

Pengaruh Alkalisasi Terhadap Kekuatan Impak Komposit Epoxy Berpenguat Serat Sisal

I Made Sukadana, I Putu Lokantara, I Gede Putu Agus Suryawan dan Ni Made Dwidiani

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh alkalisasi terhadap kekuatan impak pada komposit epoxy berpenguat serat sisal yang dicetak menggunakan metode Hand Lay-Up dengan orientasi serat acak. Matriks yang digunakan adalah epoxy sikadur 52-id dengan menggunakan fraksi volume serat 30%. Setelah dilakukan pengujian, kekuatan impak meningkat sebesar 32,06% pada komposit epoxy berpenguat serat sisal yang telah diberi perlakuan dibandingkan dengan komposit serat sisal tanpa perlakuan. Kekuatan impak pada spesimen yang diberi perlakuan alkali diperoleh sebesar 0,0233 J/mm², sedangkan pada komposit epoxy dengan serat sisal tanpa perlakuan memiliki kekuatan impak sebesar 0,0176/mm². Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa perlakuan alkali memberi pengaruh peningkatan kekuatan impak pada komposit serat sisal yang disebabkan oleh terbentuknya ikatan yang lebih baik akibat pengurangan lapisan lignin pada serat sehingga massa jenis serat sisal meningkat 42,32% setelah diberi perlakuan dan menghasilkan struktur serat yang lebih kompak dibandingkan dengan serat tanpa perlakuan alkali.

Kata Kunci : Komposit, Serat Alam, Serat Sisal, NaOH, Hand Lay-Up, Kekuatan Impak

Abstract

This study aims to determine the effect of alkali treatment on impact strength of sisal fiber reinforced epoxy composites printed using the Hand Lay-Up method with random fiber orientation. The matrix used was 52-id epoxy sikadur using a 30% fiber volume fraction. After testing, the impact strength increased by 32.06% in treated sisal fiber reinforced epoxy composites compared to untreated sisal fiber composites. The impact strength of the specimens treated with alkali was 0.0233 J/mm², while the epoxy composite with untreated sisal fiber had an impact strength of 0.0176/mm². Based on these results, it can be concluded that the alkali treatment had an effect on increasing the impact strength of the sisal fiber composites due to the formation of better bonds due to a reduction in the lignin layer on the fibers so that the density of sisal fiber increased by 42.32% after being treated and resulted in a better fiber structure. compact compared to fibers without alkali treatment..

Keywords: Composite, Natural Fiber, Sisal Fiber, NaOH, Hand Lay-Up, Impact Strength

1. Pendahuluan

Penelitian dalam dunia industri terus dilakukan oleh para peneliti untuk menghasilkan produk yang kuat dan ringan dengan melakukan inovasi dari yang telah ada sebelumnya [1]. Hal tersebut memberikan dampak pada dunia industri khususnya pada bidang otomotif, dimana saat ini sedang mengalami perkembangan yang sangat pesat. Kendaraan yang dulunya masih menggunakan bahan bakar minyak sekarang sudah mulai tergantikan dengan kendaraan listrik. Kendaraan listrik sendiri memerlukan material yang kuat dengan bobot ringan untuk menghemat daya baterai yang digunakan. Jika kendaraan listrik sepenuhnya menggunakan bahan logam seperti pada kendaraan konvensional, maka kendaraan listrik akan menjadi boros karena memiliki bobot yang berat. Material alternatif pengganti logam yang memiliki sifat fisik dan mekanis yang baik serta bobot ringan adalah komposit [2]. Salah satu komponen mobil yang dapat dibuat dari komposit adalah bumper yang berfungsi menerima beban impak saat terjadi

kecelakaan untuk mencegah kerusakan pada kap mobil, lampu dan sistem pendingin (radiator). Saat terjadi tabrakan, energi impak langsung disalurkan keseluruh mobil karena bumper terhubung langsung pada rangka kendaraan [3].

Bahan yang sering digunakan dalam membentuk komposit adalah resin. Resin epoxy memiliki kekuatan yang tinggi dan daya rekat yang kuat sehingga banyak digunakan sebagai pengikat pada suatu material komposit. Disamping itu, epoxy juga memiliki ketahanan yang baik terhadap bahan kimia serta penyusutan yang rendah [4].

Komponen penyusun komposit yang dapat menentukan kekuatan, kekerasan serta sifat-sifat fisik lainnya pada material komposit adalah serat alam. Penelitian tentang serat alam seperti serat sisal, jerami padi, sabut kelapa, tapis kelapa, jute serta serat alam lainnya sebagai penguat komposit akhir-akhir ini mengalami perkembangan yang sangat pesat karena dapat terdegradasi secara alami dan sangat ramah lingkungan. Selain itu, serat alam juga memiliki harga yang relatif murah dari

serat sintesis [5]. Salah satu serat alam yang mudah diperoleh dan ketersediaannya melimpah adalah serat sisal (*Agave Sisalana*). Serat sisal memiliki kekuatan mekanik dan kekakuan yang sangat baik, fleksibilitas, ketahanan terhadap lingkungan asam, serta ketersediaan yang melimpah menjadikan serat sisal digunakan sebagai bahan pengembangan dan penggunaan komposit [6].

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh alkalisasi terhadap kekuatan impak komposit epoxy berpeguat serat sisal. Permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu bagaimana pengaruh perlakuan alkali terhadap kekuatan impak pada komposit epoxy berpeguat serat sisal. Adapun batasan masalah yang diperlukan dalam penelitian ini untuk mendapatkan hasil yang diinginkan yaitu :

1. Panjang serat sisal 1 cm dengan orientasi acak.
2. Perlakuan serat menggunakan NaOH 5% selama 2 jam.
3. Pembuatan komposit menggunakan metode *Hand Lay-Up*.
4. Pengujian Impak mengacu pada ASTM D-6110.

2. Dasar Teori

2.1 Komposit

Komposit berasal dari kata "to compose" yang memiliki arti menggabungkan atau menyusun. Jadi, komposit dapat didefinisikan sebagai suatu material yang diperoleh dari kombinasi dua bahan atau lebih melalui campuran tidak homogen yang memiliki sifat mekanik berbeda dari setiap bahan penyusunnya [7]. Dari kombinasi tersebut didapatkan material komposit yang memiliki karakteristik dan sifat mekanik yang berbeda dari bahan pembentuknya. Komposit ini merupakan gabungan antara matriks atau pengikat dengan penguat. Komposit dapat diklasifikasi menjadi 3 bagian berdasarkan jenis penguatnya, yaitu komposit serat, komposit partikel, komposit struktur.

2.2 Matriks

Matrik merupakan salah satu bahan penyusun komposit untuk mengikat dan melindungi serat yang digunakan dalam pembuatan komposit. Sebagai bahan penyusun utama pada komposit, matrik yang digunakan harus mampu mengikat serat secara optimal agar serat dapat meneruskan beban yang diterima secara optimal sehingga kekakuan yang tinggi dapat diperoleh. Terdapat beberapa jenis matrik yang umum digunakan, yaitu matrik polimer, keramik dan logam. Tetapi yang paling sering digunakan adalah matrik polimer.

Matrik polimer terdiri dari dua jenis yaitu thermoplastic dan thermosetting [8]. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan matrik thermosetting yaitu Epoxy sikadur 52-id sebagai pengikatnya.



Gambar 1 Resin Epoxy

2.3 Serat Sisal

Sisal adalah tanaman yang dapat menghasilkan serat dengan keunggulan serat yang kuat, dapat diperbaharui dan ramah lingkungan. Negara penghasil sisal terbesar di dunia adalah Brazil, China, Kenya, Indonesia dan Thailand [9].

Serat sisal biasanya digunakan untuk membuat karpet, tali, dan kerajinan. Normalnya, selebar daun sisal dengan berat 600 gr mampu menghasilkan 3% atau 1000 helai serat dengan diameter 100-300 mm dan panjang berkisar antara 1-1,5 m [10].



Gambar 2 Serat Sisal

3. Metode Penelitian

Alat-alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

3.1 Alat

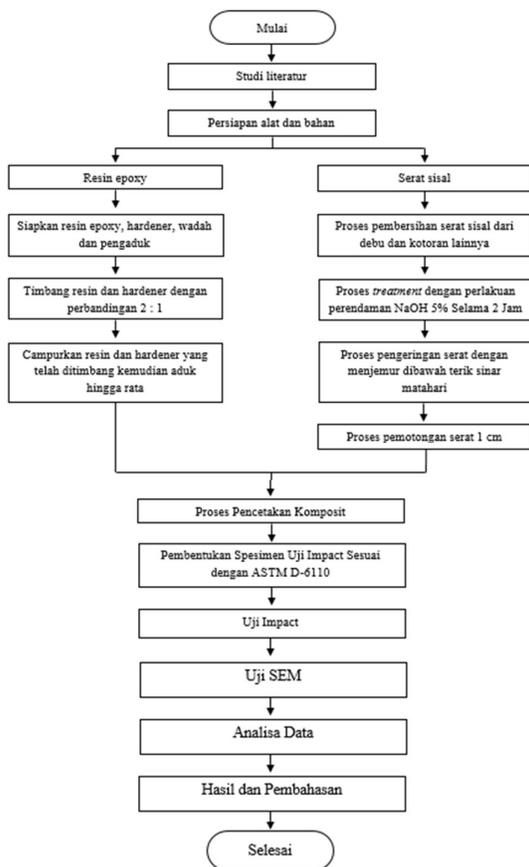
1. Ember untuk merendam dan pembilasan serat.
2. Gunting untuk memotong serat.
3. Piknometer untuk mencari densitas serat sisal.
4. Timbangan digital.
5. Kapi untuk membuka cetakan.
6. Gergaji besi untuk memotong spesimen.
7. Alat uji *impact* dan uji SEM.

3.2 Bahan



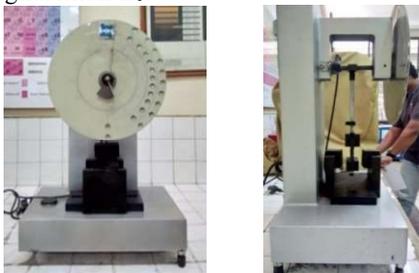
Bahan yang digunakan yaitu resin epoxy sikadur 52-id, serat sisal, dan NaOH untuk perlakuan serat.

3.3 Diagram Alir Proses Penelitian

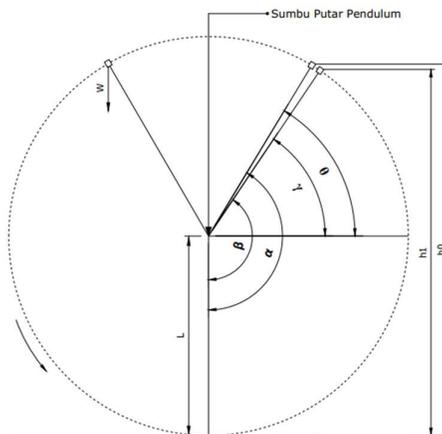


3.4 Uji Impact

Pengujian impact merupakan salah satu pengujian yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan material menyerap energi yang diberikan. Uji impact dilakukan dengan memberikan pembebanan kejut (*flexural shock*) kepada benda uji hingga benda tersebut mengalami keretakan, patah, cacat permanen atau rusak pada tingkat pembebanan tertentu. Energi potensial pendulum yang dilepaskan tanpa adanya spesimen pada alat uji adalah E_0 , sedangkan setelah spesimen diletakkan pada alat uji dan terjadi patah, pendulum akan terus berayun pada ketinggian yang lebih rendah menghasilkan E_1 .



Gambar 4 Alat Uji Impact



Gambar 5 Skema Uji Impact

Keterangan :

- W = Berat pendulum (N)
- h_0 = Tinggi pendulum yang dihasilkan tanpa spesimen (m)
- h_1 = Tinggi pendulum yang dihasilkan setelah ada spesimen (m)
- L = Panjang lengan pendulum (m)
- α = Sudut awal
- β = Sudut akhir
- $\theta = \alpha - 90^\circ$
- $\gamma = \beta - 90^\circ$

Energi yang diserap oleh material setelah melakukan pengujian impact dapat dihitung dengan rumus :

$$E_0 = W \cdot h_0 = W \cdot (L + L \sin \theta) \dots\dots\dots(1)$$

$$E_1 = W \cdot h_1 = W \cdot (L + L \sin \gamma) \dots\dots\dots(2)$$

$$\Delta E = E_0 - E_1 = W \cdot h_0 - W \cdot h_1 = W \cdot L (\sin \theta - \sin \gamma) \dots\dots(3)$$

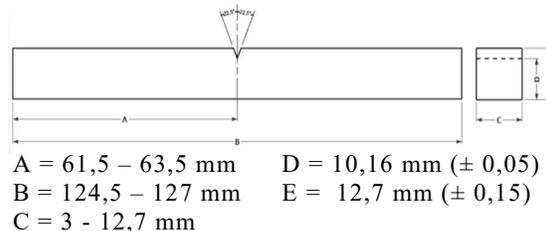
Jika luas penampang benda uji adalah A (mm^2), maka dapat dihitung kekuatan impact yang didapatkan dengan rumus :

$$I_s = \frac{\Delta E}{A} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

- ΔE = Energi yang diserap (J)
- A = Luas penampang (mm^2)

Spesimen uji impact dibentuk sesuai dengan ukuran pada ASTM D-6110.



- $A = 61,5 - 63,5 \text{ mm}$
- $B = 124,5 - 127 \text{ mm}$
- $C = 3 - 12,7 \text{ mm}$
- $D = 10,16 \text{ mm} (\pm 0,05)$
- $E = 12,7 \text{ mm} (\pm 0,15)$

Gambar 6 Ukuran Spesimen Uji Impact

4. Hasil dan Pembahasan

4.4 Pengukuran Massa Jenis Serat

Massa jenis serat diukur dengan pengulangan sebanyak 3 kali menggunakan piknometer kemudian hasilnya dirata-ratakan untuk mendapatkan hasil pengukuran yang lebih baik. Massa jenis serat dapat dihitung menggunakan persamaan 5 :

$$\rho = \frac{(m_2 - m_1) \times \rho_l}{(m_3 - m_1) - (m_4 - m_2)} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :

- m_1 = Massa piknometer
- m_2 = Massa piknometer + serat
- m_3 = Massa piknometer + methanol
- m_4 = Massa piknometer + metanol + serat
- ρ_l = Massa jenis methanol



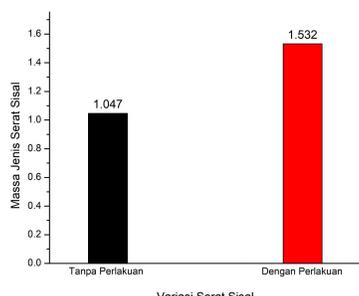
Gambar 7 Pengukuran Massa Jenis Serat

Table 1 Data Hasil Perhitungan Massa Jenis

Data	Percobaan	Massa Jenis (gram/cm ³)
Serat Tanpa Perlakuan	1	1,049
	2	1,039
	3	1,054
Rata-rata		1,047

Table 2 Data Hasil Perhitungan Massa Jenis

Data	Percobaan	Massa Jenis (gram/cm ³)
Serat Dengan Perlakuan	1	1,534
	2	1,553
	3	1,508
Rata-rata		1,532



Gambar 8 Grafik Perbandingan Massa jenis Serat Sisal

Pada gambar 8, dapat diamati bahwa massa jenis serat sisal yang diberi perlakuan meningkat sebesar 42,32% dibandingkan dengan serat tanpa perlakuan. Hal ini dikarenakan serat yang telah diberi perlakuan menjadi lebih kompak akibat larutnya unsur-unsur seperti lignin, hemiselulosa, dan zat ekstraktif lainnya, sehingga persentase unsur selulosa didalam serat menjadi lebih banyak.

4.5 Perhitungan Volume Cetakan

$$V_c = p \times l \times t$$

$$= 15 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \times 0,3 \text{ cm} = 22,5 \text{ cm}^3$$

4.6 Perhitungan Volume Serat 30% dan Matriks 70%

$$V_s = 30\% \times 22,5 = 6,75 \text{ cm}^3$$

$$V_m = 70\% \times 22,5 = 15,75 \text{ cm}^3$$

4.7 Perhitungan Massa Serat 30% dan Matriks 70%

$$V = \frac{m}{\rho_s} \rightarrow m = V \times \rho$$

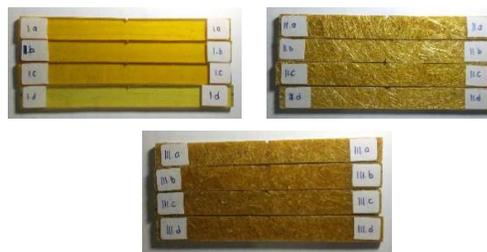
- Serat tanpa perlakuan
 $m_s = 6,75 \times 1,047 = 7,067 \text{ gr}$
- Serat dengan perlakuan
 $m_s = 6,75 \times 1,532 = 10,334 \text{ gr}$
- Matriks
 $m_m = 15,75 \times 1,08 = 17,01 \text{ gr}$

4.8 Hasil Pencetakan Komposit

Setelah mengetahui massa jenis serat sisal dan menghitung fraksi volume serat dan matriks, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pencetakan komposit.



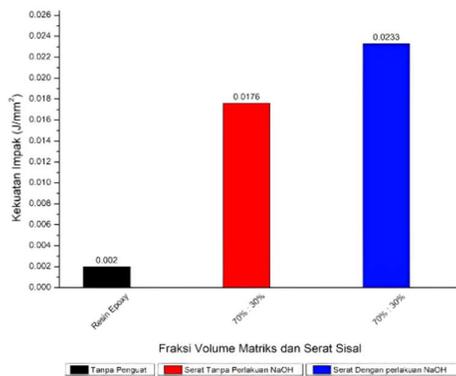
Gambar 9 Hasil Pencetakan Spesimen



Gambar 10 Hasil Pemotongan Spesimen Uji

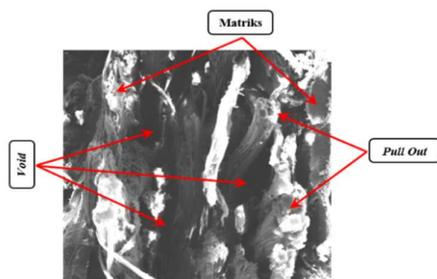
4.6 Data Hasil Pengujian

Data hasil pengujian *impact* dihitung menggunakan rumus 1 – 4 kemudian dibuatkan grafik seperti pada gambar 11.

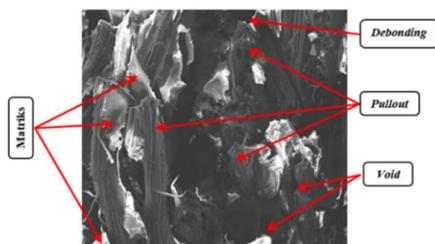


Gambar 11 Grafik Hubungan Perlakuan NaOH Pada Serat Sisal Terhadap Kekuatan Impak

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat bahwa kekuatan impact pada resin epoxy didapatkan sebesar 0,0020 J/mm². Kekuatan impact tertinggi diperoleh pada komposit serat sisal yang diberi perlakuan dengan kekuatan impact sebesar 0,0233 J/mm². Sedangkan pada komposit serat sisal tanpa perlakuan diperoleh sebesar 0,0176 J/mm². Kekuatan impact yang lebih besar pada komposit serat yang telah diberi perlakuan didapatkan karena terjadinya ikatan antarmuka serat dan matriks yang baik sehingga spesimen dapat menerima beban yang lebih tinggi dan dapat meningkatkan nilai kekuatan impact. Hal ini juga diperkuat dengan hasil pengujian SEM yang menunjukkan ikatan antarmuka serat dan matriks seperti pada gambar 12 dan gambar 13.



Gambar 12 Hasil Foto SEM Komposit Serat Sisal Tanpa Perlakuan



Gambar 13 Hasil Foto SEM Komposit Serat Sisal Dengan Perlakuan

Pada gambar 12 dapat dilihat bahwa hasil pengujian SEM komposit serat sisal tanpa perlakuan menunjukkan terjadinya ikatan yang tidak bagus antara matriks dengan penguat yang ditandai dengan banyaknya terjadi void dan pullout sehingga menyebabkan spesimen tersebut mudah patah. Sedangkan pada hasil pengujian SEM komposit serat sisal dengan perlakuan pada gambar 13 menunjukkan bahwa ikatan yang lebih bagus dapat dicapai setelah serat sisal diberi perlakuan NaOH. Hal ini ditandai dengan berkurangnya *pullout* dan void pada spesimen sehingga ketika spesimen diberikan beban impact, spesimen komposit mampu menerima beban yang lebih besar.

5. Kesimpulan

Serat sisal yang telah diberi perlakuan alkali memberikan peningkatan kekuatan impact pada komposit sebesar 32,06% dari serat tanpa perlakuan. Kekuatan impact pada komposit epoxy berpenguat serat sisal yang telah diberi perlakuan diperoleh sebesar 0,0233 J/mm², sedangkan pada serat tanpa perlakuan memiliki kekuatan impact sebesar 0,0176 J/mm². Peningkatan ini disebabkan karena terbentuknya ikatan yang bagus antara matriks dan serat yang telah diberi perlakuan, sehingga spesimen dapat menahan beban yang lebih tinggi dan mendapatkan kekuatan impact yang tinggi.

6. Daftar Pustaka

- [1] B. Maryanti, K. Arifin, and A. N. P. Saputro, "Karakteristik Kekuatan Impact Komposit Serbuk Serat Sabut Kelapa Dengan Variasi Fraksi Volume Serat 30%, 40% dan 50%," *Seniati*, pp. 339–343, 2019.
- [2] A. Supriyatna and Y. Solihin, "Pengembangan Komposit Epoxy Berpenguat Serat Nanas Untuk Aplikasi Interior Mobil," *Teknobiz J. Ilm. Progr. Stud. Magister Tek. Mesin*, vol. 8, no. 2, pp. 88–93, 2018, doi: 10.35814/teknobiz.v8i2.900.
- [3] R. D. W. Lubis, W. Lubis, B. Syam, and S. Gunawan, "Simulasi Respon Mekanik Komposit Busa Polimer Diperkuat Serat Tkks Dengan Variasi Konsentrasi Al₂O₃," *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 3, no. 1, pp. 29–37, 2020, [Online]. Available: <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMM> E.
- [4] D. P. H. dan Sulistijono, "Pengaruh Komposisi Phenolic Epoxy Terhadap Karakteristik Coating pada aplikasi pipa

- overhead debutanizer Diego,” *J. Tek. ITS*, vol. 1, no. 1, 2012.
- [5] M. Sulaiman and M. H. Rahmat, “Kajian Potensi Pengembangan Material Komposit Polimer Dengan Serat Alam Untuk Produk Otomotif,” *Sistem*, vol. 4, no. 1, pp. 9–15, 2018.
- [6] M. M. Mughal, M. W. Akhtar, M. M. Baloch, M. A. Memon, J. A. Syed, and J. S. Kim, “Effect of silanized sisal fiber on thermo-mechanical properties of reinforced epoxy composites,” *J. Compos. Mater.*, vol. 54, no. 15, pp. 2037–2050, 2020, doi: 10.1177/0021998319890660.
- [7] Zulmiardi, Abubakar, Meriatna, and Yudistira, “Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Bending Pada Komposit Berpenguat Serat Daun Sisal Menggunakan Resin BQTN 157-EX,” vol. 1, no. Mei, pp. 56–65, 2022.
- [8] J. Jaafar, J. P. Siregar, S. Mohd Salleh, M. H. Mohd Hamdan, T. Cionita, and T. Rihayat, “Important Considerations in Manufacturing of Natural Fiber Composites: A Review,” *Int. J. Precis. Eng. Manuf. - Green Technol.*, vol. 6, no. 3, pp. 647–664, 2019, doi: 10.1007/s40684-019-00097-2.
- [9] T. Basuki and L. Verona, “Usage Of Sisal Fiber (*Agave Sisalana* L.) And Bamboo (*Bambusoideae*) To Meet The Needs Of Modern Society,” *J. Ilmu-Ilmu Pertan.*, vol. 11, no. November, 2017.
- [10] P. S. Mukherjee and K. G. Satyanarayana, “Structure and properties of some vegetable fibres - Part 1 Sisal fibre,” *J. Mater. Sci.*, vol. 19, no. 12, pp. 3925–3934, 1984, doi: 10.1007/BF00980755.

