilkan pada spesimen C yaitu sebesar 1,93 Kgf/mm^2 sedangkan nilai modulus elastisitas terendah terdapat pada spesimen A yaitu 1,14 Kgf/mm^2. *Matriks rich, void,* dan *fiber pull out* tersebut yang menyebabkan kekuatan mekanik dari komposit kurang maksimal.

Daftar Pustaka

[1] K. Serat and B. Aplikasi, “Analis numerik sifat mekanik bahan abs & komposit serat bambu aplikasi pada komponen adjuster seat mobil,” vol. XVI, no. 1, pp. 14–26, 2022.
[2] S. Acak, D. Lurus, R. Manurung, S. Simanjuntak, J. Sembiring, and E. Candra, “Analisa Kekuatan Bahan Komposit Yang Diperkuat Serat Bambu Menggunakan Resin Polyester Dengan Memvariasikan Susunan Serat,” vol. 2, no. 1, pp. 28–35, 2020.
[3] S. Mekanis and B. Betung, “SIFAT MEKANIS BAMBU BETUNG (Dendrocalamus asper),” vol. 1, no. 3, 2013.
[4] S. Bambu and P. Dendrocalamus, “Serat Bambu Petung (Dendrocalamus asper) Teralkalisasi sebagai Penguat Komposit Polimer,” vol. 8, no. 1, pp. 1–8, 2018.
[5] E. Herdian, P. Pratomo, and M. S. Y. Lubis, “SIMULASI MATERIAL KOMPOSIT BERPENGUAT

SERAT BAMBU DALAM PEMBUATAN KOMPONEN FRONT SPLITTER PADA MOBIL," vol. 6, no. 2, 2021.
[6] S. Komariyah, M. Farid, J. Teknik, and F. T. Industri, "Karakterisasi Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Komposit Polyurethane / Serbuk Bambu Sebagai Aplikasi Panel Pintu Mobil," vol. 5, no. 2, pp. 2015–2017, 2016.
[7] J. Teknik, M. Fakultas, T. Universitas, and N. Sebelas, "Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami- Polyester".
[8] U. G. Mada, "Analisis Sifat Mekanis Komposit Serat Acak Sabut Kelapa dan Rayung dengan Variasi Fraksi Volume FAHMI LATHIIF, Dr. Lilik Dwi Setyana, S.T.,M.T," 2021.
[9] A. Tanaman and S. Offichinarun, "PENGARUH ARAH SERAT PADA SERAT AMPAS TEBU POLYMER COMPOSITES".
[10] G. Illya and I. Bali, "Studi perbandingan sifat mekanik serat bambu," vol. 5, no. 2, pp. 383–390, 2021.
[11] K. Kimia, D. A. N. Anatomi, T. Jenis, and B. Dari, "Komponen kimia dan anatomi tiga jenis bambu dari seram, maluku," vol. 28, no. 2, pp. 76–83, 2008.
[12] H. Niswah, "Pengaruh Perlakuan Alkali NaOH terhadap Kekuatan Tarik dan Lentur pada Buku Bambu Betung," no. Senastitan Iv, pp. 1–8, 2024.
[13] H. Bisaria, M. K. Gupta, P. Shandilya, and R. K. Srivastava, "Effect of Fibre Length on Mechanical Properties of Randomly Oriented Short Effect of fibre length on mechanical properties of randomly oriented short jute fibre reinforced epoxy composite," no. December, 2015, doi: 10.1016/j.matpr.2015.07.031.
[14] "PENGARUH KONSENTRASI LARUTAN KOH TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO KOMPOSIT HIBRID SERAT RAMI DAN SERAT BAMBU," pp. 111–118.
[15] M. I. F. Rochim and K. Malang, "Analisa Kekuatan Tarik dan Foto Makro Patahan Komposit Serat Eceng Gondok Berpenguat ZnO," vol. 13, no. September, pp. 35–40, 2022.