

## Pengaruh Penambahan Serat Pelelah Pisang Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Tebu Bermatrik Polyester

Hesti Istiqlaliyah<sup>1)</sup>, I Putu Lokantara<sup>2)</sup>, Amin Tohari<sup>3)</sup>

<sup>1,3)</sup>Universitas Nusantara PGRI Kediri

<sup>2)</sup>Universitas Udayana

E-mail: <sup>1)</sup>[hestiisti@unpkediri.ac.id](mailto:hestiisti@unpkediri.ac.id), <sup>2)</sup>[lokantara@unud.ac.id](mailto:lokantara@unud.ac.id), <sup>3)</sup>[amin.tohari@unpkediri.ac.id](mailto:amin.tohari@unpkediri.ac.id)

### Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi dari hasil observasi di lapangan bahwa, ampas tebu dan pelelah pisang banyak sekali dijumpai di sekitar kita dan hanya menjadi sampah. Dari pertimbangan tersebut maka dilakukan penelitian guna memanfaatkan dua bahan tersebut menjadi produk yang bermanfaat dan bernilai tinggi yaitu komposit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serat pelelah pisang terhadap kekuatan tarik komposit serat tebu yang berpenguat polyester. Dalam proses pembuatan komposit, peneliti menggunakan standar pengujian ASTM D 638. Matriks yang digunakan berupa resin polyester dengan variasi serat ampas tebu (25%, 20%, 15%, 10%, 5%) dan campuran serat pelelah pisang (5%, 10%, 15%, 20%, 25%). Jumlah spesimen dalam penelitian ini sebanyak 30 buah dengan setiap variasi menggunakan 6 kali uji coba kekuatan tarik untuk mengetahui karakteristik mekanik komposit. Dari hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh penambahan serat pelelah pisang terhadap komposit serat tebu terhadap kekuatan tariknya. Nilai kekuatan tarik terbesar mencapai 21 MPa dengan variasi serat tebu 10% dan serat pelelah pisang 20%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar volume serat pelelah pisang pada komposit serat ampas tebu maka nilai kekuatan tariknya akan semakin besar.

Kata Kunci: Kekuatan Tarik, Komposit, Polyester, Pelelah Pisang, Serat Tebu

### Abstract

*This research is based on observations in the field that bagasse and banana stems are often found around us and are just trash. Based on these considerations, research was carried out to utilize these two materials into useful and high-value products, namely composites. The aim of this research is to determine the effect of adding banana stem fiber on the tensile strength of sugarcane fiber composites reinforced with polyester. In the process of making composites, researchers used the ASTM D 638 testing standard. The matrix used was polyester resin with variations of sugarcane bagasse fiber (25%, 20%, 15%, 10%, 5%) and a mixture of banana stem fiber (5%, 10 %, 15%, 20%, 25%). The number of specimens in this study was 30, with each variation using 6 tensile strength tests to determine the mechanical characteristics of the composite. From the results of the research and analysis that has been carried out, it can be concluded that there is an effect of adding banana stem fiber to the sugarcane fiber composite on its tensile strength. The highest tensile strength value reached 21 Mpa with variations of 10% sugar cane fiber and 20% banana stem fiber. So it can be concluded that the greater the volume of banana stem fiber in the bagasse fiber composite, the greater the tensile strength value.*

Keywords: Tensile Strength, Composite, Polyester, Banana Midrib, Sugarcane Fiber

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu material khususnya di bidang polimer pada hakikatnya terus berkembang seiring dengan usaha manusia untuk meningkatkan kesejahteraan hidup dengan memanfaatkan pengolahan bahan dan teknologi. Salah satu aspek yang perlu dipertimbangkan dalam mendapatkan material baru adalah pemanfaatan bahan yang berasal dari tumbuhan atau serat organik. Dalam penggunaannya polimer sintesis berbahan serat dapat menggantikan logam, kayu, kulit dan bahan alami lainnya dengan berbagai keunggulan seperti: harga yang jauh lebih murah, ramah lingkungan, dan beberapa diantaranya merupakan optimalisasi produk limbah yang belum dimanfaatkan.

Komposit serat alam di Indonesia terus dikembangkan. Seperti misalnya serat batang pisang dan serat tebu merupakan salah satu bahan *natural fibre* alternatif dalam pembuatan komposit secara ilmiah sebagai penguat komposit, pemanfaatannya terus dikembangkan dalam dunia otomotif dan tekstil. Penggunaan serat alam sebagai filler dalam komposit tersebut terutama untuk lebih menurunkan biaya bahan baku dan peningkatan nilai salah satu produk pertanian [1].

Penggunaan serat ampas tebu sebagai filler komposit pernah dilakukan oleh Fakhrin pada tahun 2019. Komposit serat tebu bermatrik polyester ini digunakan sebagai papan skateboard. Pengujian yang dilakukan adalah uji kekuatan lengkung *Three Point Bending* yang mengacu pada standart ASTM D790 dengan ukuran spesimen uji panjang 240 mm, lebar 30 mm dan ketebalan 10mm dengan panjang serat bervariasi 200 mm, 150 mm dan 100 mm. Hasil dari uji *Three Point Bending* pada seluruh varian material komposit (spesimen uji) yaitu : varian spesimen yang menggunakan panjang serat 200 mm mengalami nilai tegangan bending sebesar 56,583608 MPa dan tingkat modulus elastisitas sebesar 102,1248 MPa dengan beban tekan sebesar 473,634 N.

Sedangkan spesimen yang menggunakan serat 150 mm mengalami nilai tegangan bending sebesar 53,71968 MPa dan tingkat modulus elastisitas sebesar 90,3168 MPa dengan beban tekan sebesar 447,669 N. Serat yang memiliki panjang 100 mm mengalami nilai tegangan bending sebesar 50,60328 MPa dengan tingkat modulus elastisitas sebesar 79,0227 MPa dengan beban tekan sebesar 421,694 N

[2]. Sedangkan dari seluruh produksi tebu di Indonesia, hanya 2.154,4 ribu ton gula yang dihasilkan dengan limbah bagasse berkisar 4.449,6 ribu ton. Sehingga diperlukan pemanfaatan terhadap potensi ampas tebu yang cukup besar [3]. Pemanfaatan ampas tebu selama ini hanya digunakan sebagai bahan bakar penunjang ketel uap dari industri gula itu sendiri.

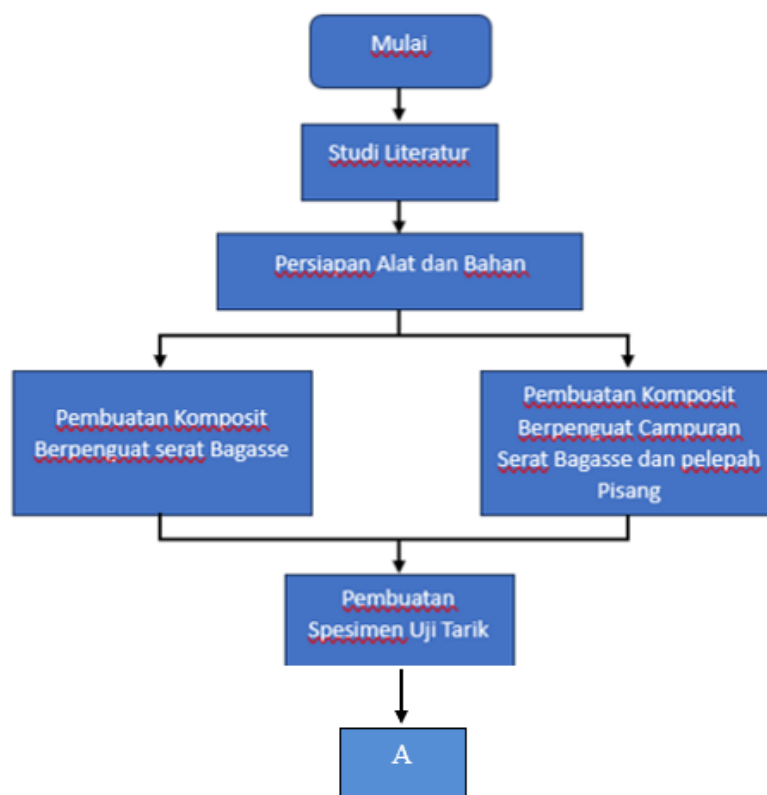
Selain serat ampas tebu, bahan alam yang dapat digunakan sebagai filler komposit adalah serat pohon pisang. Pohon pisang umumnya hanya berbuah sekali saja setelah itu perlahan membusuk dan mati dan menjadi limbah. Hasil penelitian sebelumnya dari sekitar 10 jenis tanaman berserat yang tumbuh di Indonesia, serat pisang memiliki paling banyak keunggulan dari segi panjang serat, kekuatan, ketersediaan, cara pembudidayaan, dan faktor ramah lingkungan serta tidak membahayakan untuk kesehatan (*biodegradable*).

Beberapa industri dunia telah menggunakan serat pisang untuk produk-produknya seperti komponen kendaraan bermotor (Mercedes Benz), kertas untuk uang (Cina dan Brazil), bahan pakaian (Filipina), bahan tali tambat kapal, kotak makanan yang *biodegradable*, dan lain-lain. Berdasarkan karakteristik yang ditemukan, serat pisang memiliki potensi yang sangat besar untuk dipergunakan sebagai material komposit. Serat batang pisang dan serat tebu mulai digunakan sebagai bahan penguat komposit karena mudah didapat dan untuk mengurangi permasalahan limbah lingkungan dan limbah plastik, juga bersifat *renewable* serta tidak membahayakan kesehatan [4][8]. Selain itu, dengan memanfaatkan kedua limbah tersebut sebagai bahan komposit, dapat meningkatkan nilai ekonominya. Hanya saja, perlu mengetahui sifat dan karakteristiknya agar pemanfaatannya lebih tepat, salah satunya dengan melakukan uji tarik untuk mengetahui kekuatan komposit dari campuran serat pelepah pisang dan tebu.

## 2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian kali ini menggunakan dua variabel, yaitu variabel terikat dan variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kekuatan tarik komposit, sedangkan variabel bebasnya adalah variasi serat yang digunakan dalam penelitian, yaitu serat bagasse dan penambahan serat pelepah pisang.

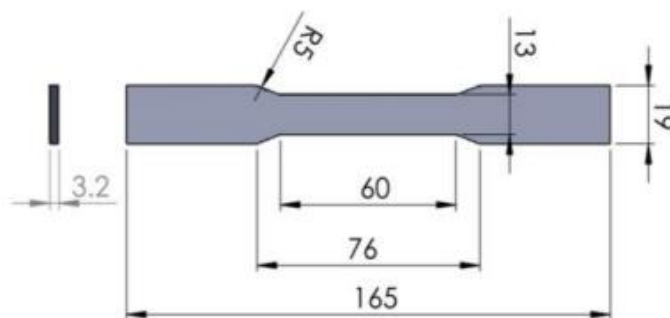
Proses pembuatan komposit diawali dengan pencucian kedua serat menggunakan air bersih untuk menghilangkan kotoran dari serat. Setelah itu dilakukan pengeringan dan perendaman serat pada larutan NaOH 5% selama kurang lebih 60 hingga 90 menit. Hal ini dilakukan dengan tujuan agar serat memiliki daya rekat terhadap resin yang nantinya digunakan sebagai penguat. Setelah proses perendaman, serat kembali dicuci untuk menghilangkan sisa-sisa NaOH yang masih melekat, kemudian dilakukan pengeringan. Jika serat dinyatakan sudah kering, maka selanjutnya dilakukan pembuatan cetakan spesimen uji dengan standar ASTM D 638. Proses selanjutnya adalah pembuatan spesimen uji dan jika spesimen uji sudah kering, maka bisa dilakukan proses pengujian kekuatan tarik sesuai dengan variabel yang telah ditentukan. Alur dari kegiatan penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut :





Gambar 1. Alur Kegiatan Penelitian

Adapun model spesimen uji adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Desain Spesimen Uji Tarik ASTM D 638 [5]

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

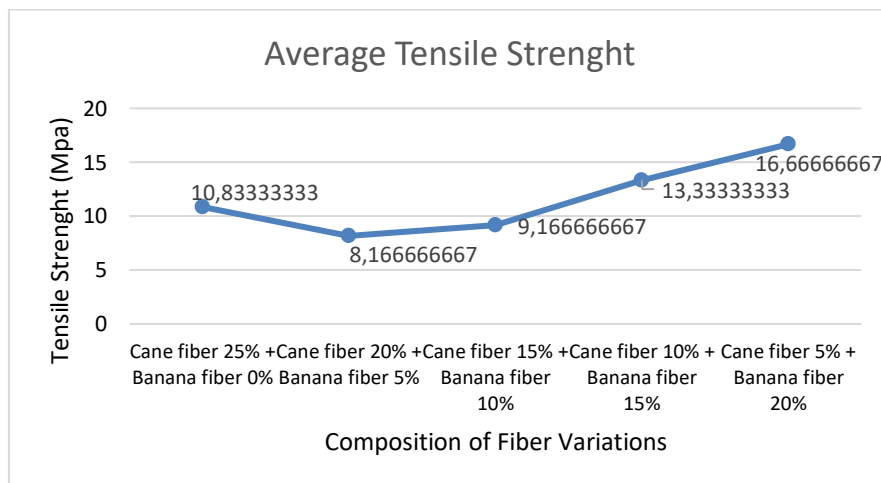
Proses pengujian tarik dilakukan pada semua variasi spesimen yang meliputi serat ampas tebu (25%, 20%, 15%, 10%, 5%) dengan campuran serat pohon pisang (5%, 10%, 15%, 20%, 25%). Dari pengujian tarik tersebut diperoleh data beban maksimum, pertambahan panjang, regangan, tegangan, dan modulus elastisitas.

Pengolahan data hasil penelitian kekuatan tarik komposit dengan menggunakan aplikasi minitab 18. Data hasil pengujian tarik dapat dilihat pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian Tarik Spesimen

No.	Volume Serat Tebu	Volume Serat Pelelah Pisang	Kekuatan Tarik					
			I	II	III	IV	V	VI
1.	25%	0 %	11	12	10	11	10	11
2.	20%	5 %	7	8	7	11	8	8
3.	15%	10 %	7	7	8	10	11	12
4.	10%	15 %	12	12	15	12	14	15
5.	5%	20 %	19	21	14	15	16	15

Pada pengujian kekuatan tarik spesimen menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan serat pohon aren terhadap komposit serat pelelah pisang maka nilai kekuatan tariknya akan meningkat dan rata-rata nilai kekuatan tarik dengan komposisi serat pelelah pisang 20% yang ditambahkan kedalam serat ampas tebu 5% lebih tinggi dibandingkan variasi campuran serat yang lain. Hal ini disebabkan oleh sifat serat pelelah pisang yang sangat lentur tapi kuat.



Gambar 3. Grafik Rata-Rata Nilai Kekuatan Tarik Spesimen Uji

Pada dasarnya fungsi utama komposit dibuat guna memperbaiki sifat-sifat dari bahan penyusunnya. Komposit dapat meningkatkan kekuatan tarik matrik dan mengurangi regangan matrik. Komposit juga menurunkan kekuatan tarik serat dan meningkatkan regangan serat. Serat dengan sifat getas tetapi memiliki kekuatan

tarik tinggi jika dipadukan dengan matrik yang memiliki kekuatan tarik yang rendah dan kekuatan regangan yang besar, akan menjadi suatu bahan yang memiliki sifat yang lebih. Perbaikan sifat inilah yang membuat komposit banyak digunakan dalam bidang teknik industri. Hal ini sejalan dengan penelitian yang mendeskripsikan bahwa dengan perlakuan temperatur kekuatan tarik komposit serat batang pisang diperoleh 37.098 N/mm<sup>2</sup> pada temperatur uji 35° C, 24.294 N/mm<sup>2</sup> pada temperatur uji 45° C, dan pada temperatur uji 55° C sebesar 17.748 N/mm<sup>2</sup> [9].

Sedangkan data hasil eksperimen serta *analysis of varians* (ANOVA) yang telah dilakukan pada penelitian ini dimana ada pengaruh penambahan serat pelepah pisang pada komposit serat ampas tebu terhadap kekuatan tarik. Pengujian menunjukkan kekuatan tarik rata-rata komposit serat tebu yang terbaik atau tertinggi adalah pada fraksi volume serat tebu 5% yang dicampurkan serat pohon pisang 20%. Dalam penelitian menyatakan bahwa pengaruh fraksi volume serat batang pisang sebagai penguat (*filler*) dan *recycled polypropylene* (RPP) sebagai pengikat (Matriks) pada material komposit akan mempengaruhi kekuatan material komposit ini lebih kuat dan lebih baik dengan perbandingan filler 38% dibandingkan komposisi serat pelepah pisang (8%, 12%) yang lain [6].

Hal ini diperkuat dengan adanya penelitian yang berjudul “Analisis Fraksi Volume Serat Pelepah Batang Pisang Bermatriks *Unsaturated Resin Polyester* (UPR) Terhadap Kekuatan Tarik dan SEM” dengan hasil pengujian kekuatan tarik yang paling optimal terdapat pada volume fraksi 28% fiber : 72% matriks dengan gaya maksimum 2327,9 N, tegangan tarik 67,2065 N/mm<sup>2</sup>, regangan 2,7477% serta modulus elastisitas 3441,82 N/mm<sup>2</sup>. Pada pengamatan SEM fraksi fiber 28% filler : 72% matriks paling optimal karena adanya ikatan matriks dan serat menyatu dengan sempurna. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pengaruh fraksi volume serat pelepah pisang sebagai penguat (*fiber*) pada material komposit akan mempengaruhi kekuatan material komposit menjadi lebih kuat dan ulet [6,7].

Hal yang menarik dari *hasil eksperimen serta uji analysis of varians* (ANOVA) yang telah dilakukan pada penelitian ini dimana ada kegagalan pada hasil uji tarik yaitu terjadi penurunan pada fraksi serat tebu 30% ditambah serat pelepah pisang 0% ke fraksi serat tebu 25% ditambah serat pelepah pisang 5% sebesar 2,6 MPa,

yaitu dari nilai 10,83 MPa ke 8,16 MPa, sehingga perlu dilakukan pengujian kandungan pada serat pelepah pisang dan serat tebu untuk menentukan karakteristik dari setiap serat agar dapat disimpulkan penyebab yang menimbulkan terjadinya penurunan nilai uji tarik pada nilai tertentu.

Unsur kimia yang mempengaruhi kuat tarik pada serat alam adalah kandungan selulosa, disebabkan selulosa merupakan komponen yang mendominasi karbohidrat yang berasal dari tumbuh-tumbuhan hampir mencapai 50%, karena selulosa merupakan unsur struktural dan komponen utama bagian yang terpenting dari dinding sel tumbuh-tumbuhan. Selulosa merupakan  $\beta$ -1,4 poli glukosa, dengan berat molekul sangat besar. Unit ulangan dari polimer selulosa terikat melalui ikatan glikosida yang mengakibatkan struktur selulosa linier. Keteraturan struktur tersebut juga menimbulkan ikatan hidrogen secara intra dan intermolekul.

Fungsi dasar selulosa adalah untuk menjaga struktur dan kekakuan bagi tanaman. Selulosa bertindak sebagai kerangka untuk memungkinkan tanaman menahan kekuatan mereka dalam berbagai bentuk dan ukuran yang berbeda. Itulah sebabnya dinding sel tanaman kaku dan tidak dapat berubah-ubah bentuk.

Beberapa molekul selulosa akan membentuk mikrofibril dengan diameter 2-20 nm dan panjang 100-40000 nm yang sebagian berupa daerah teratur (kristalin) dan diselingi daerah amorf yang kurang teratur. Beberapa mikrofibril membentuk fibril yang akhirnya menjadi serat selulosa. Selulosa memiliki kekuatan tarik yang tinggi dan tidak larut dalam kebanyakan pelarut. Hal ini berkaitan dengan struktur serat dan kuatnya ikatan hidrogen.

Ampas tebu sebagian besar mengandung bahan-bahan lignoselulosa. Ampas tebu mengandung air 48-52%, gula rata-rata 3,3% dan serat rata-rata 47,7%. Serat tebu tidak dapat larut dalam air dan sebagian besar terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin [10].

Tabel 2. Kandungan Pada Serat Tebu.

Parameter	Kandungan (%)
Selulosa	50
Hemiselulosa	25
Lignin	25

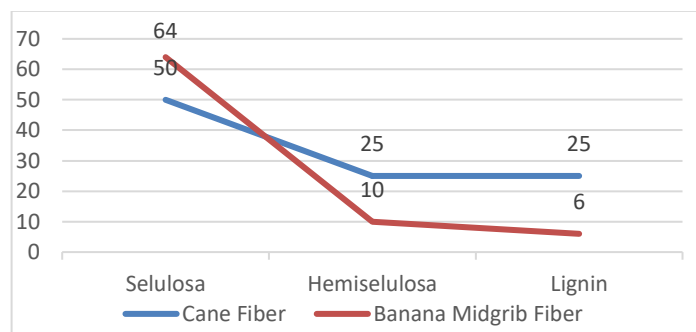


Pelepah pisang merupakan salah satu komponen penting pada pohon pisang. Batang pisang mengandung lebih dari 80% air dan memiliki kandungan selulosa dan glukosa yang tinggi sehingga sering dimanfaatkan sebagai bahan penguat komposit.

Tabel 3. Kandungan Pada Serat Pelepah Pisang

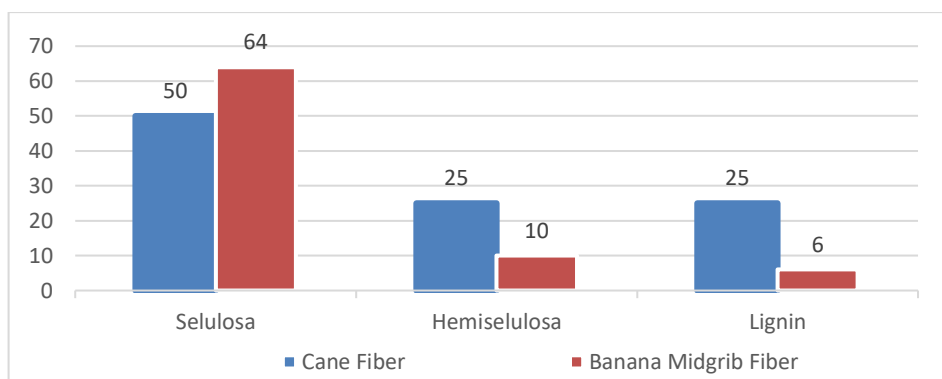
Parameter	Kandungan (%)
Selulosa	64
Hemiselulosa	10
Lignin	6

Perbandingan persentase kandungan dari serat tebu dan serat pelepah pisang disajikan dalam bentuk diagram garis :



Gambar 4. Grafik Perbandingan Struktur Penyusun Serat Tebu Dan Serat Pelepah Pisang

Perbandingan persentase kandungan dari serat tebu dan serat pelepah pisang disajikan dalam bentuk diagram batang :



Gambar 5. Grafik Perbandingan Struktur Penyusun Serat Tebu dan Pelepah Pisang

Setelah didapatkan data kandungan kimia pada serat tebu dan serat pelepah pisang, dapat disimpulkan kandungan selulosa pada serat pelepah pisang lebih besar dibanding serat tebu, sehingga pengaruh penambahan serat pelepah pisang pada komposit serat tebu seharusnya terus mengalami kenaikan nilai kuat tarik di setiap penambahan fraksi serat pelepah pisang. Penulis menyimpulkan adanya penurunan nilai disebabkan kurangnya kerekatan antara serat tebu dengan serat pelepah pisang sehingga mengalami kerenggangan atau menimbulkan rongga dan mengakibatkan turunnya nilai tarik fraksi serat pelepah pisang 0% ke nilai tarik pada fraksi serat pelepah pisang 5%.

Maka dengan semakin bertambahnya kandungan partikel pada komposit, kerapatan antar partikel semakin tinggi dan partikel ikut membantu matrik dalam menompang beban saat dilakukan penarikan, dan oleh sebab itu komposit serat ampas tebu 5% yang ditambahkan serat pelepah pisang 20% memiliki kekuatan tarik yang jauh lebih besar dibandingkan dengan komposit dengan variasi yang lain. Jika komposit hibrid mengalami penurunan sifat kekuatan tarik seiring dengan bertambahnya komposisi pengisi alami yang disebabkan karena ikatan interfasa yang buruk antara matriks dan pengisi seperti pada komposit serat ampas tebu, maka perlu ditambahkan serat pelepah pisang yang memiliki karakteristik yang lebih kuat, tidak berongga dan sangat rapat untuk meningkatkan hubungan interfasa yang baik antara matriks dan pengisi yang dapat meningkatkan sifat kekuatan tarik komposit.

#### **4. SIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin bertambahnya kandungan partikel pada komposit, kerapatan antar partikel semakin tinggi dan partikel ikut membantu matrik dalam menompang beban saat dilakukan penarikan, dan oleh sebab itu komposit serat ampas tebu 5% yang ditambahkan serat pelepah pisang 20% memiliki kekuatan tarik yang jauh lebih besar dibandingkan dengan komposit dengan variasi yang lain. Jika komposit hibrid mengalami penurunan sifat kekuatan tarik seiring dengan bertambahnya komposisi pengisi alami yang disebabkan karena ikatan interfasa yang buruk antara matriks dan pengisi seperti pada komposit serat ampas tebu, maka perlu ditambahkan serat pelepah pisang yang memiliki karakteristik yang lebih kuat,

tidak berongga dan sangat rapat untuk meningkatkan hubungan interfasa yang baik antara matriks dan pengisi yang dapat meningkatkan sifat kekuatan tarik komposit.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kuntarto, 2016, Sifat Fisis Dan Mekanis Akibat Perubahan Temperatur Pada Komposit Polyester Serat Batang Pisang Yang Di-Treatment Menggunakan  $KmO_4$ , Skripsi, Dipublikasikan. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [2] H. Fakhrin, 2019, Pemanfaatan Serat Tebu Sebagai Penguat Pada Komposit Dengan Matriks Polyester Untuk Pembuatan Papan Skateboard", Repository UMSU, Sumatera Utara.
- [3] Eqitha, D.C. dan Lizda, J.M. 2014. Pembuatan dan Karakteristik Komposit Polimer Berpenguat Bagasse. Jurnal Teknik Pomits, 02 (02) : 1-6. (Online), tersedia: <http://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/4295>, diunduh 27 Oktober 2017.
- [4] Ervan, Effendi. 2015. Analisa Kekuatan Pipa Komposit Serat Batang Pisang Polyester Yang Disusun Dua Lapis Serat 25/-25 Terhadap Pengujian Tarik Dengan Variasi Temperatur Ruang Uji. Thesis. Dipublikasikan. Surakarta: Universitas Muhammadiyah.
- [5] Kalpakjian, Surdia, Tata, dkk. 1995. Pengetahuan Bahan Teknik. Volume 2 Jakarta. Pradnya Paramita.
- [6] Ojahan, Tumpal, R. Hansen, Aditia, 2015, Analisis Fraksi Volume Serat Pelepah Batang Pisang Bermatriks Unsaturated Resin Polyester (UPR) Terhadap Kekuatan Tarik Dan SEM, MECHANICAL, Vol. 6 No. 1, pp. 43-48.
- [7] Kusuma, S.C., Y., Yulianto, 2023, Pengaruh Fraksi Volume Pada Komposit Serat Lapisan Batang Pisang Kepok Dengan Perlakuan Asap Cair Terhadap Kekuatan Tarik, Jurnal Inovasi Teknologi Terapan, Vol. 1 No. 2, pp. 459-464.
- [8] M. Majore, J. Kaawoan and J. Kaawoan, "PROGRAM PEMERINTAH KABUPATEN KEPULAUAN TALAUD DALAM MEMAKSIMALKAN PEMANFAATAN POTENSI TANAMAN LOKAL," EKSEKUTIF : Jurnal Jurusan Ilmu Pemerintahan, vol. 2, no. 5, 2020
- [9] F. Yunanto, Ngafwan and M. A. Hendrawan, "SIFAT FISIS DAN MEKANIS AKIBAT PERUBAHAN TEMPERATUR PADA KOMPOSIT SERAT BATANG PISANG YANG DICUCI DENGAN  $K(OH)$  MENGGUNAKAN Matrik VINYLESTER REPOXY," UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA, SURAKARTA, 2014.
- [10] A. Z. Zazira, Fachraniah and Ridwan, "PENGARUH JENIS AKTIVATOR TERHADAP KARAKTERISTIK KARBON AKTIF BERBAHAN AMPAS TEBU," Jurnal Teknologi, vol. 24, no. 1, 2024.