

# ***The Effect of Fiber Orientation Variations on Bending and Impact Strength in the Manufacture of Sansevieria Fiber Composites*** **[Pengaruh Variasi Orientasi Serat Terhadap Kekuatan Bending dan Impak Dalam Pembuatan Komposit Serat Sansevieria]**

Muhammad Rafly Fawwaz Purnama Putra<sup>1)</sup>, Edi Widodo<sup>\*2)</sup>

<sup>1),2)</sup> Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

\*Email Penulis Korespondensi: [ediwido@umsida.ac.id](mailto:ediwido@umsida.ac.id)

**Abstract.** *Polymer composites reinforced with natural fibers with fiber arrangement orientation can strengthen composite polymers due to their superior and environmentally friendly properties. This study aims to determine the effect of random, twisted, and straight fiber orientations on natural fibers. Characteristics of the mechanical properties of composites using sansevieria fibers. The manufacture of this composite uses the hand lay-up method with a fiber weight fraction volume of 30% and alkali treatment of sansevieria fibers with a concentration of 5% NaOH for two hours. This alkali treatment aims to reduce the content of lignin, hemicellulose, and dirt layers on the fiber surface. Testing of mechanical property characteristics in this study is the impact test and bending test. The good impact test results are straight fiber orientation composites with an average value of 13.08 Joules of absorption energy, the straight orientation is parallel to the direction of the load force so that the fiber can exert its maximum strength when given a shock load. As for the bending test results, the composite with straight fibers that gets the best results is with a tension energy of 80 joules, the straight fiber orientation is parallel to the direction of the load force so that when given a downward thrust load the specimen does not optimally withstand the given load.*

**Keywords** - Composite, Sansevieria Fiber, Bending and Impact Strength, Fiber Orientation.

**Abstrak.** *Komposit polimer yang diperkuat serat alam dengan orientasi penataan serat dapat memperkuat polimer komposit karena sifat yang unggul dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh orientasi serat acak, pilin dan lurus terhadap serat alam. Karakteristik sifat mekanik komposit yang menggunakan serat sansevieria. Pembuatan komposit ini menggunakan metode hand lay up dengan volume fraksi berat serat sebesar 30% dan perlakuan alkali terhadap serat sansevieria dengan konsentrasi NaOH 5% selama dua jam. Perlakuan alkali ini bertujuan untuk mengurangi kandungan lapisan lignin, hemiselulosa, dan kotoran pada permukaan serat. Pengujian karakteristik sifat mekanik pada penelitian ini yaitu uji impact dan uji bending. Hasil pengujian impact yang baik yaitu komposit orientasi serat lurus dengan nilai rata-rata energi serap 13,08 Joule, orientasi lurus sejajar dengan arah gaya beban sehingga serat dapat mengeluarkan kekuatannya secara maksimal pada saat diberikan beban kejut. Sedangkan untuk hasil uji bending, komposit dengan serat lurus yang mendapatkan hasil terbaik yaitu dengan energi tegangan 80 joule, orientasi serat lurus sejajar dengan arah gaya beban sehingga mengakibatkan ketika diberikan beban dorong ke bawah spesimen tidak maksimal menahan beban yang diberikan.*

**Kata Kunci** – Komposit, Serat Sansevieria, Kekuatan Bending dan Impak, Orientasi Serat.

## **I. PENDAHULUAN**

Perkembangan teknologi dibidang material telah terbukti memberi manfaat bagi dunia industri, baik manufaktur, otomotif maupun industri lainnya. Dunia teknik merupakan salah satu bidang yang menunjukkan perkembangan yang sangat pesat [1]. Sehingga pemanfaatan material semakin efisien karena telah dilakukan perbaikan dari masa kemasa. Terutama pada material komposit serat alam memiliki peranan yang penting pada perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sebagai material alternatif, material komposit memberikan banyak keunggulan dibandingkan dengan material logam diantaranya yaitu komposit memiliki ketahanan korosi, desain yang fleksibel, memiliki ketangguhan material yang baik dan bobot yang ringan. Komposit adalah gabungan dari dua bahan atau lebih memiliki sifat mekanik lebih kuat dari material dasarnya [2]. Pada umumnya material komposit berasal dari dua unsur, yaitu serat sebagai bahan penguat dan matriks sebagai bahan pengikat serat [3]. Komposit polimer dengan bahan penguat serat alam memiliki banyak kelebihan dari pada penggunaan komposit berpenguat serat sintetis. Menggunakan komposit sintetis dapat digantikan dengan serat alam dengan begitu kekuatan dan modulus spesifiknya akan tinggi, ramah lingkungan, memberikan manfaat biaya manufaktur yang lebih ekonomis, serta menghasilkan emisi karbon yang rendah, biodegradabilitas, dan yang terakhir tidak ada bahaya bagi kesehatan kuli tangan dan nyaman untuk digunakan [4]. Komposit serat alam juga memiliki sifat penyerapan dan isolasi akustik yang mudah. Dalam aplikasinya, komposit serat alam juga memiliki karakteristik yang baik dan komposisi kimia yang memadai karena kandungan selulosa, hemiselulosa, lignin dan yang terakhir mempunyai zat lilin [5].

Serat pada dasarnya dibagi menjadi dua yaitu serat alam (*natural fiber*) dan serat buatan (*syntethic fiber*). Serat alam (*natural fiber*) merupakan serat bersumber langsung dari tumbuhan alam bukan buatan atau rekayasa manusia [6]. Serat alam ialah serat yang didapat dari alam yang dapat diperbarui seperti serat kayu, serat tumbuhan buah kelapa sawit, serat ijuk, serat nanas, serat sansevieria, serat pisang, serat kapas, rami, dan lain sebagainya. Adapun serat buatan (*syntethic fiber*) didapat dari proses kimia seperti serat boron, serat karbon atau serat grafit, serat gelas, serat alumina, serat aramid, dan serat silikon karbida diperoleh dari proses kimia [7]. Tanaman sansevieria dikenal dengan nama lain yaitu lidah mertua atau tanaman ular, karena tekstur daunnya mirip kulit ular, warna daun ada yang hijau muda dengan corak bersisik seperti ular jenis sansevieria yang sering dipergunakan adalah *sansevieria trifasciata* yang dikenal sebagai sumber serat komersial karena memiliki serat yang lembut, liat dan sangat elastis dan salah satunya dapat menyerap karbon monoksida, karbon dioksida, asap rokok, dan gas beracun lainnya dan sifat dari pada serat sansevieria ini memiliki bentuk yang hampir sama dengan serat daun nanas yaitu memiliki sifat yang tidak mudah rapuh, mengkilat, dan panjang sehingga cocok untuk dijadikan penguat pada material komposit serat alam [8].

Serat lidah mertua (*sansevieria*) memiliki potensi sebagai bahan penguat komposit karena mempunyai sifat mekanik yang baik. Serat sansevieria memiliki struktur *lignoselulosa* berupa *lignin*, *selulosa*, dan *hemiselulosa* [9]. Serat sansevieria adalah salah satu bahan yang mengandung selulosa, sehingga perlu proses pemisahan lignin. Pengambilan serat sansevieria melalui beberapa tahapan yakni pengelantangan (*bleaching*), ekstraksi serat (*degumming*), serta penguraian serat [10]. Dalam memaksimalkan kekuatan serat berbagai cara yang dapat dilakukan, salah satunya yaitu melakukan perendaman dengan larutan kimia, perlakuan kimia yang banyak digunakan adalah larutan alkali NaOH (*Natrium Hidroksida*) karena memiliki sifat asam basah yang kuat yang berfungsi untuk meningkatkan daya ikat antara serat dan matriks [11]. Perlakuan alkali terhadap serat sansevieria, yaitu dengan proses perendaman pada air aquades dan konsentrasi NaOH 5% selama 2 jam untuk menghilangkan lapisan lignin pada serat [12]. Dengan hilangnya lapisan lignin ini maka ikatan antara serat dan matriks akan menjadi lebih kuat, sehingga kekuatan tarik komposit menjadi lebih tinggi. Serat yang mengalami perlakuan alkalisasi dengan penguat natrium hidroksida (NaOH) akan memiliki kekuatan yang lebih kuat dibandingkan serat yang tidak mengalami alkalisasi [13].

Material komposit memiliki perekat yang biasa disebut dengan matriks, misalnya yaitu resin epoxy dan polyester. Selain itu terdapat katalis atau hardener yang terkandung dalam komposit yang berfungsi untuk mempersingkat waktu pengerasan pada komposit [14]. Pencampuran atau penyatuan resin dan katalis dilakukan pada wadah yang kemudian terjadi proses pengerasan atau polimerisasi. Material komposit banyak dimanfaatkan karena mempunyai banyak kelebihan diantaranya tidak terkorosi dan mempunyai ketahanan terhadap degradasi lingkungan, mempunyai ketahanan fatigue tinggi, mempunyai sifat tailoring dan mempunyai kekuatan spesifik dan kekakuan yang lebih tinggi [15]. Matriks yang digunakan dalam pembuatan komposit ini adalah resin polyester bening tipe 801 dan katalis mepoxe.

Penelitian ini membahas tentang orientasi serat sebagai penguat spesimen dalam pembuatan komposit polimer. Orientasi serat yang digunakan adalah serat lurus, serat acak dan serat anyam. Pada proses penambahan orientasi serat dalam pembuatan komposit polimer diharapkan dapat memberikan nilai ketahanan pada saat menguji material komposit tersebut terhadap kekuatan bending dan kekuatan impact [19]. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan fungsi guna dari serat sansevieria yang biasa digunakan untuk bahan tekstil dan kerajinan rakyat menjadi material teknik, maka perlu diteliti dan dikembangkan sebagai bahan komposit yang sesuai sifat fisis dan mekanisnya [20]. Alasan penelitian ini dilakukan dengan harapan serat sansevieria bisa digunakan sebagai alternatif bahan pembuatan komposit, komposit serat sansevieria diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri karena serat sansevieria bersifat lestari dan mudah didapat. Dengan mengetahui hasil pengujian ini kita dapat mengetahui seberapa baik sifat mekanis yang dimiliki serat sansevieria [21].

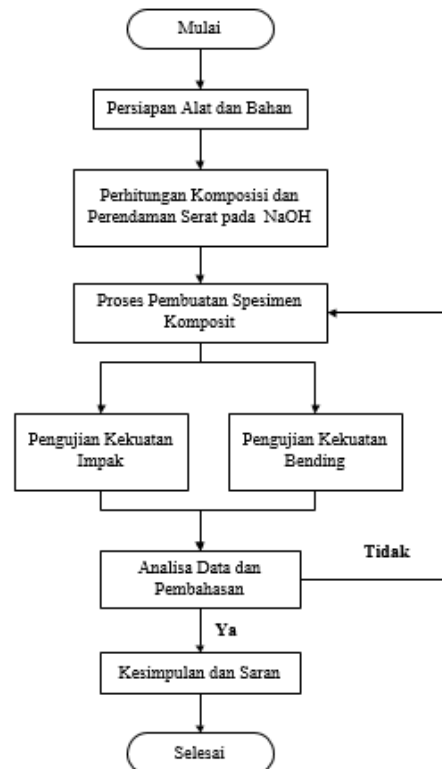
## II. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen (*experimental research*) dengan tujuan untuk menguji nilai kekuatan bending dan kekuatan impact pada komposit polimer yang diperkuat menggunakan serat sansevieria dengan variasi orientasi serat yaitu serat lurus, serat acak dan serat anyam. Matriks yang digunakan dalam bahan pengikat serat pada proses pembuatan komposit polimer berupa resin bening polyester tipe 801 dan bahan penguatnya menggunakan serat sansevieria dengan volume fraksi berat serat sebesar 30% dengan metode hand lay up, dimana sebelum proses pembuatan komposit polimer serat sansevieria tersebut dilakukan perlakuan alkali dengan cara direndam pada larutan NaOH sebesar 5% selama 2 jam. Penelitian ini menggunakan standart ASTM D 5942-96 untuk uji impact metode charpy dan ASTM D 790 untuk uji bending.

Penelitian ini dilakukan dilaboratorium teknik mesin universitas muhammadiyah sidoarjo, sedangkan untuk uji material dilakukan di politeknik negeri malang. Untuk alat yang digunakan dalam pembuatan komposit polimer ini meliputi cetakan spesimen dimana cetakan terbuat dari silikon rubber rtv 48, timbangan digital, gelas plastik dan lain-lainya.

### A. Diagram Alir Penelitian

Metodologi yang digunakan pada proses menyusun serta proses urutan pada saat penelitian ini digambarkan dalam diagram alir (flowchart). Berikut ini merupakan diagram alir penelitian yang dapat dilihat pada **Gambar 1**. berikut:



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

### B. Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan yang perlu dilakukan untuk melakukan pembuatan spesimen komposit juga pengujian dampak dan pengujian kekerasan spesimen yaitu sebagai berikut.

#### 1. Serat Lidah Mertua (*Sansevieria*)

Serat lidah mertua (*Sansevieria*) pada **Gambar 2**. Merupakan serat yang diperoleh dari tumbuhan lidah mertua atau yang dapat dikenal dengan bahasa ilmiahnya berupa tumbuhan *sansevieria*. *Sansevieria* merupakan tumbuhan ber biji tunggal (*monokotil*), sehingga akar tanaman ini berbentuk serabut [22]. Serat daun *sansevieria* memiliki banyak kelebihan yang menjadikannya menarik untuk berbagai aplikasi, terutama untuk material komposit polimer karena serat ini bersifat ramah lingkungan, tidak beracun, sifat mekanik nya yang baik, densitasnya yang rendah, ketersediaan yang melimpah, tidak ada bahaya bagi kesehatan kulit tangan dan nyaman untuk digunakan. Karakteristik pada serat daun *sansevieria* memiliki nilai kekuatannya cukup baik dan cocok untuk digunakan sebagai bahan penguat pada material komposit terutama pada nilai modulus elastisitas berkisar antara 300–600 Mpa, nilai rata-rata regangan mulur berkisar sebesar 7,50% perhelai serat lidah mertua, massa jenis serat *sansevieria* (lidah mertua) berkisar sekitar 1,2 hingga 1,5 g/cm<sup>3</sup> [23].



**Gambar 2.** (a) Tanaman lidah mertua dan (b) serat lidah mertua (*sansevieria trifasciata*)

## 2. NaOH (Natrium Hidroksida)

Serpihan *Natrium Hidroksida* pada **Gambar 3**. *Natrium hidroksida* merupakan salah satu senyawa kimia anorganik yang bersifat alkali/basa berbentuk kristal dan berwarna putih bersifat *higroskopis* dan larut dalam air. Ketika dilarutkan dalam air, NaOH terionisasi menjadi ion natrium ( $\text{Na}^+$ ) dan *ion hidroksida* ( $\text{OH}^-$ ), yang membuat larutannya bersifat basa (*alkalis*). Kemampuan NaOH untuk meningkatkan pH larutan secara signifikan menjadikannya bahan proses alkali terhadap serat *sensiveria* dapat menghilangkan pengotor pada permukaan serat dan membuat diameter menjadi lebih kecil. Secara umum, ketika serat semakin besar maka kekuatan material komposit semakin tinggi [24].



**Gambar 3.** Serpihan *natrium hidroksida* (NaOH)

## 3. Matriks dan Katalis

Resin *polyester* tipe 801 dan juga katalis *Mexpo* pada **Gambar 4**. Merupakan matriks yang digunakan sebagai bahan pengikat serat pada proses pembuatan komposit menggunakan resin merah polyester tipe 801. Resin *polyester* tersebut merupakan jenis resin polyester tak jernih yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi salah satu contohnya komposit. Pembuatan komposit serat membutuhkan ikatan permukaan yang kuat antara serat dan matriks. Dalam proses pengerasan resin, katalis merupakan bahan yang digunakan untuk mempersingkat reaksi (*curing*) atau proses pengerasan pada temperatur ruang. Katalis yang digunakan dalam proses curing pada cairan resin ini menggunakan katalis berjenis *mexpo* (*methyl ethyl ketone peroxide*). Penggunaan katalis dalam proses ini mempercepat reaksi pengeringan atau curing, mengubah resin dari bentuk cair menjadi padat dan keras lebih cepat, terutama untuk pembuatan komposit membutuhkan waktu pengeringan yang lama terutama jika tidak ada katalis yang digunakan [25].



(a)



(b)

**Gambar 4.** (a) Resin Merah *Polyester* Tipe 801 dan (b) Katalis *Mexpo*

## 4. Alkali

Perendaman serat dengan NaOH atau Perlakuan alkali terhadap serat *sansevieria* (lidah mertua) berfungsi untuk meningkatkan daya ikat antara serat dan matrik. Proses ini biasanya dilakukan dengan merendam serat dengan menggunakan larutan alkali berupa natrium hidroksida (NaOH) dan konsentrasi NaOH 5% selama 2 jam untuk menghilangkan lapisan lignin pada serat *sansevieria* (lidah mertua), pencampuran aquades 500ml dan NaOH 25gram. Perhitungan konsentrasi Alkali dihitung dengan menggunakan persamaan (1) sebagai berikut :

$$m \text{ Konsentrasi NaOH} = \frac{m \text{ NaOH}}{m \text{ Air}} \times 100 \% \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

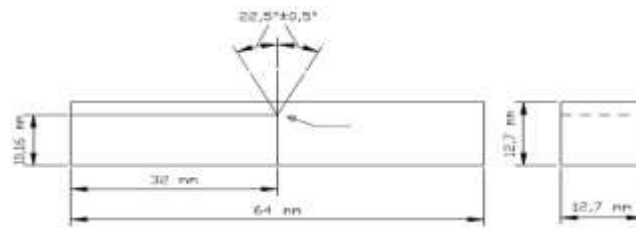
$m$  Konsentrasi NaOH = Konsentrasi NaOH (%)

$m$  NaOH = Massa NaOH (gr)

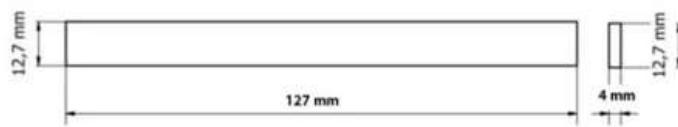
$m$  Air = Massa Air *aquadest* (ml)

##### 5. Metode *Hand Lay Up*

Pada pembuatan komposit serat lidah mertua menggunakan metode *hand lay up* yaitu dengan cara menuangkan resin ke dalam cetakan yang berisi serat yang sudah disiapkan, kemudian dilakukan pemberian tekanan pada atas cetakan untuk meratakan bagian atas cetakan dan supaya tidak ada celah atau rongga udara pada komposit. Proses ini dilakukan secara berulang kali sampai dengan ketebalan yang dibutuhkan terpenuhi. Pembuatan komposit serat *sansivera* untuk uji impak metode *charpy* ini menggunakan acuan ASTM D 5942-96 ditunjukkan pada **Gambar 5**. Dan untuk serat *sansivera* dengan metode uji *bending* menggunakan acuan standar ASTM D790 ditunjukkan pada **Gambar 6**.



**Gambar 5.** Bentuk spesimen uji impact metode charpy ASTM D 5942-96



**Gambar 6.** Bentuk spesimen uji bending ASTM D 790.

##### a. Rumus Perhitungan Fraksi volume serat

Salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi karakteristik komposit adalah perbandingan matriks dan penguat serat. Perbandingan ini ditunjukkan dalam bentuk fraksi volume serat. Sedangkan untuk fraksi volume serat dihitung menggunakan persamaan (2) sebagai berikut :

$$v_f = \frac{w_f/p_f}{w_f/p_f + m_k/p_m} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

$v_f$  = Fraksi volume serat (%)

$m_k$  = Massa matriks Komposit dalam satu cetakan penuh (gram)

$w_f$  = Massa Berat serat (gram)

$p_f$  = Massa jenis serat (gr/mm<sup>3</sup>)

$p_m$  = Massa jenis matrik(gr/mm<sup>3</sup>)

##### b. Rumus Perhitungan massa matriks

Perhitungan massa matriks sangat penting dalam pembuatan komposit karena menentukan keseimbangan antara matriks dan serat dalam komposit tersebut. Dengan menggunakan rumus perhitungan ini, maka dapat mengetahui bahwa komposit memiliki komposisi bahan yang sesuai untuk memberikan sifat mekanik yang optimal serta tingkat biodegradabilitas yang diinginkan. Persamaan (3) ini menjelaskan perhitungan komposisi matriks yang dibutuhkan sebagai parameter pembuatan komposit polimer :

$$m_m = m_k - m_a \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

$m_m$  = Massa berat matriks (gr)

$m_k$  = Massa matriks komposit dalam satu cetakan penuh (gr)

$m_a$  = Variasi konsentrasi *amilum* (gr)

c. Rumus Perhitungan Pengujian Impak

Pada pengujian impact ini menjelaskan hasil dari penelitian mengenai pengaruh variasi orientasi serat yaitu acak, pilin dan lurus pada komposit polimer dengan serat sansevieria terhadap kekuatan impact akan dijelaskan secara rinci. Perhitungan hasil pengujian impact metode charpy dihitung menggunakan persamaan (4) dan (5) sebagai berikut :

$$E = m \times g \times H1 - m \times g \times H2 \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

E = Energi Serap (Joule)

m = massa berat pandulum (kg)

g = gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

H1 = sudut awal sebelum di ayunkan (0)

H2 = sudut akhir setelah di ayunkan (0)

$$HI = E/A \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

HI = Nilai Kekuatan Impact ( Joule/mm<sup>2</sup> )

E = Energi terserap ( Joule )

A = Luas sobekan / patahan (mm<sup>2</sup> )

d. Rumus Perhitungan Pengujian Bending

Pada hasil pengujian bending ini menjelaskan hasil dari penelitian mengenai pengaruh variasi orientasi serat yaitu acak, pilin dan lurus pada komposit polimer dengan serat sansevieria terhadap kekuatan bending akan dijelaskan secara rinci. Perhitungan hasil pengujian bending dihitung menggunakan persamaan (6) dan (7) sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{3pL}{2bh^2} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :

$\sigma$  = Kekuatan bending (N/mm<sup>2</sup>)

p = Beban maksimum (N)

L = Jarak antara penyangga (mm)

b = Lebar dari benda uji (mm)

h = Tebal dari benda uji (mm)

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \dots\dots\dots(7)$$

Dimana :

$\epsilon$  = Regangan (%)

$\Delta l$  = Perubahan panjang (mm)

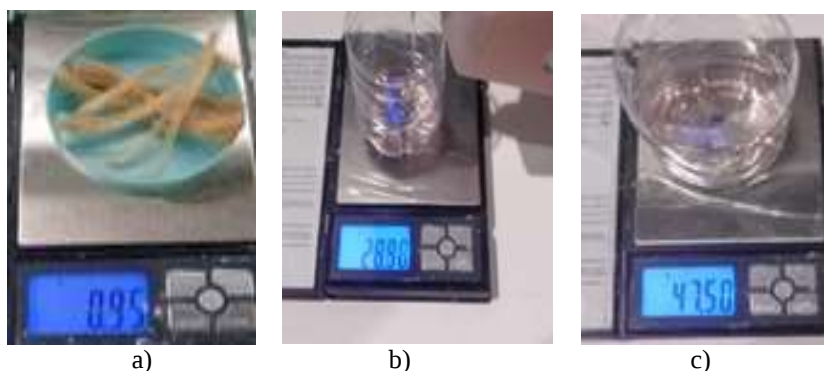
$l_0$  = Panjang awal (mm)

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Proses Pembuatan Komposit

Tahap awal proses pembuatan komposit polimer pada penelitian ini adalah mempersiapkan serat lidah mertua (*sansevieria*) terlebih dahulu sebagai bahan penguat. Langkah pertama proses pengambilan pada daun *sansevieria* terlebih dahulu yang sudah cukup tua. Kemudian dilakukan proses water retting berupa proses perlakuan perendaman pada daun lidah mertua menggunakan air bersih dan dibiarkan selama 3-4 minggu sampai dengan tekstur daun lembek, warna kecoklatan, dan timbul bau busuk. Proses pengambilan serat dengan cara pengerukan (*scrapping*) menggunakan benda tumpu agar serat yang diperoleh tetap utuh dan tidak rusak. Serat yang dihasilkan lalu dicuci untuk membuang sisa lendir yang menempel. Serat lalu dikeringkan dengan cara dijemur selama 3-5 hari di tempat yang tidak terpapar sinar matahari secara langsung untuk menghindari pemutihan. Setelah serat sudah mengering lanjut langkah berikutnya berupa perlakuan alkali atau proses perendaman serat *sansevieria* dalam larutan NaOH (Natrium Hidroksida) dengan konsentrasi 5% selama waktu 2 jam.

Tahapan kedua adalah proses pembuatan spesimen. pertama siapkan serat *sansevieria* terlebih dahulu kemudian timbang serat sesuai dengan fraksi volume 30% dan potong serat tersebut dengan panjang 1 cm sesuai pada **Gambar 7. a)**. Kemudian pembentukan serat seruat dengan variasi orientasi serat yaitu acak, pilin dan lurus. Langkah berikutnya timbang resin dan katalis, jika sudah maka campurkan resin dan katalis kedalam suatu wadah sesuai pada **Gambar 7. b)** dan **c)**. Setelah itu tuangkan campuran resin yang telah dicampur dengan katalis ke dalam cetakan, kemudian tambahkan potongan serat *sansevieria* yang telah disiapkan. Kemudian tata posisi serat dalam cetakan silicon dengan orientasi serat sesuai pada **Gambar 8**. Lalu membiarkan proses pengerasan terjadi secara alami selama waktu kurang lebih kira-kira 4 jam, apabila masih belum benar-benar mengeras maka proses pengeringan dapat dilakukan lebih lama lagi. Setelah spesimen sudah keadaan mengeras dilanjutkan proses pembentukan spesimen sesuai dengan ukur benda uji dengan menggunakan mesin frais. Untuk spesimen uji impact dibuat mengikuti standar ASTM D 5942- 96 yaitu spesimen mempunyai dimensi panjang 64 mm, luas patahan takik 10,16 mm dan mempunyai lebar 12,7 mm dengan menggunakan V note dengan sudut 45°. Untuk spesimen uji impak dibuat mengikuti standar ASTM D 790 dan mempunyai dimensi panjang 127 mm, ketebalan 4 mm, luas 12,7 mm.



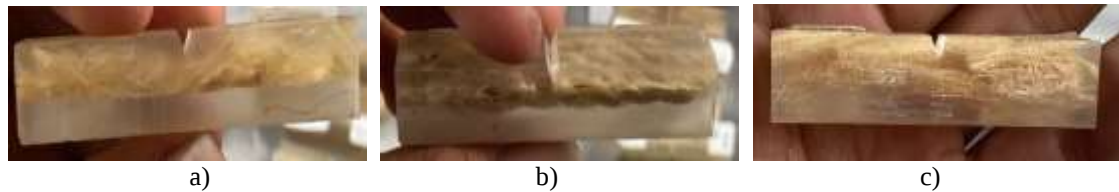
**Gambar 7.** a) Penimbangan Serat. b) Penimbangan Resin. c) Penimbangan Katalis



**Gambar 8.** Proses Penuangan Resin yang Sudah Diberikan Serat kedalam Cetakan Silicon

### B. Pengujian Impak Metode Charpy

Pengujian spicemen uji kekuatan Impak kali ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang. Uji ini bertujuan untuk mengetahui sifat ketangguhan suatu material baik dalam wujud liat maupun ulet serta getas. Spesimen komposit serat lidah mertua dengan variasi orientasi serat acak, pilin dan lurus ditunjukkan pada **Gambar 9**. Dengan catatan bahwa apabila nilai atau harga impact semakin tinggi maka material tersebut memiliki keuletan yang tinggi.



**Gambar 9.** a) Spesimen Pengujian Impak Serat Acak. b) Spesimen Pengujian Impak Serat Pilin. c) Spesimen Pengujian Impak Serat Pilin.

Pada **Gambar 10**. Menunjukkan proses pengujian impact dengan metode charpy pada komposit serat lidah mertua (*sansevieria*) menggunakan mesin uji impact dilakukan dengan cara spesimen yang telah diberi takik diletakkan diletakkan dan ditempa dengan bandul atau beban impact sesuai dengan sudut bandul yang telah ditentukan. Dari pengujian uji impact spesimen komposit serat lidah mertua dengan variasi orientasi serat acak, pilin dan lurus didapati nilai energi serap dan harga impact pada **Tabel 1**.



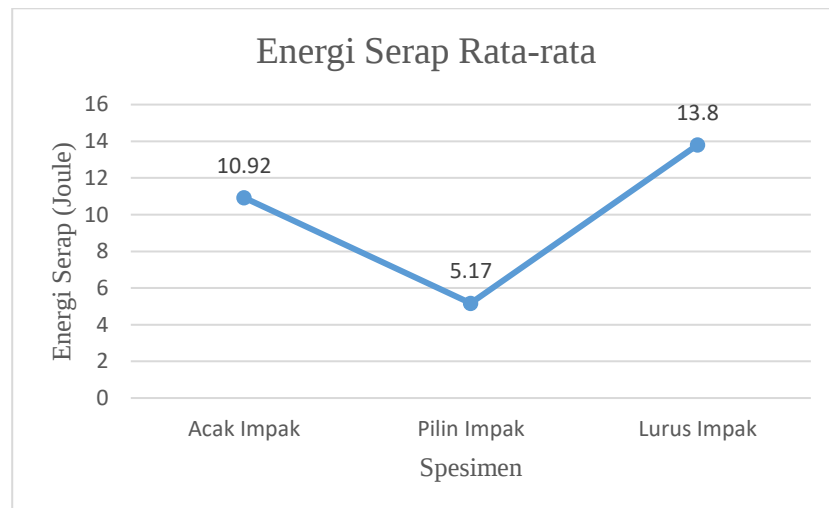
**Gambar 10.** Proses Pengujian Impak Komposit

**Tabel 1.** Hasil Pengujian kekuatan Impak

| Spesimen | Variasi (Orientasi Serat ) | Sudut Awal (°) | Sudut Akhir (°) | Energi Serap (Joule) | Harga Impact (joule/mm <sup>2</sup> ) | Energi Serap Rata-Rata (Joule) | Harga Impact Rata-Rata (joule/mm <sup>2</sup> ) |
|----------|----------------------------|----------------|-----------------|----------------------|---------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------|
| AI 1     | Acak                       | 120°           | 74.2            | 10.39                | 0.162                                 | 10.92                          | 0.170                                           |
| AI 2     | Acak                       | 120°           | 107.3           | 12.17                | 0.190                                 |                                |                                                 |
| AI 3     | Acak                       | 120°           | 117.3           | 10.22                | 0.160                                 |                                |                                                 |
| PI 1     | Pilin                      | 120°           | 84.5            | 5.51                 | 0.086                                 | 5.17                           | 0.081                                           |
| PI 2     | Pilin                      | 120°           | 95.8            | 7.39                 | 0.116                                 |                                |                                                 |
| PI 3     | Pilin                      | 120°           | 105.4           | 2.63                 | 0.041                                 |                                |                                                 |
| LI 1     | Lurus                      | 120°           | 112.1           | 5.35                 | 0.084                                 | 13.80                          | 0.127                                           |
| LI 2     | Lurus                      | 120°           | 110.3           | 4.06                 | 0.064                                 |                                |                                                 |
| LI 3     | Lurus                      | 120°           | 92.7            | 18.20                | 0.285                                 |                                |                                                 |

Pada **Tabel 1**. Menunjukkan bahwa variasi orientasi serat acak, pilin dan lurus sangat berpengaruh pada kekuatan impact pada polimer komposit, hal ini terjadi karena pengaruh orientasi serat. Hasil pengujian pada orientasi serat acak memiliki kekuatantannya yang lebih besar. Namun pada orientasi serat lurus kekuatannya rendah begitu juga dengan orientasi serat pilin kekuatannya sangat rendah. Pada **Tabel 1**. Untuk orientasi serat acak menggunakan kode spesimen AI, kemudian orientasi serat pilin menggunakan kode spesimen PI dan orientasi serat lurus menggunakan kode spesimen LI.

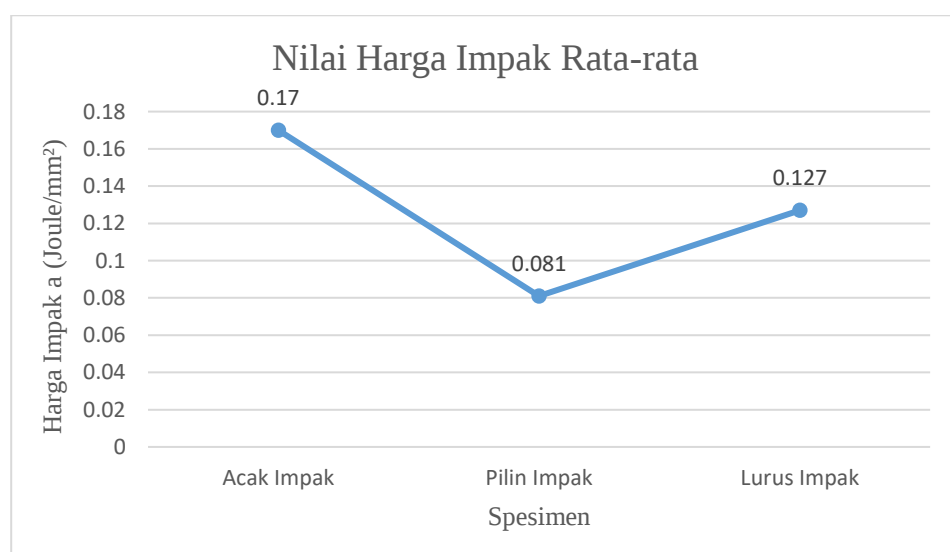
Pada **Tabel 1**. Dapat dilihat hasil perhitungan nilai rata-rata energi serap dan harga impact pada spesimen dari proses pengujian impact yang telah dilakukan. Berdasarkan data yang ditampilkan tersebut dapat dilihat bahwa nilai rata-rata energi serap dan harga impact hasilnya bervariasi yang terkait dengan naiknya presentase orientasi serat. Hasil perhitungan energi serap dalam pengujian material komposit polimer ini berasal dari pengukuran jumlah energi yang diserap oleh spesimen ketika menerima beban kejut atau benturan mendadak hingga material tersebut mengalami kegagalan, seperti retak, patah, atau deformasi plastis. Untuk memudahkan dalam mengetahui kekuatan komposit pada rata-rata energi serap dan harga impact maka dibuatlah grafik pada **Gambar 11**. dan **Gambar 12**.



**Gambar 11.** Grafik Energi Serap Rata-Rata Uji Impact

Pada **Gambar 11**. Grafik energi serap rata-rata, nilai energi serap tertinggi ada pada orientasi serat lurus sebesar 13,8 Joule. Pada orientasi serat pilin PB memiliki nilai energi impact paling rendah dengan nilai 5,17 Joule. Pada orientasi serat acak memiliki nilai energi impact 10,92 Joule. Rendahnya nilai energi serap ini menunjukkan bahwa orientasi serat dengan variasi pilin PB sebagian besar memiliki arah serat yang berlawanan dengan arah gaya pengujian sehingga menyebabkan kekuatan serat tidak dapat bekerja secara maksimal. Hal ini mengakibatkan matrik lebih dominan menanggung beban gaya.

Pada spesimen variasi orientasi lurus memiliki nilai energi serap yang tertinggi hal ini dikarenakan orientasi lurus sejajar dengan arah gaya beban sehingga serat dapat mengeluarkan kekuatannya secara maksimal dan pada komposit serat pilin hanya sebagian serat saja yang menopang beban maksimal.



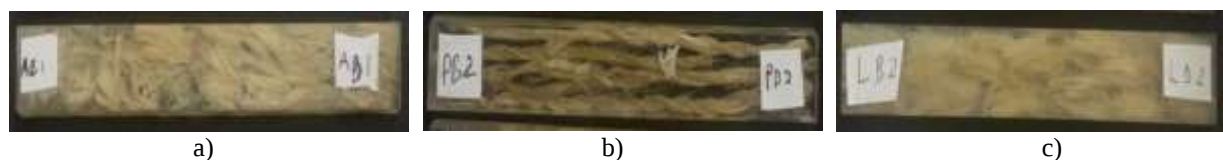
**Gambar 12.** Grafik Nilai Harga Impact Rata-Rata Uji Impact

Pada **Gambar 12**. Grafik nilai harga impact rata-rata, nilai harga impact tertinggi ada pada orientasi serat acak sebesar  $0,17 \text{ Joule/mm}^2$ . Pada orientasi serat pilin memiliki nilai harga impact paling rendah dengan nilai  $0,081 \text{ Joule/mm}^2$ . Pada orientasi serat lurus memiliki nilai harga impact  $0,127 \text{ Joule/mm}^2$ . Penurunan harga impact bisa juga disebabkan oleh kurang baiknya ikatan permukaan antara resin dan serat sehingga mengakibatkan penurunan sifat mekanis pada material komposit berdasarkan pada jurnal pada penelitian yang dilakukan oleh (Tito Arif Sutrisno, Nanang Dwi Cahyono, Komang Astana Widi), menyatakan kurang baiknya ikatan antara serat dan resin yang kurang baik sehingga harga impact mengalami penurunan.

Jadi hasil terbaik pengujian impact adalah spesimen dengan variasi orientasi serat lurus karena penambahan bahan pengisi pada material komposit dalam jumlah yang tepat dan merata mampu meningkatkan karakteristik mekanik material secara baik. Jenis variasi serat dapat menyebabkan nilai pengujian kekuatan pada setiap specimen hasilnya berbeda-beda. Hal tersebut dapat dinyatakan pada penelitian yang dilakukan oleh (R. Rodiawan, S. Suhdi, and F. Rosa 2020), yang menyatakan orientasi serat dalam pembuatan komposit selain meningkatkan nilai kekuatan mekanis material juga berdampak pada menurunnya kekuatan mekanis material. Menurutnya nilai kekuatan impact dikarenakan penataan serat yang kurang merata pada komposit menjadikan sifat material tersebut menjadi getas dan mudah putus selain itu membuat resin dan serat menjadi bisa terpisah dan tidak terdistribusi secara merata pada komposit.

### C. Hasil Pengujian Bending

Pengujian bending dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik dan kekuatan lengkung komposit yang juga mencakup penentuan elastisitasnya dan sifat-sifat mekanis lainnya specimen komposit serat lidah mertua dengan variasi orientasi serat acak, pilin dan lurus ditunjukkan pada **Gambar 13**. Pada pengujian bending ini menggunakan alat uji mesin TARNOGROCK.



**Gambar 13.** a) Spesimen Pengujian Bending Serat Acak. b) Spesimen Pengujian Bending Pilin. c) Spesimen Pengujian Bending Serat Lurus.



**Gambar 14.** Pengujian Bending

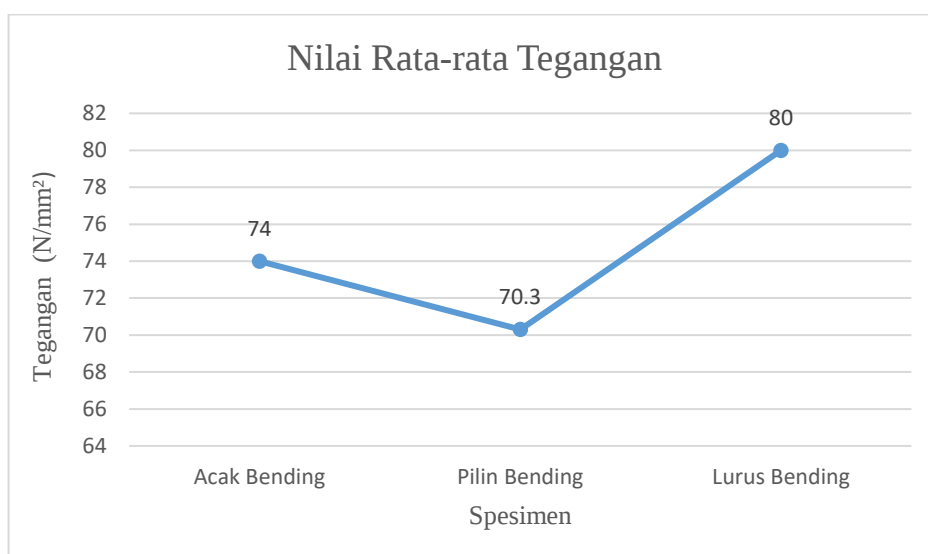
Pada **Gambar 14**. Menunjukkan proses pengujian bending dilakukan dengan cara meletakkan spesimen diatas dua tumpuan yang masing masing jarak tumpuannya 31mm sebelah sisi kiri dan kanan dan memberi gaya beban satu titik pada bagian tengah spesimen komposit hingga deformasi. Dari pengujian uji bending spesimen komposit serat lidah mertua dengan variasi orientasi serat acak, pilin dan lurus didapati nilai tegangan dan regangan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Data Hasil Uji Bending

| Spesimen | Variasi Orientasi Serat | Beban (N) | Perpanjangan (mm) | Tegangan (N/mm <sup>2</sup> ) | Regangan (%) | Rata-Rata Tegangan (N/mm <sup>2</sup> ) | Rata-Rata Regangan (%) |
|----------|-------------------------|-----------|-------------------|-------------------------------|--------------|-----------------------------------------|------------------------|
| AI 1     | Acak                    | 180.28    | 5.46              | 82                            | 9.06         | 74                                      | 8.62                   |
| AI 2     | Acak                    | 176.54    | 5.73              | 78                            | 8.64         |                                         |                        |
| AI 3     | Acak                    | 159.82    | 4.03              | 62                            | 8.17         |                                         |                        |
| PI 1     | Pilin                   | 162.85    | 4.97              | 70                            | 8.28         | 70.3                                    | 8.36                   |
| PI 2     | Pilin                   | 160.38    | 5.26              | 64                            | 8.21         |                                         |                        |
| PI 3     | Pilin                   | 174.39    | 5.71              | 77                            | 8.59         |                                         |                        |
| LI 1     | Lurus                   | 187.44    | 5.57              | 85                            | 9.46         | 80                                      | 9.05                   |
| LI 2     | Lurus                   | 185.28    | 5.96              | 83                            | 9.28         |                                         |                        |
| LI 3     | Lurus                   | 174.62    | 5.83              | 72                            | 8.42         |                                         |                        |

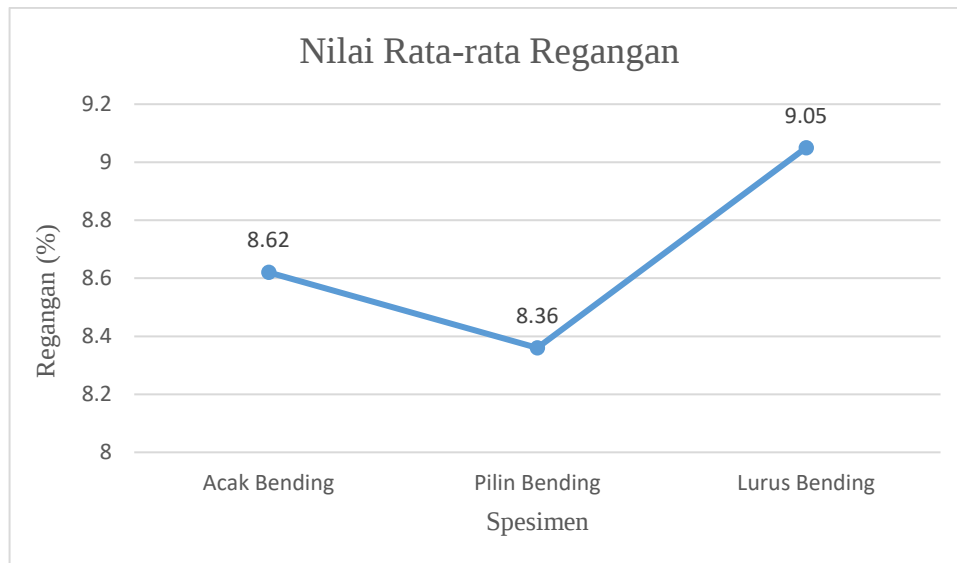
Pada **Tabel 2**. Menunjukkan bahwa variasi orientasi serat acak, pilin dan lurus sangat berpengaruh pada kekuatan bending pada polimer komposit, hal ini terjadi karena pengaruh orientasi serat. Hasil pengujian pada orientasi serat lurus memiliki kekuatan yang lebih besar. Namun pada orientasi serat lurus kekuatannya rendah begitu juga dengan orientasi serat pilin kekuatannya sangat rendah. Pada **Tabel 2**. Untuk orientasi serat acak menggunakan kode spesimen AI, kemudian orientasi serat pilin menggunakan kode spesimen PI dan orientasi serat lurus menggunakan kode spesimen LI.

Pada **Tabel 2**. Menunjukkan hasil rata-rata tegangan dan regangan dari proses pengujian bending variasi orientasi serat yang telah dilakukan. Nilai tertinggi terdapat pada variasi orientasi serat lurus dan nilai paling rendah terdapat pada variasi orientasi serat pilin. Untuk memudahkan dalam mengetahui kekuatan komposit pada rata-rata tegangan dan regangan maka dibuatlah grafik pada **Gambar 15**. dan **Gambar 16**.



Gambar 15. Grafik Nilai Rata-Rata Tegangan Uji Bending

Pada **Gambar 15**. Diketahui grafik nilai rata-rata tegangan pengujian komposit serat lidah mertua dengan variasi orientasi serat acak, pilin dan lurus diperoleh kekuatan tegangan tertinggi didapati pada serat variasi orientasi lurus dengan nilai tegangan sebesar 80 N/mm<sup>2</sup> disusul oleh variasi orientasi serat acak dengan nilai 74 N/mm<sup>2</sup> .dan nilai terendah ada pada variasi orientasi pilin dengan nilai kekuatan tegangan sebesar 70,3 N/mm<sup>2</sup> . Hal ini dapat terjadi karena bentuk orientasi serat yang pilin yang tidak sejajar dengan arah beban sehingga mengakibatkan ketika diberikan beban dorong ke bawah spesimen tidak maksimal menahan beban yang diberikan. Adanya lapisan lignin yang tersisa juga dapat mengurangi kekuatan komposit.



**Gambar 16.** Grafik Nilai Rata-Rata Regangan Uji Bending

Pada **Gambar 16**. Diketahui grafik nilai rata-rata regangan pengujian komposit serat lidah mertua dengan variasi orientasi serat acak, pilin dan lurus diperoleh kekuatan regangan tertinggi didapati pada serat variasi orientasi lurus dengan nilai tegangan sebesar 9,05 disusul oleh variasi orientasi serat acak dengan nilai 8,62. dan nilai terendah ada pada variasi orientasi pilin PB dengan nilai kekuatan regangan sebesar 8,36. Penurunan nilai regangan pada orientasi serat pilin mengindikasikan bahwa spesimen bersifat getas sehingga dapat patah sebelum terjadi deformasi. Hal ini dapat terjadi dikarenakan kurangnya daya ikat serat dengan matriks sehingga serat tidak menopang beban secara maksimal.

Jadi hasil terbaik pengujian bending adalah spesimen dengan variasi orientasi serat lurus karena penambahan serat sebagai bahan pengisi pada material komposit dalam jumlah yang tepat dan merata mampu meningkatkan daya ikat serat dengan matriks sehingga serat kuat menopang beban. Jenis variasi serat dapat menyebabkan nilai pengujian kekuatan pada setiap spesimen hasilnya berbeda-beda. Hal tersebut dapat dinyatakan pada penelitian yang dilakukan oleh (F. Husaini, S. Respati, and M. Dzulfikar 2020), yang menyatakan orientasi serat dalam pembuatan komposit selain meningkatkan nilai kekuatan mekanis material juga berdampak pada menurunnya kekuatan mekanis material. Menurut nilai kekuatan impact dikarenakan arah serat dan penataan serat yang tepat dan merata pada komposit menjadikan sifat material tersebut menjadi kuat dan mampu meningkatkan daya ikat serat dengan matriks sehingga serat kuat menopang beban pada komposit.

#### **D. Analisa dan Pembahasan Hasil Pengujian Kekuatan Impak dan Bending pada Komposit**

Untuk memudahkan pemahaman pada data dari hasil kekuatan impact dan Bending dilakukan proses analisa pada spesimen komposit Tujuan analisa ini guna visualisasi yang lebih baik dan lebih mudah dimengerti. Pada **Tabel 3**. Menunjukkan hasil tertinggi dan terendah pada pengujian kekuatan impact dan bending pada komposit dengan variasi orientasi serat acak, pilin dan lurus.

| <b>Pengujian Kekuatan Impak</b>   |          |                                           |          | <b>Pengujian Kekuatan Bending</b>  |          |                     |          |
|-----------------------------------|----------|-------------------------------------------|----------|------------------------------------|----------|---------------------|----------|
| <b>Energi Serap Impak (Joule)</b> |          | <b>Harga Impak (Joule/mm<sup>2</sup>)</b> |          | <b>Tegangan (N/mm<sup>2</sup>)</b> |          | <b>Regangan (%)</b> |          |
| Tertinggi                         | Terendah | Tertinggi                                 | Terendah | Tertinggi                          | Terendah | Tertinggi           | Terendah |
| 13.80                             | 5.17     | 0.170                                     | 0.081    | 80                                 | 70.3     | 9.05                | 8.36     |

Pada **Tabel 3**. Pengujian kekuatan impact energi serap rata-rata, nilai energi serap tertinggi ada pada orientasi serat lurus sebesar 13,8 Joule. Pada orientasi serat pilin memiliki nilai energi impact paling rendah dengan nilai 5,17 Joule. Kemudian pada harga impact rata-rata, nilai harga impact tertinggi ada pada orientasi serat acak sebesar 0,17 Joule/mm<sup>2</sup>. Pada orientasi serat pilin memiliki nilai harga impact paling rendah dengan nilai 0,081 Joule/mm<sup>2</sup>.

Pada pengujian kekuatan bending diperoleh kekuatan tegangan tertinggi didapat pada serat variasi orientasi lurus dengan nilai tegangan sebesar 80 N/mm<sup>2</sup> dan nilai terendah ada pada variasi orientasi pilin dengan nilai kekuatan tegangan sebesar 70,3 N/mm<sup>2</sup>. Kemudian regangan tertinggi didapat pada serat variasi orientasi lurus dengan nilai tegangan sebesar 9,05 dan nilai terendah ada pada variasi orientasi pilin PB dengan nilai kekuatan regangan sebesar 8,36.

Hubungan antara pengujian impak dan pengujian bending pada material komposit memiliki hubungan komplementer, di mana pengujian bending mengukur kekuatan dan elastisitas material terhadap beban statis, sedangkan pengujian impak mengukur ketahanan dan ketangguhan material terhadap beban dinamis atau tiba-tiba. Keduanya penting untuk mengevaluasi kinerja material komposit secara menyeluruh, namun memberikan informasi yang berbeda tentang sifat mekanik material tersebut.

#### IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa dari “Pengaruh Variasi Orientasi Serat Terhadap Kekuatan Bending dan Impak Dalam Pembuatan Komposit Serat Sansevieria” dapat disimpulkan. Hasil pengujian impak dan bending pada komposit yang diperkuat serat alam sansevieria dengan variasi orientasi serat acak, pilin dan lurus, bahwa variasi serat sebagai pengisi komposit memengaruhi kemampuan material dalam menyerap energi benturan dan tekanan secara tiba-tiba. Jadi variasi orientasi serat cenderung dapat menaikkan dan menurunkan nilai kekuatan impact dan energi serap material pada uji impak kemudian tegangan dan regangan pada uji bending. Nilai pengujian kekuatan impact yang tertinggi didapatkan pada spesimen orientasi serat lurus dengan nilai rata-rata energi serap sebesar 13,80 joule dan nilai rata-rata harga impact 0,127 joule/mm<sup>2</sup>, sedangkan nilai kekuatan impact yang terendah didapatkan dari spesimen dengan orientasi serat pilin dengan nilai energi serap mencapai 5,17 joule dan harga impact menjadi 0,081 joule/mm<sup>2</sup>. Kemudian nilai pengujian kekuatan bending tertinggi ditemukan pada spesimen orientasi serat lurus dengan nilai rata-rata tegangan sebesar 80 N/mm<sup>2</sup> dan nilai rata-rata regangan 9,05, sedangkan nilai kekuatan bending terendah terdapat pada spesimen orientasi serat pilin dengan nilai rata-rata tegangan sebesar 70,3 N/mm<sup>2</sup> dan nilai rata-rata regangan 8,36. Hubungan antara pengujian impak dan pengujian bending pada material komposit penting karena sama-sama untuk mengevaluasi kinerja material komposit secara menyeluruh, namun memberikan informasi yang berbeda tentang sifat mekanik material tersebut

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada Progam Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat dalam melaksanakan penelitian serta rekan aslab, himpunan mahasiswa dan teman-teman yang telah membantu untuk menyelesaikan penelitian ini.

#### REFERENSI

- [1] H. Husman, A. H. Armin, and Y. Yuliyanto, “Pengaruh Panjang Serat dan Fraksi Volume Komposit Lidah Mertua Terhadap Pengujian Tarik,” *Manutech J. Teknol. Manufaktur*, vol. 15, no. 02, pp. 215–221, doi: 10.33504/manutech.v15i02.281. 2023.
- [2] T. H. Ningsih, A. Fiveriati, and F. W. Irfani, “Kekuatan Dan Momen Bending Serta Energi Impak Komposit Serat Kulit Kersen Akibat Variasi Fraksi Volume,” *J. Inov. Teknol. Manufaktur, Energi, dan Otomotif*, vol. 1, no. 2, pp. 95–104, [Online]. Available: <http://jurnal.poliwangi.ac.id/index.php/jinggo>. 2023.
- [3] E. Widodo and I. Dwiyooga, “Analisis Pengaruh Alkalisasi NaOH Terhadap Serat Nanas Sebagai Penguatan Bio Komposit,” *Otopro*, vol. 18, no. 1, pp. 1–6, doi: 10.26740/otopro.v18n1.p1-6. 2022.
- [4] D. E. Natanael Siagian and M. H. Sedo Putra, “Serat Alam Sebagai Bahan Komposit Ramah Lingkungan,” *CIVeng J. Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 5, no. 1, p. 55, 2024, doi: 10.30595/civeng.v5i1.17879.
- [5] I. P. G. Suartama, I. N. P. Nugraha, and K. R. Dantes, “Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Sifat Mekanis Komposit Matriks Polimer Polyester Diperkuat Serat Pelepah Gebang,” *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 4, no. 1, doi: 10.23887/jjtm.v4i1.8312. 2020.
- [6] M. Mastur, B. Sugiantoro, A. Kurniawan, and N. Artati, “Pengaruh Orientasi Cloth dan Roving Serat Sensivera dengan Perlakuan Alkali dan Penguat CNTs Terhadap Kekuatan Bending dan Morfologi (Uji SEM),” *Iteks*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2022.
- [7] Sayudin, B. Sugiantoro, and S. Sakuri, “Iteks Pengaruh Bentuk Flake Dan Continous Serat Sensivera Yang Telah Dialkali Berpenguat Cnts dan Non-Cnts Terhadap Kekuatan Mekanik dan Struktur Mikro The Influence of Flake Shape and Continuous Sensivera Fibers that have been Toughened with Cnts and Non,” vol. 14, no. 1, pp. 89–96, 2022.

- [8] T. T. Kurniawan and E. Widodo, "Experimental Study on Sansivera Composite Fibers Against the Administration of Alkaline NaOH (Sodium Hydroxide)," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 4, no. June, pp. 7–13, 2023, doi: 10.21070/pels.v4i0.1411.
- [9] R. Rodiawan, S. Suhdi, and F. Rosa, "Analisa Sifat-Sifat Serat Alam Sebagai Penguat Komposit Ditinjau Dari Kekuatan Mekanik," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 1, pp. 39–43, 2020, doi: 10.24127/trb.v5i1.117.
- [10] F. Husaini, S. M. B. Respati, and M. Dzulfikar, "Pengaruh Variasi Fraksi Volume Dan Arah Serat Pada Komposit Matrik Resin Polyester Berpenguat Serat Pelepah Lontar (*Borassus Flabellifer*) Dengan Perlakuan NaOH 5% Terhadap Kekuatan Uji Tarik," *J. Ilm. Momentum*, vol. 16, no. 1, doi: 10.36499/mim.v16i1.3349. 2020.
- [11] L. P. Ayu Ariska, M. A. Sahlan, and U. Hikmah, "Analisis Sifat Mekanis Komposit Matriks Polyester dengan Penguat Cangkang Kerang Hijau," *J. Fis.*, vol. 13, no. 1, pp. 20–28, doi: 10.15294/jf.v13i1.38835. 2023.
- [12] Asmeati, M. Yusuf Ali, I. Purnama, and M. Paloboran, "Analisis Uji Mekanik dan Struktur Makro dan Mikro Terhadap Material Komposit dengan Arah Acak Serat Ampas Tebu," *J. Media Komun. Pendidikan Teknol. dan Kejuru.*, vol. 9, no. 2, pp. 91–102, 2022.
- [13] I. G. N. J. . Arisanti, C.I.S, Dewi, D.P.R.P., Prasetya, "Pengaruh Rasio Amilum:Air Terhadap Spesifikasi Amilum Singkong (*Manihot Esculenta* Crantz) Fully Pregelatinized," *Sustain.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–14, 2019.
- [14] P. N. Zulvianti, P. M. Lestari, and N. Nining, "Review Komposit Pati–Kitosan: Perannya dalam Berbagai Sistem Penghantaran Obat," *Maj. Farmasetika*, vol. 7, no. 1, p. 18, doi: 10.24198/mfarmasetika.v7i1.36496. 2022.
- [15] W. Sumanti, R. Kusmiadi, and R. Apriyadi, "Aplikasi Edible Coating Tepung Tapioka Dengan Oleoresin Daun Kemangi untuk Memperpanjang Umur Simpan Buah Jambu Air Cincalo (*Syzygium samarangense* [Blume] Merril & L.M. Perry)," *AGROSAINSTEK J. Ilmu dan Teknol. Pertan.*, vol. 4, no. 1, pp. 70–78, doi: 10.33019/agrosainstek.v4i1.35. 2020.
- [16] C. I. S. Arisanti, N. M. A. Wiradewi, and N. P. A. D. Wijayanti, "Pengaruh Perbandingan Amilum Singkong (*Manihot esculenta* Crantz.) Fully Pregelatinized dan Gom Akasia terhadap Sifat Fisik Eksiipien Co- processing," *J. Farm. Udayana*, vol. 3, no. 1, pp. 91–98, 2019.
- [17] G. Mega et al., "Penerapan Lidah Mertua dan Sirih Gading dalam My Little PAP untuk Mengurangi Emisi CO di Ruangan Merokok sebagai Konsep Penerapan Smart City," *J. Student Res.*, vol. 1, no. 5, pp. 325–342, [Online]. Available: <https://doi.org/10.55606/jsr.v1i5>. 2023.
- [18] L. O. Br Napitupulu, A. Widyasanti, A. Thoriq, and A. Yusuf, "The Study of Process and Characteristics of Woven Fabric from Plant Fibers of Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata* P.)," *J. Ilm. Rekayasa Pertan. dan Biosist.*, vol. 7, no. 2, pp. 207–220, 2019, doi: 10.29303/jrpb.v7i2.137.
- [19] E. H. Umi Lailatul Jamilah1, "Modifikasi Serat Alam Dan Karakterisasinya Sebagai Penguat Material Komposit," *J. Educ. Appl. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 25–31, 2023.
- [20] F. R. Titani, "Pemanfaatan Serat Sabut Kelapa sebagai Material Penguat Pengganti Fiberglass pada Komposit Resin Polyester untuk Aplikasi Bahan Konstruksi Pesawat Terbang," *Techno (Jurnal Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Purwokerto)*, vol. 19, no. 1, p. 23, doi: 10.30595/techno.v19i1.2397. 2019.
- [21] Yulianto, S. R., & Widodo, E. Analisa Pengaruh Variasi Temperatur Proses Pelapisan Nikel Khrom Terhadap Kualitas Ketebalan Dan Kekerasan Pada Baja ST 40. SNFT UMSIDA, 145-149. 2019.
- [22] Febriyanto, E. W., & Widodo, E. Analysis Of *Sansevieria* Fiber Composite With Naoh Alkalization: Analisa Komposit Serat Lidah Mertua (*Sansevieria*) Dengan Perlakuan Alkali Naoh. *Procedia of Social Sciences and Humanities*, 3, 959-966. 2022.
- [23] Tjahjanti, P. H., Iswanto, I., Widodo, E., & Pamuji, S.. Examination of Thermoplastic Polymers for Splicing and Bending. *Nano Hybrids and Composites*, 38, 87-97. 2023.
- [24] Widodo, E., & Tjahjanti, P. H.. Characterization of *sansevieria* fiber with NaOH alkalization to increase tensile strength. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1104, No. 1, p. 012030). IOP Publishing, November. 2022
- [25] Tjahjanti, P. H. T. H., Fahrudin, A. R., Mulyadi, M., Sujiatanti, S. H., Wicaksono, M. E., & Jakaria, R. B. Core Material Manufacturing Study On Aluminum Composite Panel (ACP). *Jurnal Improsci*, 2(3), 186-196. 2024.

**Conflict of Interest Statement:**

*The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.*