

KARAKTERISASI KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT PELEPAH PISANG SEBAGAI MATERIAL BOX KACAMATA

Wikan Novantoro¹, Hadi Saputra^{2*}, Saiful Huda³

^{1,2,3} Universitas AKPRIND Indonesia, *Penulis Koresponden

e-mail: ¹wikann4@gmail.com, hadisaputra@akprind.ac.id

ABSTRACT

Considerations in choosing banana stem fiber as an alternative in reducing the use of metal materials or synthetic fibers because they are more environmentally friendly and easy to obtain. Utilizing unused waste from plantation products has a lighter weight because banana stem fiber has quite good mechanical properties. This research aims to determine the mechanical properties of composites reinforced with banana stem fiber with random fiber orientation and using the Eposchon Epoxy Resin A + Hardener EPH 555 matrix as a replacement material for eyeglass cases made of plastic. Banana stem fibers were soaked in 5% NaOH for 2 hours, then composites were made using the hand lay up method with fiber weight fractions of 5%, 10% and 15%. Composite materials produced from the three variations in weight fractions were each subjected to 3 tests, namely tensile tests to ASTM D3039 standards, impact tests to ASTM D256 standards, and bending tests to ASTM D790 standards. The research results showed that the highest tensile strength at the 10% fiber weight fraction was 15.71 MPa, the highest impact value at the 5% weight fraction was 0.611 Joules, and the highest bending strength was obtained at the 5% fiber weight fraction at 69.9 MPa. Judging from the tensile, impact and bending strength of the banana stem fiber composite, it is feasible and meets the requirements to be an alternative material for eyeglass cases made from Polypropylen (PP) plastic.

Keywords: alkalization, composite, banana stem fiber, tensile test, impact test, bending test.

INTISARI

Pertimbangan dalam pemilihan serat pelepah pisang menjadi alternatif dalam mengurangi penggunaan material logam atau serat sintetis karena lebih ramah lingkungan dan mudah didapatkan. Memanfaatkan limbah yang tidak terpakai dari hasil perkebunan memiliki bobot yang lebih ringan karena serat pelepah pisang memiliki sifat mekanik yang cukup baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik sifat mekanis dari komposit yang diperkuat serat pelepah pisang dengan orientasi serat acak dan menggunakan matrik Eposchon Epoxy Resin A + Hardener EPH 555 sebagai bahan pengganti box kacamata yang terbuat dari plastik. Serat pelepah pisang di rendam dengan NaOH 5% selama 2 jam, kemudian komposit dibuat menggunakan metode *hand lay up* dengan fraksi berat serat 5%, 10%, dan 15%. Material komposit yang dihasilkan dari ketiga variasi fraksi berat tersebut dilakukan masing-masing 3 pengujian yaitu uji tarik dengan standar ASTM D3039, uji impact dengan standar ASTM D256, dan uji *bending* dengan standar ASTM D790. Hasil penelitian menunjukkan kekuatan tarik tertinggi pada fraksi berat serat 10% sebesar 15,71 MPa, harga impact tertinggi pada fraksi berat 5% sebesar 0,611 Joule, dan kekuatan *bending* tertinggi di peroleh pada fraksi berat serat 5% sebesar 69,9 MPa. Ditinjau dari kekuatan tarik, impact, dan *bending* komposit serat pelepah pisang layak dan memenuhi syarat menjadi bahan alternatif box kacamata yang terbuat dari plastik Polypropylen (PP).

Kata kunci: alkalisasi, komposit, serat pelepah pisang, uji tarik, uji impact, uji *bending*

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan material yang lebih ramah lingkungan semakin meningkat saat ini. Sampah produk plastik yang sudah habis *life of cyclenya* sangat melimpah dan sulit terurai bagi alam. Hal ini mendorong pengembangan material baru yang ramah terhadap lingkungan. Bahan komposit yang terbuat dari serat alami telah menjadi populer untuk lebih dikembangkan secara optimal. Penggunaan material komposit serat alam yang mudah dibentuk, memiliki kekuatan yang baik, lebih ramah lingkungan merupakan tuntutan teknologi saat ini.

Komposit adalah suatu material yang dihasilkan dari gabungan dua atau lebih material dengan sifat berbeda dan dicampurkan dalam kondisi tidak homogen. Salah satu material yang menyusun komposit berperan sebagai pengikat, sedangkan material lainnya berperan sebagai penguat ataupun pengisi (*filler*). Material pengikat dikenal sebagai matriks, material yang berperan sebagai penguat disebut *reinforcement*, dan material yang berfungsi sebagai pengisi dikenal sebagai *filler* (Widodo et al., 2022).

Serat batang pisang merupakan jenis serat yang berkualitas baik, dan merupakan salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai penguat pada pembuatan komposit. Penggunaan serat pelepah pisang sebagai bahan

komposit merupakan salah satu alternatif dalam pembuatan komposit secara ilmiah. Serat pisang mempunyai potensi yang baik untuk dikembangkan sebagai bahan teknik dengan melakukan rekayasa material komposit. Salah satu contohnya dapat dimanfaatkan sebagai pembuatan papan partikel dan papan serat. Perbandingan bobot segar antara batang, daun, dan buah pisang berturut-turut 63, 14, dan 23%. Batang pisang memiliki bobot jenis 0,29 g/cm³ dengan ukuran panjang serat 4,20 – 5,46 mm dan kandungan lignin 33,51% (Saputra et al., 2018).

Paundra et al. (2022) melakukan penelitian tentang komposit yang diperkuat dengan serat pelepah pisang, proses pembuatan komposit dilakukan dengan metode *compression molding*. Variasi persentase perbandingan fraksi volum serat pelepah pisang dan serat daun nanas adalah 10:20, 12,5:17,5, 15:15, 17,5:12,5 dan 20:10. Setelah proses pencetakan, dilakukan proses pengeringan selama 7 hari di ruangan. Pengujian tarik mengacu pada ASTM D3039. Berdasarkan pengolahan data dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa pengaruh variasi fraksi volum serat pada komposit berpenguat gabungan serat pelepah pisang dan serat daun nanas terhadap kekuatan tarik tidak terlalu besar. Untuk hasil variasi fraksi volum serat pada komposit terhadap pengujian tarik diperoleh kekuatan tarik tertinggi pada variasi fraksi volum 20% serat pisang : 10 % serat nanas dengan nilai sebesar 26,55 MPa.

Berdasarkan rumusan tujuan penelitian, maka tujuan penelitian pada penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik sifat mekanis dari komposit yang diperkuat serat pelepah pisang dengan orientasi acak dan menggunakan matriks *Eposchon Epoxy Resin Bisphenol-A + Hardener EPH 555* sebagai bahan pengganti box kaca yang terbuat dari plastik.

2. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan yaitu serat pelepah pisang, resin epoxy, NaOH, aquades, dan wax, sedangkan alat penelitian yaitu cetakan spesimen, timbangan digital, kuas/roll, gelas ukur, jangka sorong, alat uji tarik, alat uji impak, alat uji *bending* dan perlengkapan lainnya. Metode pengumpulan data yaitu observasi, pembuatan produk dan analisis data. Variabel dalam penelitian ini yaitu menggunakan perbandingan 5% serat 85% matriks, 10% serat 90% matriks dan 15% serat 85% matriks. Pengujian sifat mekanik dilakukan 3 pengujian yaitu uji tarik sesuai standar ASTM D3039, uji impak ASTM D256 dan uji *bending* ASTM D790. Prosedur pelaksanaannya yaitu tahap persiapan alat dan bahan, pembuatan spesimen komposit, pengujian dan perbaikan. Perancangan penelitian diawali dengan melakukan studi literatur, kemudian pembuatan komposit adalah proses pencampuran matriks dengan serat. Proses pencampuran matriks dan serat harus sangat teliti dan diperhatikan dari segi penimbangan bahan dan penuangan ke dalam cetakan, karena merupakan salah satu yang sangat vital dalam pembuatan komposit dan akan sangat berpengaruh terhadap kekuatan material suatu komposit. Matriks yang digunakan yaitu *epoxy eposchon bisphenol A + hardener EPH 555* dengan komposisi perbandingan antara resin dan hardenernya 1:1. Pembuatan komposit serat pelepah pisang dilakukan dengan menggunakan metode *hand lay up*, metode ini dilakukan dengan cara mengaplikasikan resin pada bahan penguat dengan menggunakan kuas/rol. Selanjutnya tunggu komposit hingga mengering atau mengeras selama kurang lebih 12 jam hingga akhirnya komposit siap dikeluarkan dari cetakan. Selanjutnya komposit dikarakterisasi sifat mekanik di laboratorium terpadu ITDA Yogyakarta.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji Tarik

Pengujian tarik bertujuan untuk mendapatkan nilai kekuatan tarik dan regangan tarik komposit serat pelepah pisang. Pengujian mengacu pada standar uji tarik ASTM D 3039. Mesin yang digunakan yaitu *Gotech Testing Machines* dilakukan di laboratorium terpadu ITDA Yogyakarta. Berikut tabel 3.1 menyajikan hasil pengolahan data pengujian tarik komposit serat pelepah pisang menggunakan 3 variabel fraksi berat yang diantaranya meliputi nilai tegangan tarik dan regangan tarik.

3.1.1 Tegangan Tarik

Untuk mencari nilai tegangan tarik dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (1)$$

dengan:

F : beban (N)

A : luas penampang (mm²)

σ : tegangan (Mpa)

Contoh perhitungan tegangan fraksi berat 5% serat dengan Spesimen AA1

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{820,12}{73,95} = 11,09 \text{ Mpa}$$

3.1.2 Regangan tarik

Untuk mencari nilai regangan tarik dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan sebagai berikut :

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

dengan:

ΔL : penambahan panjang (mm)

L_0 : panjang mula – mula (mm)

ϵ : regangan (mm)

Contoh perhitungan regangan fraksi berat 5% serat dengan Spesimen A1

$$\epsilon = \frac{250 \times 4,4}{250} = 4,4\%$$

3.1.3 Modulus Elastisitas

Untuk mencari nilai modulus elastisitas dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan sebagai berikut :

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots\dots\dots(3)$$

dengan:

σ : Tegangan tarik

ϵ : Regangan Tarik

E : Modulus Elastisitas

Contoh perhitungan modulus elastisitas fraksi berat 5% serat dengan Spesimen AA1

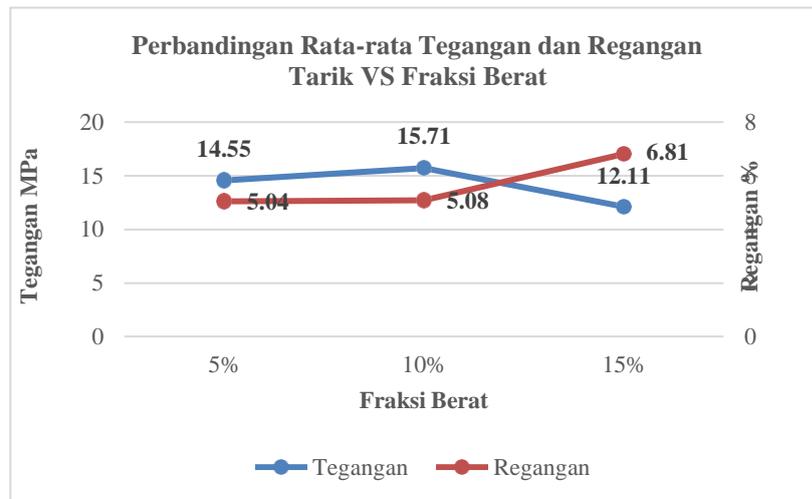
$$E = \frac{11,09}{4,4} = 2,52 \text{ N/m}^2$$

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Tarik Komposit Serat Pelepeh Pisang

No	Fraksi Berat	Kode Spesimen	Tegangan Mpa	Regangan %	Modulus Elastis N/m ²
1	5%	AA1	11,09	4,4	2,52
2		AA2	11,37	4,14	2,74
3		AA3	21,18	6,58	3,21
Rata-rata			14,55	5,04	2,82
1	10%	AB1	17,98	5,7	3,15
2		AB2	13,65	5,4	2,53
3		AB3	15,5	4,14	3,74
Rata-rata			15,71	5,08	3,14
1	15%	AC1	14,29	8,04	1,78
2		AC2	10,74	5,2	2,07
3		AC3	11,31	7,2	1,58
Rata-rata			12,11	6,81	1,81

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa nilai tegangan tarik tertinggi dihasilkan oleh spesimen pada fraksi berat 5% dengan kode spesimen AA3 sebesar 21,18 Mpa, sedangkan nilai tegangan terendah terdapat pada spesimen fraksi berat 5% sebesar 11,09 Mpa. Untuk nilai regangan tarik tertinggi terdapat pada spesimen fraksi berat 15% dengan kode spesimen AC3 sebesar 7,2%, sedangkan nilai regangan terendah terdapat pada spesimen fraksi berat 5% dengan kode spesimen AA1 sebesar 4,4%.

Berikut Gambar 1 menunjukkan grafik perbandingan rata-rata tegangan tarik dan regangan tarik dengan fraksi berat.



Gambar 1. Grafik Rata-Rata Tegangan dan Regangan Tarik dengan Fraksi Berat

Berdasarkan grafik dapat dilihat bahwa nilai rata-rata tegangan maupun regangan yang dihasilkan oleh komposit bervariasi. Rata-rata tegangan tarik fraksi berat 5% adalah 14,55 Mpa, fraksi berat 10% adalah 15,71Mpa, dan fraksi berat 15% adalah 12,11 Mpa. Sedangkan hasil rata-rata regangan tarik dengan fraksi berat 5% adalah 5,04%, fraksi berat 10% adalah 5,08, dan fraksi berat 15% adalah 6,81%. Dapat dilihat bahwa semakin bertambah fraksi berat maka kekuatan tarik dan regangan akan meningkat, peningkatan kekuatan tarik komposit disebabkan adanya peningkatan jumlah serat yang berfungsi sebagai penguat komposit. Adanya peningkatan kekuatan tarik komposit sampai dengan fraksi berat 10%, menunjukkan bahwa matrik masih mampu membasahi seluruh permukaan serat. Kemampuan resin untuk membasahi seluruh permukaan serat akan menjamin serat berfungsi maksimal (Surata & Suarsana, 2006).

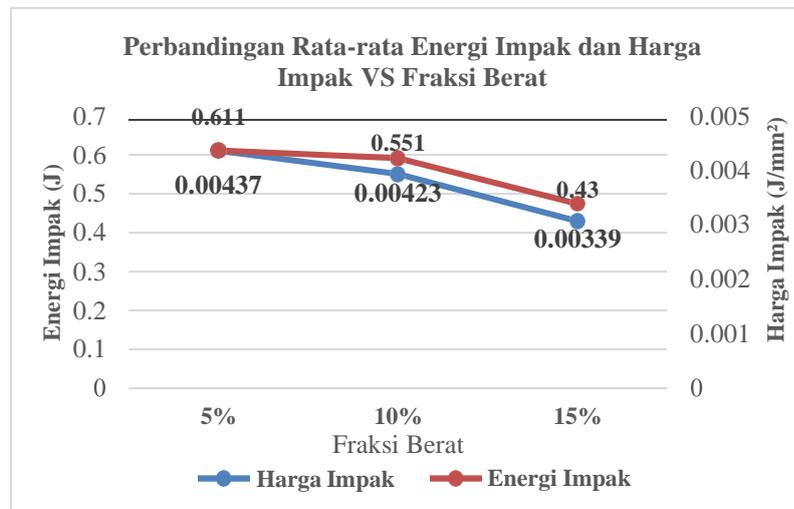
3.2 Uji Impak

Pengujian impact dilakukan untuk mengetahui kegetasan dan keuletan suatu bahan terhadap beban kejut dengan cara mengukur perubahan energi potensial sebuah pendulum yang diayunkan dari ketinggian tertentu. Pengujian mengacu pada standar uji tarik ASTM D256. Berikut Tabel 2 menyajikan hasil pengolahan data pengujian impact komposit serat pelepah pisang menggunakan 3 variabel fraksi berat yang diantaranya meliputi nilai energi impact dan harga impact.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Impact Komposit Serat Pelepah Pisang

No	Fraksi Berat	Kode Spesimen	Energi Impact	Harga Impact
			Joule	Joule/mm ²
1	5%	CA1	0,772	0,00611
2		CA2	0,415	0,00325
3		CA3	0,647	0,00493
Rata-rata			0,611	0,00476
1	10%	CB1	0,575	0,0045
2		CB2	0,504	0,00391
3		CB3	0,575	0,00428
Rata-rata			0,551	0,00423
1	15%	CC1	0,504	0,00394
2		CC2	0,459	0,00365
3		CC3	0,329	0,00258
Rata-rata			0,43	0,00339

Berikut Gambar 2 menunjukkan grafik perbandingan rata-rata energi dampak dan harga dampak dengan fraksi berat.



Gambar 2. Grafik Rata-Rata Energi Dampak dan Harga Dampak dengan Fraksi Berat

Dapat dilihat pada Gambar 2 menunjukkan rata-rata energi dampak dengan fraksi berat 5% adalah 0,611J, fraksi berat 10% adalah 0,511 J, dan fraksi berat 15% adalah 0,43 J. Sedangkan hasil rata-rata harga dampak dengan fraksi berat 5% adalah 0,00437 J/mm², fraksi berat 10% adalah 0,00423 J/mm², dan fraksi berat 15% adalah 0,00339 J/mm². Dari data yang di peroleh menunjukkan penurunan energi dampak dan harga dampak di setiap fraksi berat, bahwa semakin besar fraksi berat serat yang digunakan dalam pembuatan komposit akan menurunkan kekuatannya. Penurunan kekuatan dampak dengan penambahan serat pelepah pisang kemungkinan disebabkan persebaran serat yang kurang merata dan menggumpal sehingga ikatan antarmuka kurang baik. Selain itu, adanya void atau ruang kosong yang terjadi diantara serat dan matrik juga berpotensi menurunkan kekuatan material (Pangestu et al., 2023).

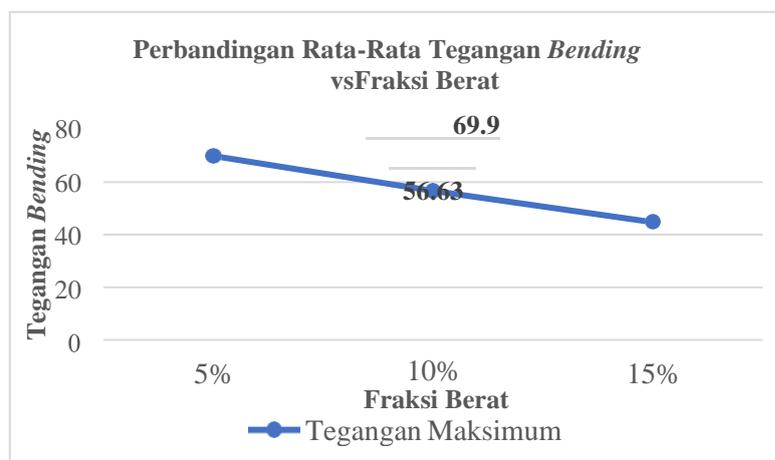
3.3 Uji Bending

Pengujian *bending* dilakukan untuk mengetahui kegetasan dan keuletan suatu bahan terhadap beban kejutdengan cara mengukur perubahan energi potensial sebuah pendulum yang diayunkan dari ketinggian tertentu. Pengujian mengacu pada standar uji tarik ASTM D790. Berikut tabel 3.3 menyajikan data spesimen pengujian bending komposit serat daun nanas dengan menggunakan 3 variabel fraksi berat.

Tabel 3. Data Hasil Perhitungan Tegangan *Bending* Komposit Serat Pelepah Pisang

No	Fraksi Berat	Kode Spesimen	σ_{fm} (Mpa)
1	5%	AB1	70,5
2		AB2	71,32
3		AB3	67,87
Rata-rata			69,9
1	10%	BB1	53,65
2		BB2	60,12
3		BB3	56,12
Rata-rata			56,63
1	15%	CB1	43,49
2		CB2	41,77
3		CB3	48,99
Rata-rata			44,75

Berikut Gambar 3 menunjukkan grafik perbandingan rata-rata tegangan *bending* dengan fraksi berat.



Gambar 3. Grafik Rata-Rata Tegangan *Bending* dengan Fraksi Berat

Berdasarkan data yang dihasilkan dari pengujian *bending* seperti yang sudah ditampilkan pada Gambar 3 di atas, dimana pada gambar grafik tersebut menunjukkan hasil pengujian yang bervariasi. Hal tersebut tidak terlepas dari variabel penelitian. Data menunjukkan bahwa hasil rata-rata tegangan *bending* komposit serat pelepah pisang dengan fraksi berat serat 5% sebesar 69,9 MPa, komposit serat pelepah pisang mengalami penurunan pada fraksi berat 10% yang memiliki tegangan *bending* sebesar 56,63 MPa, sedangkan nilai tegangan *bending* terendah diperoleh komposit pada fraksi berat serat 15% yaitu menjadi 44,75 MPa.

Berdasarkan penjelasan Gundara & Nur Rahman, (2019) pengaruh menurunnya hasil rata-rata tegangan *bending* dengan fraksi berat komposit serat pelepah pisang ini akibat penambahan fraksi berat matrik yang mengakibatkan jumlah matrik yang mengikat serat akan semakin sedikit, sehingga gaya yang mampu ditahan akan berkurang.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

Hasil pengujian tarik komposit serat pelepah pisang tertinggi diperoleh pada fraksi berat 10% sebesar 15,71 MPa. Peningkatan kekuatan tarik disebabkan adanya peningkatan jumlah serat, tetapi pada fraksi berat 15% mengalami penurunan kekuatan tarik yang disebabkan pada saat membuat komposisi matrik yaitu presentase katalis terlalu banyak, presentase katalis yang terlalu banyak mengakibatkan benda uji menjadi getas sehingga kekuatan tariknya menurun. Hasil pengujian dampak komposit serat pelepah pisang menunjukkan nilai energi dampak tertinggi diperoleh pada fraksi berat 5% sebesar 0,611 Joule. Dari data yang diperoleh menunjukkan penurunan energi dampak dan harga dampak di setiap fraksi berat. Hasil pengujian lengkung (*bending*) komposit serat pelepah pisang menunjukkan nilai kekuatan *bending* tertinggi diperoleh pada fraksi berat 5% sebesar 69,9 Mpa. Dengan hasil tersebut komposit serat pelepah pisang layak atau memenuhi syarat digunakan untuk menggantikan komponen material box kaca dari bahan dasar plastik *polypropylen* (PP).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas AKPRIND Indonesia dan pihak-pihak yang telah membantu dan mendukung berjalannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Gundara, G., & Nur Rahman, M. B. (2019). Sifat Tarik, Bending dan Impak Komposit Serat Sabut Kelapa-Polyester dengan Variasi Fraksi Volume. *JMPM (Jurnal Material Dan Proses Manufaktur)*, 3(1), 10–19.
- Pangestu, A., Estriyanto, Y., & Widiastuti, I. (2023). Analisis Sifat Mekanis Komposit Limbah Masker Berpenguat Serat Bambu. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 12(2).
- Paundra, F. et al., (2022). PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUM TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT HYBRID BERPENGUAT SERAT PELEPAH PISANG DAN SERAT DAUN NANAS BERMATRIK POLYESTER. *Journal of Science, Technology, and Virtual Culture*, Volume 2, No. 2, pp.213-217.
- Saputra, B. A., S. & S., (2018). Pengaruh Fraksi Volume Serat Pelepah Pisang sebagai Penguat Komposit Polimer dengan Matriks Resin Polyester terhadap Kekuatan Tarik dan Daya Serap Air. *Seminar Nasional dan Teknologi Terapan*, pp. 561-566.
- Surata, W., & Suarsana, I. K. (2006). Pengaruh Fraksi Berat Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Poliester Berpenguat Serat Gelas Acak yang Dicitak dengan Teknik Hand Lay Up. *Universitas Indonesia*, 1–5.

Widodo, L., Priyanto, K., & Margono, B. (2022). ANALISIS KETANGGUHAN IMPAK KOMPOSIT POLYESTER BERPENGUAT SERAT DAUN NANAS BERDASARKAN JENIS ANYAMAN. *Jurnal Teknik*, 7(4), 217–227.