

ANALISIS KEKUATAN TARIK SERAT AMPAS TEBU BERMATRIKS *UREA FORMALDEHID*

Wahyu Prayogo¹, Priyagung Hartono², Cepi Yazirin³

^{1*)} Universitas Islam Malang

email: w.prayogo47@gmail.com

²⁾ Universitas Islam Malang

email: priyagung@unisma.ac.id

³⁾ Universitas Islam Malang

email: cepiyazirin10@unisma.ac.id

ABSTRACT

Composites are a combination of two or more materials with various shapes and pieces of substance, and these various materials cannot be dissolved in each other, one of them as a reinforcing material and others as a binding material. Therefore, this research was carried out to obtain results of the effect of NaOH concentration and variations in the volume fraction of bagasse fiber on the tensile strength using urea formaldehyde resin using real experimental methods and using a composite method, namely lay-up. The results of this research obtained the highest tensile strength value for the 30% fiber and resin fraction with a concentration of 5% for 2 hours of 7.406 MPa. Meanwhile, the lowest tensile strength value was found in the 10% fiber and resin fraction with a concentration of 10% for 2 hours, amounting to 4.642 MPa. This research proves that the strength of composites, especially the tensile test, has an effect with optimal concentration so that the fibers in the composite are not damaged and the more fiber fractions used, the greater the tensile strength.

Keywords: Composite, Sugarcane Bagasse Fiber, Volume Fraction, Urea Formaldehyde Resin, Tensile Test

ABSTRAK

Komposit merupakan gabungan dua bahan atau lebih dengan berbagai variasi bentuk dan potongan zat, dan macam-macam bahan ini tidak dapat dilarutkan satu sama lain, diantaranya sebagai bahan penguat dan yang lainnya sebagai bahan pengikat. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan hasil dari pengaruh konsentrasi NaOH dan variasi fraksi volume serat ampas tebu terhadap kekuatan tarik menggunakan resin *urea formaldehid* dengan metode yang digunakan eksperimental nyata dan memakai metode komposit yaitu *lay-up*. Hasil dari penelitian ini mendapat nilai kekuatan tarik tertinggi pada fraksi serat dan resin 30% dengan konsentrasi 5% selama 2 jam sebesar 7,406 MPa. Sedangkan untuk nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada fraksi serat dan resin 10% dengan konsentrasi 10% selama 2 jam sebesar 4,642 MPa. Penelitian ini membuktikan bahwa kekuatan pada komposit khususnya uji tarik berpengaruh dengan konsentrasi yang optimal membuat serat pada komposit tidak rusak dan semakin banyak fraksi serat yang digunakan membuat kekuatan tarik semakin besar.

Kata kunci: Komposit, Serat Ampas Tebu, Fraksi Volume, Resin *Urea Formaldehid*, Uji Tarik

PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam dunia industri telah mendorong peningkatan dalam permintaan terhadap material komposit. Material yang ramah lingkungan, mampu didaur ulang, serta terurai sendiri oleh alam merupakan tuntutan teknologi sekarang ini [1].

Komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih material yang berbeda menjadi suatu bentuk mikroskopik, yang terbuat dari bermacam-macam kombinasi atau gabungan antara serat dan matriks [2].

Komposit serat yang diperkuat dapat digolongkan menjadi dua bagian yaitu komposit serat pendek (*short fiber composite*) dan komposit serat panjang (*long fiber composite*). Serat panjang lebih efisien dalam peletakkannya akan tetapi serat pendek lebih mudah peletakkannya dibandingkan serat panjang. Ditinjau dari teorinya serat panjang dapat meneruskan beban maupun tegangan dari titik tegangan kearah serat yang lain [3].

Karakteristik serat alam tergantung pada kandungan selulosanya, semakin tinggi selulosanya semakin meningkat sifat seratnya. Namun pada permukaan serat masih ada lapisan yang menyerupai lilin seperti *lignin*, *hemiselulosa*, serta lemak dan kotoran lainnya yang bisa menghambat nilai rekat pada serat tersebut. Banyak serat alam seperti serat kelapa, sisal, rami dan daun nanas yang sedang banyak dipelajari di seluruh dunia [4].

Serat ampas tebu (*bagasse*) sebagian besar mengandung *ligno-cellulose*. Panjang seratnya antara 1,7 sampai 2 mm dengan diameter sekitar 20 mikro, sehingga ampas tebu ini dapat diolah menjadi papan buatan. *Bagasse* mengandung air 48-52%, gula rata-rata 3,3% dan serat rata-rata 47,7%. Serat *bagasse* tidak dapat larut dalam air dan sebagian besar terdiri dari selulosa, pentosan dan lignin. Serat ampas tebu mempunyai sifat mekanik yang cukup baik, tidak korosif, *low density*, harga yang relatif murah dan lebih ramah lingkungan karena bisa didaur ulang [5]

Proses perlakuan untuk meningkatkan sifat serat diperlukan perlakuan permukaan secara kimiawi untuk membersihkan permukaan serat sehingga akan meningkatnya kadar selulosa seiring dengan berkurangnya kandungan lignin dan hemiselulosa. Salah satu perlakuan yang sering di pergunakan yaitu proses alkali karena proses tersebut efektif untuk membersihkan dan memodifikasi permukaan serat sehingga mempunyai tekanan permukaan lebih rendah dan memperbaiki ikatan adhesi antara serat alam dan matrik. Perlakuan alkali yang dilakukan menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH) dengan konsentrasi 5% NaOH [6].

Urea Formaldehyde (UF) merupakan *resin* yang Penggunaannya pada industri kayu, *resin* UF dapat dilakukan dari proses *hand lay up* sampai dengan proses

yang kompleks yaitu dengan proses mekanik, seperti *vacuum bag*, *press mold*, dan *injection mold*. Pemberian bahan tambahan *hardener* jenis HU 12 pada *resin* UF berfungsi untuk mempercepat proses pengerasan cairan *resin* (curing) pada suhu yang lebih tinggi. Penambahan katalis dalam jumlah banyak akan menimbulkan panas yang berlebihan pada saat proses curing. Hal ini dapat menurunkan kualitas atau merusak produk komposit. Oleh karena itu pemakaian *hardener* dibatasi maksimum 1 % dari volume *resin*. *Matriks Urea Formaldehyde* banyak digunakan terutama untuk aplikasi konstruksi ringan, selain itu harganya yang relatif sangat murah. Keuntungan lain matriks *Urea Formaldehyde* adalah mudah di kombinasikan dengan serat, tetapi memiliki kelemahan mudah rapuh terhadap air. Bahan baku yang digunakan dalam membuat resin *urea formaldehid* adalah *urea* dan *formaldehid* (formalin). *Urea* diproduksi secara besar-besaran melalui *sintesis amoniak* dan karbondioksida. Kedua reaktan ini dicampurkan pada tekanan tinggi menghasilkan ammonium karbamat. Amonium karbamat selanjutnya dipekatkan pada *evaporator* vakum menghasilkan *urea*. *Formaldehid* atau metanal adalah anggota senyawa aldehida yang pertama. Pada kondisi ruangan, *formaldehid* murni berada dalam fasa gas. Karena itu *formaldehid* disimpan dalam bentuk larutan yang mengandung 37% hingga 50% berat HCHO. *Formaldehid* diproduksi secara besar besaran melalui reaksi oksidasi gas alam (metana) atau hidrokarbon alifatik ringan.

Analisis kadar *formaldehid* bebas menggunakan sodium sulfat reaksi kimia yang mendasari analisis ini adalah reaksi antara *formaldehid* dengan natrium sulfit sehingga terbentuk garam natrium sulfonat dan natrium hidroksida. Karena reaksi ini bersifat searah dan berlangsung cepat, maka jumlah natrium hidroksida terbentuk ekuivalen dengan jumlah *formaldehid* sisa. Dengan demikian, penentuan jumlah *formaldehid* sisa dapat dilakukan melalui penentuan jumlah NaOH dengan cara titrasi asam basa [7].

Berdasarkan latar belakang tersebut, ampas tebu dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk komposit yang mudah didapatkan. Penelitian serat ampas tebu ini menganalisis kekuatan uji tarik komposit serat ampas tebu menggunakan matriks *urea formaldehid* dengan 1% *hardener*, variasi fraksi volume ampas tebu 10%, 20% dan 30% dan menggunakan konsentrasi NaOH 5% dan 10% pada serat ampas tebu dengan menggunakan metode *hand lay-up*. Standart acuan untuk pembuatan spesimen yang digunakan yaitu ASTM D638 Tipe 4 dan standart acuan pengujian menggunakan standart ASTM D638 Tipe 1. Tujuan Oleh karena itu penelitian ingin melakukan penelitian dengan berjudul “Analisis kekuatan tarik serat ampas tebu bermatriks *urea formaldehid*”. Variasi fraksi pada serat diharapkan dapat

meningkatkan kekuatan komposit, sementara variasi konsentrasi NaOH dapat meningkatkan kadar selulosa.

METODE

Metode penelitian yang kami gunakan adalah eksperimental nyata (*true experimental research*) dengan diuji tarik material komposit dengan variasi fraksi serat dan variasi konsentrasi NaOH. Proses pembuatan komposit menggunakan teknik *hand lay-up*. Variasi yang kami terapkan dalam penelitian ini melibatkan serat ampas tebu sebagai bahan utama dengan *urea formaldehid* sebagai matriksnya.

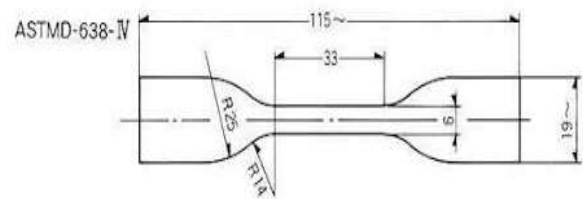
Sebelum mengambil data, langkah awal yang diambil adalah Serat ampas tebu yang sudah didapatkan dari pengilingan tebu terlebih dahulu dicuci dengan air bersih hingga bersih kemudian dijemur dibawah terik matahari agar mempercepat pengeringan serat ampas tebu. Setelah proses pengeringan, ampas tebu dipisahkan menggunakan sikat kawat untuk memisahkan gabus yang menempel pada serat ampas tebu dan mendapatkan serat yang diinginkan. Setelah serat ampas tebu didapatkan, kemudian serat dipotong sesuai ukuran yang diinginkan. Setelah itu dilakukan rendam serat ampas tebu dengan larutan alkali 5% dan 10 % NaOH di wadah yang berbeda selama 2 jam, kemudian serat dibilasan dengan air mengalir untuk menetralkan pH, Kemudian dijemur kembali dibawah terik matahari hingga kering. Matriks diolah dengan cara mencampurkan resin *urea formaldehid* dengan *hardener* dalam perbandingan 99:1 kedalam gelas ukur hingga merata. Proses pencampuran dilakukan dengan manual. Pengadukan resin *urea formaldehid* dan *hardener* selama 5 menit agar tercampur secara merata hingga berubah menjadi kental dan berwarna putih gelap. Sebelum resin dan serat ampas tebu dimasukan kedalam cetakan, terlebih dahulu cetakan dibersihkan, kemudian cetakan di lapisi dengan *mirror glaze* keseluruhan permukaan secara merata dalam cetakan agar tidak melekatnya komposit dengan cetakan saat pengambilan komposit pada cetakan. Kemudian tuangkan matriks kedalam cetakan secara perlahan secara merata sesuai perbandingan volume yang sudah ditentukan sebelumnya. Kemudian tutup cetakan menggunakan plastik dan terekatkan *vacumm compressor* dan *resin trap*nya. Setelah komposit mengering, dilakukanlah pengukuran agar sesuai standart yang sudah ditentukan.

Standart benda uji dan ukuran spesimen uji tarik komposit serat ampas tebu menggunakan standart ASTM D638 Tipe 4. Adapun spesifikasi pada ukuran ASTM D638 Tipe 4 sebagai berikut:

Panjang (p)	= 115 mm
Lebar (l)	= 19 mm
Tebal (t)	= 3 mm
Lebar dalam	= 6 mm

Panjang dalam = 33 mm

Berikut adalah bentuk standart benda uji dan ukuran spesimen uji tarik.



Gambar 1. Standart benda uji dan Ukuran Spesimen ASTM D638 Tipe 4

$$\sigma_t : \frac{F}{A_o}$$

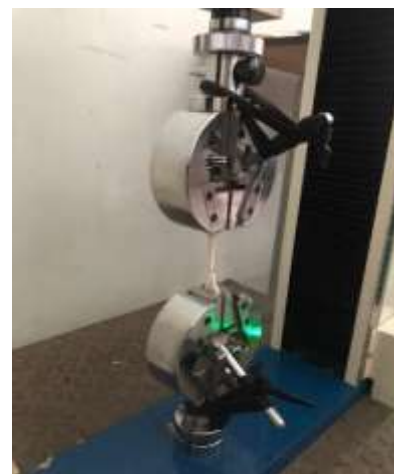
Dimana :

σ_t : Tegangan tarik (MPa)

F : Gaya Tarik (N)

A_o : Luas Penampang (mm^2)

Proses pengambilan data penelitian dapat disesuaikan dengan prosedur, pemasangan komponen yang akan diuji dipasang pada gagang (pecengkram) untuk naik atau turunnya gagang bawah mesin agar sesuai dengan panjang benda spesimen, baik bagian atas maupun bawah mesin uji tarik.



Gambar 2. Alat uji Tarik

Kemudian mengatur angka beban ke posisi nol. Lalu mengatur kecepatan pengujian (3 mm/menit) dan tombol mulai ditekan 2x kemudian ingat untuk menekan tombol bawah.

Densitas serat ampas tebu = 1,25 (gr/cm^3)

Densitas *urea formaldehid* = 1,20 (gr/cm^3)

Densitas *Headner* = 0,97 (gr/cm^3)

a. Rumus digunakan dalam mengetahui volume cetakan

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

Keterangan:

V_c = Volume cetakan (cm^3)

P = Panjang (cm)

L = Lebar (cm)

t_1 = Tinggi (cm)

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

$$V_c = 11,5 \times 1,9 \times 0,3$$

$$V_c = 6,5 \text{ (cm}^3\text{)}$$

- b. Rumus digunakan untuk mengetahui serat yang digunakan.

$$\text{Volume serat} = \frac{30}{100} \times 6,5 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$= 1,95 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$\text{Massa serat} = \text{Volume serat} \times \text{Densitas serat}$$

$$= 1,95 \text{ (cm}^3\text{)} \times 1,25 \left(\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}\right)$$

$$= 2,45 \text{ gr}$$

- c. Rumus digunakan untuk mengetahui resin yang digunakan.

$$\text{Volume urea formaldehid} =$$

$$= \frac{69}{100} \times 6,5 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$= 4,4 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$\text{Massa urea formaldehid} =$$

$$\text{Volume urea formaldehid} \times \text{Densitas urea formaldehid}$$

$$= 4,4 \text{ (cm}^3\text{)} \times 1,20 \left(\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}\right)^3$$

$$= 5,2 \text{ gr}$$

$$\text{Volume Headener} =$$

$$= \frac{1}{100} \times 6,5 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$= 0,065 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$\text{Massa Headener} =$$

$$\text{Volume Headener} \times \text{Densitas Headener}$$

$$= 0,065 \text{ (cm}^3\text{)} \times 0,97 \left(\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}\right)^3$$

$$= 0,06 \text{ gr}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

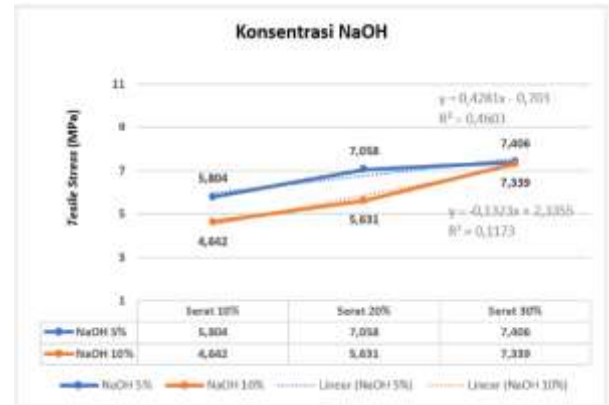
Penelitian ini memperoleh hasil yang dilampirkan pada tabel berikut.

1. Hasil Data Pengujian Tarik

Tabel 1 Hasil Pengujian Tarik Komposit

Fraksi NaOH	Serat 10% Resin 90%	Serat 20% Resin 80%	Serat 30% Resin 70%
5%	5,138 MPa	6,144 MPa	8,334 MPa
	5,558 MPa	7,143 MPa	7,511 MPa
	6,718 MPa	7,889 MPa	6,374 MPa
Total	17,414 MPa	21,176 MPa	22,219 MPa
Rata-rata	5,804 MPa	7,058 MPa	7,406 MPa
10%	3,874 MPa	6,167 MPa	5,889 MPa
	5,938 MPa	5,606 MPa	8,281 MPa
	4,114 MPa	5,121 MPa	7,848 MPa
Total	13,926 MPa	16,894 MPa	22,018 MPa
Rata-rata	4,642 MPa	5,631 MPa	7,339 MPa

2. Grafik Hasil Pengujian Tarik



Gambar 3. Grafik tegangan konsentrasi NaOH 5% dan konsentrasi 10%

Gambar 3 menunjukkan bahwa fraksi volume serat 30% dengan konsentrasi NaOH 5% memperoleh nilai tegangan terbesar yaitu 7,406 MPa dikarenakan sedikitnya *void* atau gelembung berukuran kecil yang terjebak di dalam, serat-serat dapat berbagi beban secara efisien dan saling memperkuat satu sama lain, sehingga meningkatkan kekuatan material secara keseluruhan. Hal ini membuatnya lebih tahan terhadap deformasi dan retakan saat dikenai beban tarikan. sehingga mempengaruhi kekuatan mekanik komposit.

Komposit dengan konsentrasi NaOH 10% dengan fraksi volume 30% memiliki nilai terbesar 7,339 MPa. Jika dibandingkan konsentrasi NaOH 5% nilai ini tidak terlalu jauh dikarenakan dalam konsentrasi NaOH 10%, lebih banyak *void* atau gelembung berukuran kecil yang terjebak didalam. Hasilnya ketika beban diterapkan distribusi beban menjadi tidak merata dan serat tidak dapat saling memperkuat dengan efisien.

3. Foto Hasil Pengujian



gambar 4. Foto hasil uji tarik konsentrasi NaOH 5%

Bahwa alkalisasi pada serat ampas tebu menggunakan NaOH menambah kekuatan serat dalam uji tarik karena proses alkalisasi NaOH dapat

membersihkan lignin, heliseluosa, dan pektin yang digunakan sebagai penguat alami serat.



Gambar 5. Foto hasil uji tarik konsentrasi NaOH 10%

Bila komposit serat ampas tebu kehilangan kandungannya, membuat serat menjadi lebih rapuh dan sangat rentan terhadap kerusakan. Diartikan bahwa konsentrasi serat ampas tebu menggunakan NaOH dengan persentase banyak membuat serat ampas tebu tidak cukup baik.



Gambar 6. Analisis Patahan hasil uji tarik

Berdasarkan gambar diatas hasil patahan terlihat patahan (*fiber pull out*) yaitu terjadi ketika serat keluar dari matriks tanpa patahan atau pecahan serat yang signifikan. Ini bisa mengindikasikan bahwa ikatan antara serat dan matriks kurang kuat.



Gambar 7. analisis Patahan hasil uji tarik

Berdasarkan gambar diatas hasil patahan terlihat patah getas (*brittle failure*) karena matriks mampu menahan gaya geser dan meneruskan ke serat sekitar dan terlihat *void* atau gelembung berukuran kecil yang terjebak di dalam sehingga mempengaruhi kekuatan mekanik komposit.

4. Hasil Perhitungan Statistik Uji Tarik

Tabel 2 Hasil perhitungan statistik

Sumber Varian	Jumlah kuadrat	Derajat Bebas	Rata-rata Kuadrat	F Hitung	F Tabel
Rata-rata Baris	3,529825	1	3,529	3,797	3,176
Rata-rata Kolom	13,86986	2	6,934	7,460	2,806
Interaksi	1,56052	2	0,780	0,839	2,806
Error	11,15507	12	0,929		
Total	30,11527	17			

Kesimpulan:

- $F_{hitung} = 3,797 > F_{0,10} 3,176$ artinya H_0 ditolak. Jadi terdapat perbedaan yang signifikan pada variasi konsentrasi NaOH terhadap kekuatan tarik pada komposit serat ampas tebu.
- $F_{hitung} = 7,460 > F_{0,10} 2,806$ artinya H_0 ditolak. Jadi terdapat perbedaan yang signifikan pada variasi konsentrasi NaOH terhadap kekuatan tarik pada komposit serat ampas tebu.
- $F_{hitung} = 0,839 < F_{0,10} 2,806$ artinya H_0 diterima. Jadi tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada variasi konsentrasi NaOH terhadap kekuatan tarik pada komposit serat ampas tebu.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian di atas pada komposit serat ampas tebu dengan fraksi resin dan serat 10%, 20%, 30%, konsentrasi NaOH 5% dan 10% pada saat perendaman serat menggunakan alkalisasi NaOH maka dapat diambil kesimpulan:

Pengaruh pada variasi fraksi serat dan resin 10%, 20%, 30%, pada konsentrasi 5% dan 10% nilai rata-rata pada uji tarik tertinggi pada spesimen fraksi serat dan resin 30% dengan konsentrasi 5% selama 2 jam sebesar 7,406 MPa, dapat dijelaskan bahwa konsentrasi yang tepat dan semakin banyak fraksi serat yang digunakan membuat kekuatan tarik semakin besar dan nilai terendah terdapat pada fraksi serat dan resin 10% dengan konsentrasi 10% selama 2 jam sebesar 4,642 MPa, dikarenakan tidak tepatnya konsentrasi pada NaOH membuat menurunnya kualitas serat dan sedikitnya variasi fraksi serat sehingga membuat serat tidak cukup kuat menahan regangan pada saat kekuatan tarik.

Dapat disimpulkan bahwa alkalisasi pada serat ampas tebu menggunakan NaOH menambah kekuatan serat dalam uji tarik karena proses alkalisasi NaOH dapat membersihkan lignin, selulosa, dan pektin yang digunakan sebagai penguat alami serat. Akan tetapi bila komposit serat ampas tebu ini kehilangan kandungannya, membuat serat menjadi lebih rapuh dan sangat rentan terhadap kerusakan. Diartikan bahwa alkalisasi serat ampas tebu menggunakan NaOH dengan persentase banyak membuat serat ampas tebu tidak cukup baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Untuk keluarga yaitu kedua orang tua (bapak Effendi dan ibu Suratmi) beserta seluruh anggota keluarga, serta pembimbing, Bapak Dr. Ir. Priyagung Hartono, M.T. dan Bapak Cepi Yazirin, SP.d, M.T., dan teman-teman mesin saya ucapkan terimakasih atas segala kontribusi dan bantuannya untuk menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] *Annual Book of ASTM Standards*. (2002). D 638. *Standard Test Methods for Tensile Properties*, USA.
- [2] D. Sriwita dan Astuti. (2014) Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik Bahan Komposit Serat Daun Nanas Poliester Ditinjau Dari Fraksi Massa dan Orientasi Serat. *Jurnal Fisika Universitas*, Vol 3 No. 1, 30-26.
- [3] Esse, I. (2018). Pemanfaatan Lignin Hasil Delignifikasi Ampas Tebu sebagai Perekat *Lignin Resorsinol Formaldehida* (LRF), FST Universitas Islam Negeri Alauddin, Makassar.
- [4] Hastuti, S., Pramono, C., Akhmad, Y. (2018). Sifat Mekanis Serat Enceng Gondok Sebagai Pengaruh Perlakuan Alkali Pada Karakteristik Fisik dan Mekanik Serat Lantung (*Artocarpus Elasticus*). *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol 13 No. 3, 819-826
- [5] H. Hestiawan, D. Ariawan, K. Amri, A. Nuramal, A. Afrizal, & S. Sudibyo. (2022). Pengaruh Perlakuan Alkali Pada Karakteristik Fisik dan Mekanik Serat Lantung (*Artocarpus Elasticus*). *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol 13 No. 3, 819-826
- [6] Material Komposit Serat Alam Yang *Biodegradable*, *Journal of Mechanical Engineering* Vol 2 No 1, Magelang.
- [7] N. Pasek Nugraha, "Pengaruh Perlakuan Kimia Serat Alam Ramie Terhadap Kekuatan Tarik Serat Tunggal," *J. Pendidik. Teknol. dan Kejuru.*, vol. 8, no. 2, pp. 89–98, 2011, doi: 10.23887/jptk.v8i2.2855
- [8] Pawestri, A. K. R., Hasanah, W., & Murphy, A. (2018). Studi Karakteristik Komposit Sabut Kelapa Dan Serat Daun Nanas Sebagai Peredam Bunyi. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*, 2(2), 112–117.
- [9] Smith, F. W., Hashemi, J.. *Foundation of Materials Science and Engineering*, Mc Graw Hill Companies. 2006