

PENGARUH PANJANG DAN VOLUME PENGUAT SERAT DAUN NANAS TERHADAP KOMPOSIT EPOKSI

Ade Saefullah ^{*}), Syahbuddin ^{**})
Program Magister Teknik Mesin Universitas Pancasila ^{***})
Email : syahbuddin5mh@gmail.com, saefullahade@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan serat alam semakin hari semakin luas cakupannya hampir di semua sektor industri. Industri rumah tangga, elektronik, otomotif maupun industri berat lainnya sudah banyak yang memanfaatkannya. Serat alam mempunyai beberapa keunggulan, diantaranya adalah lebih tahan korosi, lebih kompetitif, dan ramah lingkungan. Serat nanas adalah salah satu serat alam yang sudah banyak digunakan di dunia industri. Pada kesempatan ini akan diteliti pemakaian komposit berbahan dasar serat daun nanas sebagai material alternatif grill radiator komponen di industri otomotif. Yang akan diuji adalah kekuatan yang paling berpengaruh pada komponen tersebut yaitu, kekuatan impak dan kekuatan tekuk, dengan fraksi volume 10%, 20%, dan 30% dan panjang serat 10 mm, 30 mm, 50 mm. Dari sembilan variasi spesimen (kombinasi fraksi volume dan panjang serat) untuk setiap pengujian, maka nilai tertinggi terjadi pada spesimen dengan fraksi volume 30% dan panjang serat 50 mm. Berturut-turut nilainya adalah untuk kekuatan impak sebesar 114,33 J/m, dan kekuatan tekuk sebesar 77,2 MPa. Jika dibandingkan dengan properti plastik ASA yang digunakan sebagai material grill radiator, berdasarkan hasil pengujian uji impak dan uji tekuk, maka material yang bisa digunakan adalah dengan variasi panjang 50 mm dan 30 mm serta fraksi volume 30% dan 20%.

Kata kunci : grill radiator; komposit; serat daun nanas; uji bending; uji impak

ABSTRACT

The use of natural fibers is increasingly widespread in almost all industrial sectors. Many home industries, electronics, automotive and other heavy industries have used it. Natural fibers have several advantages, including that they are more resistant to corrosion, more competitive, and are environmentally friendly. Pineapple fiber is one of the natural fibers that are commonly used in the industrial world. On this occasion, we will examine pineapple leaf fiber-based composites as an alternative material for component radiator grills in the automotive industry. What will be tested is the strength that has the most influence on these components, namely, impact strength and bending strength, with a volume fraction of 10%, 20%, and 30% and a fiber length of 10 mm, 30 mm, 50 mm. Of the nine variations of the specimen (combination of volume fraction and fiber length) for each test, the highest value occurred in specimens with a volume fraction of 30% and a fiber length of 50 mm. Successive values are for the impact strength of 114.33 J / m, and the bending strength of 77.2 N/mm² When compared with the properties of ASA plastic used as a radiator grille material, based on the results of the impact and bending test, the materials that can be used are variations in length of 50 mm and 30 mm and volume fraction of 30% and 20%.

Key words: radiator grill; composite; pineapple leaf fiber; bending test; impact test

I. PENDAHULUAN

Material komposit penggunaan dan pemanfaatannya dari waktu ke waktu semakin berkembang dan sangat luas sekali cakupannya. Mulai dari alat-alat rumah tangga sampai dengan dunia industri baik industri kecil menengah maupun industri besar sudah banyak yang memanfaatkan teknologi material komposit. Beberapa keunggulan seperti lebih kuat, lebih tahan korosi, lebih ringan, dan lebih murah dibanding dengan material alternatif lain menjadi

penyebab para pelaku usaha untuk terus mengembangkan kekompositan.

Dibanding serat sintesis, serat alam merupakan alternatif filler komposit karena mempunyai keunggulan yang lebih. Serat alam mudah didapatkan dengan harga yang lebih murah, prosesnya mudah, punya densitas rendah, ramah lingkungan, dan dapat diuraikan secara biologi [1-3]. Pemanfaatan serat alam sebagai filler komposit telah diaplikasikan secara komersial di berbagai bidang seperti bidang konstruksi, perkapalan,

penerbangan, dan otomotif. Nanas, sisal, flex, hemp, jute, rami, dan kelapa adalah merupakan contoh dari serat alam yang mulai banyak digunakan sebagai bahan penguat komposit polimer [4].

Dari sekian banyak serat alam yang disebutkan di atas serat nanas adalah termasuk contoh serat alam yang sudah banyak dimanfaatkan juga. Serat yang dihasilkan dari daun nanas tersebut banyak digunakan untuk tali, benang, karpet, pakaian, mukena dan berbagai macam kerajinan seperti tas, keset, sandal, pasmina, serta pernik-pernik hadiah [5].

Di seluruh Indonesia ada sekitar 165,690 hektar perkebunan nanas, diantaranya 3,367 hektar berada di daerah Kabupaten Subang yang merupakan 95% total perkebunan nanas di Jawa Barat. Menurut informasi yang di dapat dari alfiber, salah satu unit usaha serat daun nanas di kecamatan Cijambe kabupaten Subang bahwa setiap hektar kebun nanas bisa menghasilkan daun sebanyak 10 ton. Dan dari setiap ton daunnya bisa dihasilkan sekitar 25 kg serat kering.

Saat ini pemanfaatan tanaman nanas yang ribuan hektar tersebut lebih difokuskan pada buahnya, sementara saat panen daunnya yang melimpah kebanyakan menjadi sampah atau limbah. Jika daun nanas ini tidak dimanfaatkan akan menambah persoalan limbah yang terus meningkat karena biasanya setelah panen dua atau tiga kali tanaman nanas yang lama akan dibongkar dan diganti dengan tanaman baru [5].

Kalaupun ada daunnya baru dimanfaatkan untuk membuat barang kerajinan yang diambil seratnya seperti yang dilakukan oleh kelompok usaha Alfiber di daerah Cijambe, Subang, Jawa Barat. Dengan banyaknya penelitian pemanfaatan limbah daun nanas yang bukan hanya untuk kerajinan maka akan terbuka lagi terciptanya pelaku usaha terkait pemanfaatan limbah ini. Pada kesempatan ini akan diteliti sifat-sifat mekanik komposit dari serat daun nanas terkait dengan kegunaannya untuk komponen otomotif.

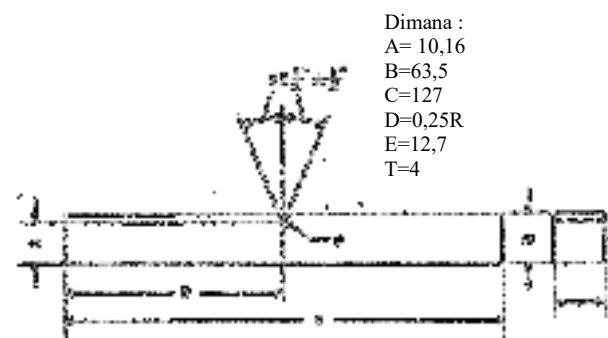
II. METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan tentang bahan-bahan yang diperlukan dan langkah-langkah yang harus diambil dalam penelitian ini. Ada dua macam bahan utama yang harus disiapkan terlebih dahulu yaitu matriks resin dan penguat serat daun nanas. Resin dapat dibeli di toko kimia, sementara untuk serat daun nanasnya diambil dari kelompok usaha Alfiber yang ada di daerah Cijambe, Subang, Jawa Barat. Bentuk serat yang dibeli dari Alfiber ini seperti Gambar 1.

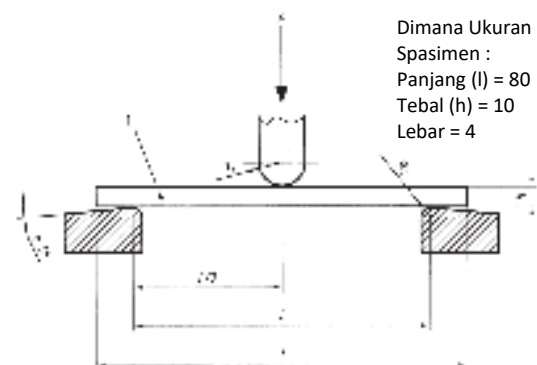


Gambar 1. Serat Daun Nanas

Kemudian akan dibuat spesimen uji impact yang mengacu pada standar ASTM6110 dan spesimen uji tekuk ASTM790. Bentuk dan ukuran spesimen yang akan dibuat seperti Gambar 2. dan Gambar 3. Setelah itu melakukan pengujian impact dan tekuk masing-masing sebanyak 27 (dua puluh tujuh) kali untuk variasi panjang serat 10mm, 30mm, dan 50mm, serta fraksi volume 10%, 20%, dan 30%, dan setiap variasinya diuji 3 spesimen.



Gambar 2. Spesimen Uji Impact



Gambar 3. Spesimen Uji Tekuk

Hasil dari pengujian ini kemudian dibandingkan dengan kekuatan grill radiator yang materialnya dari plastik ASA (acrylonitrile styrene acrylate), apakah spesifikasi komposit yang dibuat ini masuk atau tidak. Adapun menurut data spesifikasi ASA mempunyai kekuatan impact 8 kJ/m² dan kekuatan tekuk 50 N/mm². Sedangkan bentuknya seperti Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Grill Radiator

Untuk mengetahui berapa besar penyimpangan hasil uji maka kekuatan impak dan kekuatan tekuk ini akan dihitung juga berdasarkan rumus-rumus sebagai berikut [6]:

$$E = m.g.R.(\cos \beta - \cos \alpha) \quad (1)$$

Dimana :

E = Energi Impak (J)

m = Massa pendulum (kg)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

R = Panjang lengan (m)

α = Sudut pendulum sebelum diayunkan

β = Sudut pendulum setelah diayunkan

Sementara kekuatan impaknya (ketangguhan) bisa dihitung dengan rumus sebagai berikut [7]:

$$E = \frac{1}{2} A \sigma$$

Dimana :

E = Energi Impak (J)

A = Luas Penampang (mm²)

Sedangkan kekuatan tekuknya dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [8]:

$$\sigma = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Dimana :

s = Kekuatan Tekuk (N/mm²)

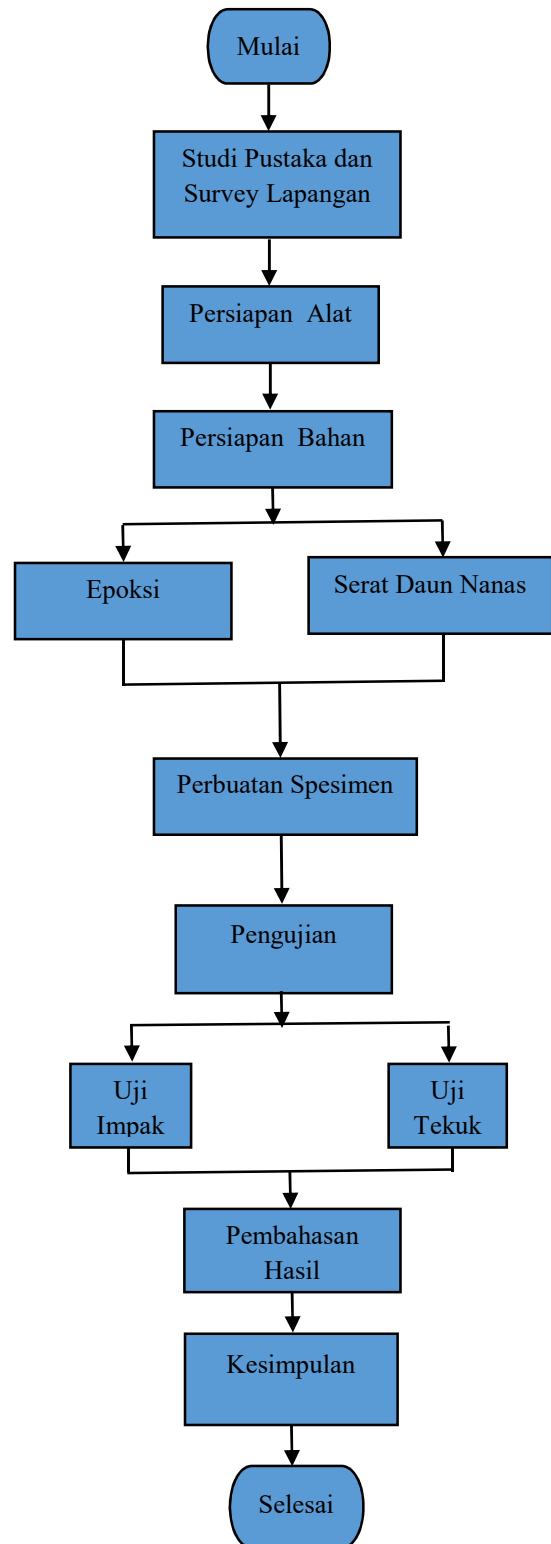
P = Beban Maksimum (N)

L = Panjang span (mm)

b = Lebar (mm)

d = Tebal (mm)

Secara detail urutan proses pengujian ini bisa dilihat pada Gambar 5, dimulai dengan menyiapkan alat dan bahan, pembuatan spesimen, pengujian impak dan tekuk, analisa dan pembahasan, dan terakhir kesimpulan.



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum pembuatan spesimen dan pengujian ada beberapa hal yang perlu dilakukan, pertama membuat cetakan dengan mengacu pada ukuran spesimen di Gambar 2 dan Gambar 3. Yang kedua menentukan berat jenis serat daun nanas alfiber, dan yang ketiga memotong serta menimbanginya sesuai dengan kombinasi panjang serat 10mm, 30mm, 50mm dan fraksi volume 10%, 20%, 30%.



Gambar 6. Cetakan Spesimen Uji Impak dan Tekuk



Gambar 7. Jig Tekan

Bentuk cetakan uji impak dan uji tekuk seperti terlihat pada Gambar 6. Material cetakan ini dibuat dari fiber glas. Pertama dengan cara membuat master model dahulu sesuai dengan ukuran (specimen) yang diinginkan. Kemudian *copy negative mold* (cetakan) dari master. Gambar 7 adalah jig tekan yang diperlukan saat proses pembuatan specimen agar serat dan resin dalam cetakan relatif lebih merata.

Berat jenis serat daun nanas seperti Gambar 1 setelah dihitung didapatkan sebesar 0.45gr/cm^3 . Sehingga dengan mengacu kepada berat jenis ini dan fraksi volume, maka berat spesimen untuk masing-masing variasi panjang dan volume setelah melakukan penimbangan bisa dilihat pada table 1 untuk impak, dan table 2 untuk tekuk.

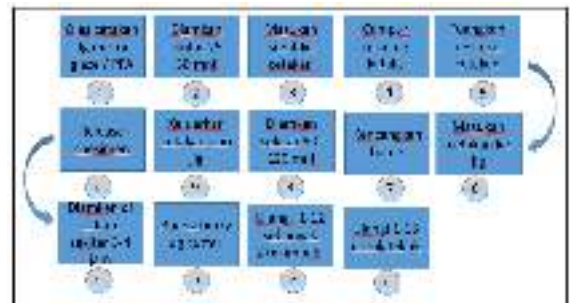
Tabel 1 Berat Spesimen Uji Impak

No Spesimen	Fraksi Volume (%)	Panjang (mm)	Berat (gram)
Spesimen 1	10	10	0.290
Spesimen 2	20	10	0.580
Spesimen 3	30	10	0.870
Spesimen 4	10	30	0.290
Spesimen 5	20	30	0.580
Spesimen 6	30	30	0.870
Spesimen 7	10	50	0.290
Spesimen 8	20	50	0.580
Spesimen 9	30	50	0.870

Tabel 2 Berat Spesimen Uji Tekuk

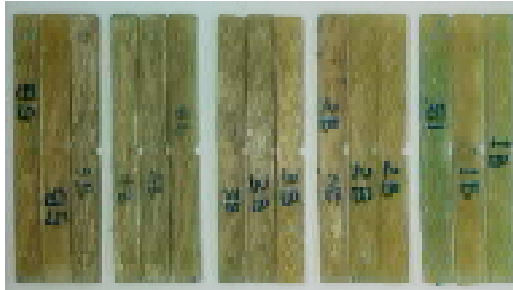
No Spesimen	Fraksi Volume (%)	Panjang (mm)	Berat (gram)
Spesimen 1	10	10	0.140
Spesimen 2	20	10	0.290
Spesimen 3	30	10	0.430
Spesimen 4	10	30	0.140
Spesimen 5	20	30	0.290
Spesimen 6	30	30	0.430
Spesimen 7	10	50	0.140
Spesimen 8	20	50	0.290
Spesimen 9	30	50	0.430

Kemudian setelah tempat, bahan (resin, serat, cetakan), dan alat (jig, dan alat bantu lainnya) semuanya sudah siap, dengan kondisi temperature ruang 28°C , maka lakukan pencetakan spesimen dengan mengikuti bagan seperti Gambar 8. Dan hasil cetaknya bisa dilihat seperti Gambar 9 untuk impak dan Gambar 10 untuk tekuk.

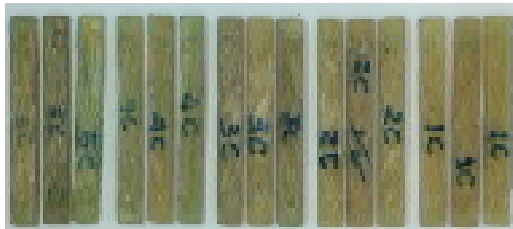


Gambar 8. Bagan Proses Pembuatan Spesimen

Perlu diperhatikan pada saat cetakan dan spesimen masih dalam jig (langkah no 8), begitu juga setelah spesimen dikeluarkan dari cetakan (langkah no 11), suhu ruangan yang tercatat adalah 28°C



Gambar 9. Spesimen Uji Impak



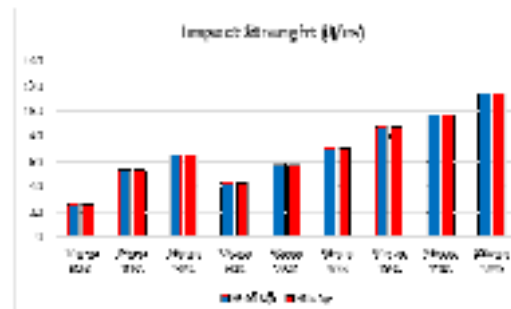
Gambar 10. Spesimen Uji Tekuk

Tahap terakhir kemudian dilakukan pengujian sebanyak 27 (dua puluh tujuh) kali untuk uji impak dan 27 (dua puluh tujuh) kali untuk uji tekuk. Karena agar datanya lebih akurat, maka dari sembilan variasi panjang serat dan volume serat masing-masing diuji 3 (tiga) spesimen untuk kemudian diambil rata-ratanya. Semua hasil uji dan ditambah dengan hasil hitung nya sesuai dengan rumus (1), (2), dan (3) bisa dilihat pada table 3 untuk impak, table 4 untuk tekuk serta Gambar 11 untuk lihat grafik impak, dan Gambar 12 untuk tekuk.

Tabel 3 Resume Hasil Uji Impak dan Hitung

No	Variasi Panjang Serat	Impact Strength (J/m)		Modulus Impak (GPa)	Modulus Impak (%)
		Mean	Standard Deviation		
1	10mm 10%	26.33	0.72	0.006	-0.006%
2	10mm 20%	70.28	12.31	0.249	0.009%
3	10mm 30%	62.02	14.27	0.214	0.007%
4	30mm 10%	61.29	15.23	0.211	-0.007%
5	30mm 20%	71.25	17.38	0.221	-0.007%
6	30mm 30%	91.27	19.37	0.287	0.009%
7	50mm 10%	83.27	19.27	0.259	0.008%
8	50mm 20%	91.29	19.22	0.284	-0.007%
9	50mm 30%	114.32	14.32	0.359	-0.009%

Unit : Satuan J/m² panjang serat 10mm, 30mm dan 50mm



Gambar 11. Grafik Impact Strength Terhadap Panjang dan Volume Serat

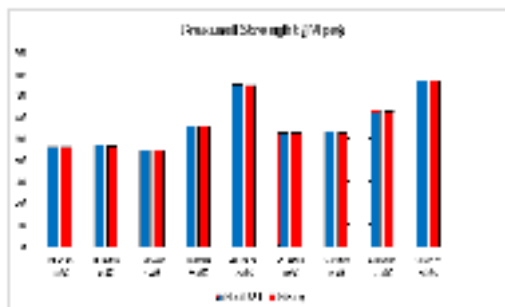
Untuk hasil uji impak data menunjukkan bahwa semakin tinggi fraksi volume dan semakin besar panjang serat maka kekuatan impaknya semakin tinggi. Nilai impak tertinggi terdapat pada spesimen dengan fraksi volume 30% dan panjang seratnya 50 mm, yaitu sebesar 114.32 J/m atau dalam satuann luas 27.83 kJ/mm². Sedangkan yang terkecil sebesar 26.33 J/m (atau 6.26 kJ/mm²) pada spesimen dengan fraksi volume 10% dan panjang 10 mm. Secara lengkapnya bisa dilihat pada tabel 3 dan grafik pada Gambar 11.

Dari tabel 3 dan grafik pada gambar 11 pula terlihat bahwa perbedaan kekuatan impak antara hasil pengujian dan perhitungan berkisar 0.06-0.08%.

Tabel 4 Resume Hasil Uji Tekuk dan Hitung

No	Variasi Panjang Serat	Flexural Strength (GPa)		Modulus Tekuk (%)
		Mean	Standard Deviation	
1	10mm 10%	40.2	40.20	0.10%
2	10mm 20%	42.2	42.19	0.10%
3	10mm 30%	44.2	44.20	0.10%
4	30mm 10%	46.2	46.20	0.10%
5	30mm 20%	48.2	48.20	0.10%
6	30mm 30%	50.2	50.20	0.10%
7	50mm 10%	52.2	52.20	0.10%
8	50mm 20%	54.2	54.20	0.10%
9	50mm 30%	56.2	56.20	0.10%

Unit : Satuan GPa panjang serat 10mm, 30mm dan 50mm



Gambar 12. Grafik Flexural Strength Terhadap Panjang dan Volume Serat

Berdasarkan tabel 4 dan grafik pada Gambar 12 terlihat bahwa kekuatan tekuknya cenderung berbanding lurus dengan bertambahnya volume dan panjang serat. Nilai kekuatan tekuk tertinggi terdapat pada spesimen dengan fraksi volume 30% dan panjang serat 50 mm, yang nilainya 77.2 N/mm². Dari tabel itu pula terlihat bahwa penyimpangan hasil hitungan dibandingkan dengan hasil uji sekitar 0,01 – 0,18%.

IV. KESIMPULAN

1. Kekuatan impak berbanding lurus dengan penambahan volume dan panjang serat. Nilai impak tertinggi terdapat pada spesimen dengan fraksi volume 30% dan panjang seratnya 50 mm, yaitu sebesar 114.33 J/m.
2. Kekuatan tekuk tertinggi adalah sebesar 77.2 N/mm², terjadi pada spesimen dengan fraksi volume 30% dan panjang serat 50 mm
3. Dengan mengacu kepada kekuatan impak grill radiator yang dibutuhkan minimal 8 kJ/m² maka semua variasi panjang dan volume serat spesifikasi kecuali untuk serat dengan panjang 10 mm dan volume 10%.
4. Dengan mengacu kepada kekuatan tekuk grill radiator yang dibutuhkan minimal 50 N/mm² maka kecuali serat dengan panjang 10 mm semuanya masuk spesifikasi baik yang 30 mm ataupun 50 mm.
5. Dengan memperhatikan kesimpulan no 3 dan 4 maka variasi spesimen yang bisa digunakan untuk bahan grill radiator adalah serat dengan panjang 50 mm dan panjang 30 mm tapi dengan volume 20% dan 30%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Schwartz, M.M., *Composite Materials Handbook*, McGraw-Hill, New York, 1984
- [2] S. H. S. Md Fadzullah, Z. Mustafa, S. N. R. Ramli, Q. Yaacob, and A. F. Mohamed Yusoff, "Preliminary study on the mechanical properties of continuous long pineapple leaf fiber reinforced PLA biocomposites," *Key Eng. Mater.*, vol. 694, no. January 2020, pp. 18–22, 2016.
- [3] R. F. Gibson, "Principles of Composite Material Mechanics," *Princ. Compos. Mater. Mech.*, 2016.
- [4] M. Asim *et al.*, "A review on pineapple leaves fibre and its composites," *Int. J. Polym. Sci.*, vol. 2015, 2015.
- [5] M. Lisanti, "Land Potency for Development of Pineapple Horticultural Fruit for Regional," pp. 420–430, 2018
- [6] F.C. Cambell, *Structural Composite Materials*, ASM International, 2010
- [7] A. International, "Standard Test Method for Determining the Charpy Impact Resistance of Notched," *Changes*, vol. 1, pp. 5–8, 2004.
- [8] BS EN ISO 178:2003, "Plastics—Determination of flexural properties, EN ISO 178: 2003," vol. 3, 2003.