

Impact Strength and Hardness Study of Sansevieria Fiber Reinforced Composites with Variations in Starch Addition

[Studi Kekuatan Impak dan Kekerasan pada Komposit Diperkuat Serat Sansevieria dengan Variasi Penambahan Amilum]

Mokhamad Khoirul Anam¹⁾, Edi Widodo^{*2)}

^{1,2)} Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: ediwidodo@umsida.ac.id

Abstract. Natural fiber reinforced polymer composites have become a research area that attracts attention due to their superior and environmentally friendly mechanical properties. This study aims to determine the effect of adding 1%, 2%, 3%, 4%, and 5% starch on the mechanical properties of composites reinforced with sansevieria fiber. The manufacture of this composite uses the hand lay-up method with a fiber weight fraction volume of 30% and alkali treatment of sansevieria fiber 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 the characteristics of mechanical properties in this study is the impact test and Shore D hardness test. In the impact test results are good without the addition of starch, because increasing the concentration of starch can reduce the density of molecular bonds in the polymer matrix, so that the bond strength between molecules is reduced. While the results of the Shore D hardness test are better adding starch, because starch acts as a filler that reduces local deformation on the composite surface when tested with an indenter on a Shore D hardness tester.

Keywords - Polymer Composite, Sansevieria Fiber, Amilum.

Abstrak. Komposit polimer yang diperkuat serat alam telah menjadi salah satu bidang penelitian yang menarik perhatian karena sifat mekanisnya yang unggul dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan amilum 1%, 2%, 3%, 4%, 5% terhadap karakteristik sifat mekanik komposit yang diperkuat dengan 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 kekerasan Shore D. Hasil pengujian impact yang baik yaitu komposit tanpa penambahan amilum, karena semakin meningkat konsentrasi amilum dapat menurunkan densitas ikatan molekul pada matriks polimer, sehingga kekuatan ikatan antar molekul berkurang. Sedangkan hasil uji kekerasan shore D lebih baik menambahkan amilum, karena amilum berperan sebagai filler yang mengurangi deformasi lokal pada permukaan komposit ketika diuji dengan indenter pada alat uji kekerasan Shore D.

Kata Kunci – Komposit Polimer, Serat Sansevieria, Amilum.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dibidang material juga 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 (synthetic 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 (synthetic 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 meyerap 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 serat 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 matrik [11]. Perlakukan 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 penyatuhan 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.

Selain untuk menaikkan sifat serat juga dilakukan untuk menaikkan daya rekat pada serat yang salah satunya yaitu menggunakan campuran bahan [16]. Tepung Pati atau amilum merupakan karbohidrat kompleks yang tak larut dalam cairan, berbentuk bubuk putih, tidak berasa serta tidak berbau, amilum memiliki rumus kimia ($C_6H_{10}O_5$). Salah satu amilum yang umum digunakan ialah amilum singkong, amilum singkong memiliki kemampuan sebagai pengikat yang lebih baik dibandingkan dengan amilum jagung dan amilum kentang [17]. Amilum adalah polisakarida yang berasal dari alam yang banyak terdapat secara luas dalam biji, buah, akar, dan batang. Amilum terdiri dari dua jenis molekul yaitu amilosa dan amilopektin dengan struktur kimia yang tersusun [18]. Amilosa berbentuk struktur heliks merupakan polisakarida linear yang tersusun dari rantai panjang molekul glukosa yang dihubungkan oleh ikatan oleh α -(1,4)-D glukosa, dengan berat molekul rataratanya adalah 105 Da. Sebaliknya amilopektin adalah kelompok polimer bercabang yang tiap unitnya dihubungkan secara linier oleh ikatan α -(1,4) pada rantai lurusnya, serta ikatan α -(1,6) pada titik percabangan. Pati termasuk kedalam polimer alam, karena pati dihasilkan dari pemanfaatan karbon dioksida dan air melalui proses fotosintesis, serta dapat terdegradasi dengan sempurna [19].

Penelitian ini membahas tentang penambahan amilum sebagai bahan tambahan dalam pembuatan komposit polimer. Tepung pati dalam bahasa ilmianya adalah amilum manihot esculenta terbuat dari umbi tanaman singkong sebagai bahan tambahan dalam pembuatan komposit polimer [20]. Komposit ini menggunakan bahan pengikat (matriks) berupa resin bening polyester tipe 801 dan bahan pengisi (filler) menggunakan serat alam berasal dari tumbuhan lidah mertua (sansevieria) dengan penambahan konsentasi amilum sebesar (1%, 2%, 3%, 4%, 5%). Pada proses penambahan amilum dalam pembuatan komposit polimer diharapkan dapat memberikan nilai ketahanan pada saat menguji material komposit tersebut terhadap kekerasan dan kekuatan impact [21]. Amilum merupakan bahan organik dari pati singkong yang mengandung polisakarida, sehingga dapat digunakan sebagai bahan perekat dalam pembuatan komposit polimer sebagai bahan campuran antara resin dan tepung pati, karena membentuk lapisan yang cukup kuat [22].

Pada Penelitian ini memilih amilum sebagai tambahan matriks karena amilum atau pati memiliki beberapa kelebihan saat digunakan sebagai bahan tambahan dalam komposit, terutama dalam hal meningkatkan sifat mekanik dan kemudahan pemrosesan [23]. Secara khusus, amilum dapat berfungsi sebagai pengisi, pengikat, dan bahkan dapat mempengaruhi sifat fisik komposit. Kelebihan amilum yaitu memiliki kemampuan sebagai pengikat yang lebih baik dibandingkan dengan amilum jagung dan amilum kentang [24]. Amilopektin dalam air dapat membentuk larutan koloidal. Bila larutan koloidal dipanaskan maka akan terbentuk massa yang lengket, sifat inilah yang dimanfaatkan sebagai bahan pengikat yang dapat meningkatkan sifat alir amilum dan amilum dapat membantu meningkatkan daya rekat antara matriks komposit dan serat penguat, menghasilkan komposit yang lebih kuat. Selain itu kelebihan amilum adalah amilum merupakan bahan yang relatif murah dan mudah didapatkan, sehingga dapat membantu menekan biaya produksi komposit. Dan juga amilum dari sumber nabati, dapat dianggap sebagai bahan yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan beberapa bahan pengisi sintetis lainnya [25].

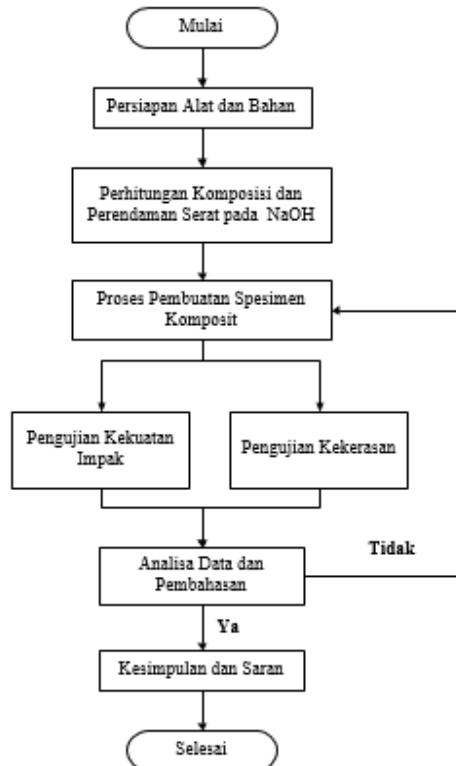
II. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen (*experimental research*) dengan tujuan untuk menguji nilai kekuatan kekerasan dan kekuatan impact pada komposit polimer yang diperkuat menggunakan serat sansevieria dengan variasi penambahan konsentrasi amilum sebesar 1%, 2%, 3%, 4%, 5%. 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, diamana 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 2240 untuk uji kekerasan shore D.

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 silicon 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 impak dan pengujian kekerasan spesimen yaitu sebagai berikut.

1. Serat Lidah Mertua (*Sansevieria*)

Serat daun sansevieria ditunjukkan pada **Gambar 2** (b) merupakan serat yang diperoleh dari tumbuhan lidah mertua atau yang dapat dikenal dengan bahasa ilmianya berupa tumbuhan sansevieria yang ditunjukkan pada **Gambar 2** (a). Sansevieria merupakan tumbuhan berbiji tunggal (monokotil), sehingga akar tanaman ini berbentuk serabut. 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 kuli 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/cm³.



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

2. NaOH (Natrium Hidroksida)

Natrium hidroksida merupakan salah satu senyawa kimia anorganik yang bersifat alkali/basa berbentuk kristal dan berwarna putih bersifat hidroskopis dan larut dalam air. Ketika dilarutkan dalam air, NaOH terionisasi menjadi ion natrium (Na⁺) dan ion hidroksida (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 ditunjukkan pada **Gambar 3**. Secara umum, ketika serat semakin kecil maka kekuatan material komposit semakin tinggi.

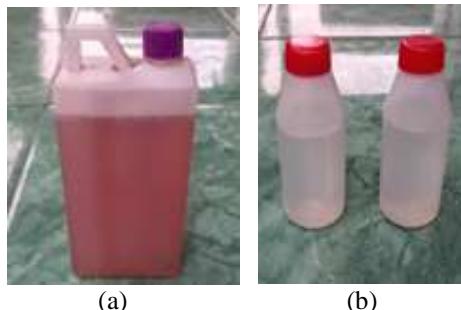


Gambar 3. Serpihan *natrium hidroksida* (NaOH)

3. Matriks dan Katalis

Matriks yang digunakan sebagai bahan pengikat serat pada proses pembuatan komposit menggunakan resin merah polyester tipe 835 ditunjukkan pada **Gambar 4** (a). Resin polyester tersebut merupakan jenis resin polyester tak jemih 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 mepxo (methyl ethyl ketone peroxide) ditunjukkan pada **Gambar 4** (b). 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.

Pada penelitian ini resin pollyester dan katalis didapatkan dengan membeli melalui onlineshop pada tanggal 14 juni 2025 dan produsen resminya yaitu PT. Pardic Jaya Chemicals.



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

4. Amilum

Amilum merupakan karbohidrat kompleks yang tak larut dalam cairan, berbentuk bubuk putih, tidak berasa serta tidak berbau. Salah satu amilum yang umum digunakan ialah amilum singkong, amilum singkong memiliki kemampuan sebagai pengikat yang lebih baik dibandingkan dengan amilum jagung dan amilum kentang. Ditunjukkan pada **Gambar 5**. Amilum ini mempunyai sifat-sifat yang sangat potensial untuk dimanfaatkan dalam industri pangan antara lain sebagai pengental (thickener), pengisi (filler), bahan pengikat (binder) dan sebagai bahan penstabil (stabilizer), bahan pembentuk edible film serta dalam industri farmasi. Tapioka diperoleh dengan proses pengendapan filtrat ubi kayu [22]. Penggunaan tepung pati sebagai bahan tambahan dalam pembuatan komposit polimer bertujuan untuk meningkatkan ketahanan mekanik, kekuatan, dan kekakuan material komposit. Pada penelitian ini amilum didapatkan dengan membeli melalui onlineshop pada 16 juni 2025 dan produsen resminya yaitu PT. Melati Putra Jaya.



Gambar 5. Amilum (Tepung Pati)

C. Proses Perhitungan Komposisi dan Perendaman Serat

Dalam penelitian ini, penentuan takaran dan persiapan bahan yang digunakan dalam pembuatan komposit dilakukan dengan menggunakan beberapa persamaan rumus untuk menghitung komposisi material komposit ini secara tepat. Salah satu proses utama adalah fraksi volume serat, yang digunakan untuk mengukur berat serat serat lidah mertua (*sansevieria*) sebagai bahan penguat dalam pembuatan komposit polimer. Persamaan untuk menghitung fraksi volume serat adalah pada persamaan (1) :

Dimana :

v_f = Fraksi volume serat (%)

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

w_f = Massa Berat serat (gram)

ρ_f = Massa jenis serat (gr/mm³)

p_m = Massa jenis matrik (gr/mm³)

Dengan menggunakan persamaan pada penjelasan rumus diatas untuk menghitung fraksi volume serat, maka dapat mengetahui presentase ketelitian volume serat dalam total volume komposit yang mengandung serat dan matriks. Dalam pembuatan komposit fraksi volume serat sangat penting, karena mempengaruhi sifat mekanik dan pengaplikasian pada material komposit. Dengan menggunakan persamaan rumus ini, maka kita dapat mengontrol komposisi bahan dan merancang material dengan sifat yang sesuai dengan tujuan untuk mengaplikasikan dalam proses tertentu [19].

Selanjutnya dalam pembuatan komposit, perhitungan massa matriks dilakukan relatif terhadap berat total komposit. 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 (2) ini menjelaskan perhitungan komposisi matriks yang dibutuhkan sebagai parameter pembuatan komposit polimer :

Dimana :

m_m = Massa berat matriks dalam konsentrasi *amilum* (gr)

mk = Massa matriks komposit dalam satu cetakan penuh (gr)

ma = Variasi konsentrasi *amilum* (gr)

Perhitungan berat amilum terhadap komposisi komposit memberikan gambaran yang jelas tentang berapa banyak amilum yang digunakan dalam setiap variasi presentase amilum dan untuk mengetahui nilai kekuatannya. Maka berat amilum dalam komposisi pembuatan komposit polimer dapat dihitung dengan rumus . Persamaan (3) :

Dimana :

m_a = Massa berat amilum dalam setiap variasi presentase amilum (gr)

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

v_a = Variasi konsentrasi *amilum* (gr)

Berikut ini menjelaskan tentang perhitungan variasi konsentrasi amilum berupa parameter sangat penting yang perlu dihitung untuk mengetahui berapa persentase dari setiap komposisi dalam pembuatan komposit ini karena mengacu dalam konteks artikel ini tentang variasi penambahan amilum. Persamaan (4) menjelaskan perhitungan variasi konsentrasi amilum :

$$va = \frac{ma}{mk} \times 100\% \quad \dots \dots \dots \quad (4)$$

$$= \frac{2,5}{50} \times 100\%$$

$$= 0,05\%$$

Dimana :

v_a = Variasi konsentrasi *amilum* (%)

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

m_a = Massa berat amilum dalam setiap variasi presentase amilum (gr)

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). Berikut Persamaan (5) rumus yang digunakan menghitung konsentrasi alkali :

Dimana :

m NaOH = Massa NaOH (gr)

V = Banyaknya volume aquadest (ml)



Gambar 6. Perlakuan Alkali terhadap serat sansevieria

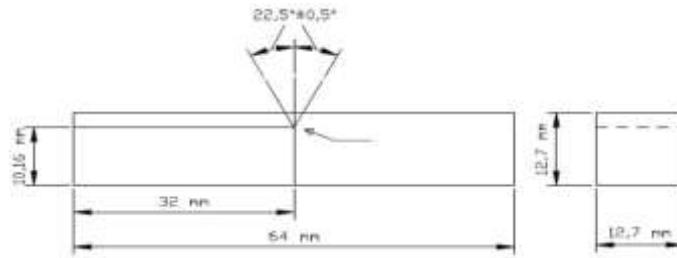
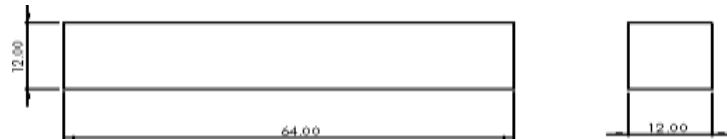
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Komposisi Pembuatan Spesimen Komposit

Dari proses penelitian pada pembuatan komposit yang diperkuat menggunakan serat sansevieria dengan perlakuan alkali. Proses alkali tersebut berupa proses perendaman serat sansevieria pada larutan NaOH (natrium hidroksida) dengan konsentrasi 5% selama 2 jam. Untuk Fraksi volume serat sebesar 30% serta serat dipotong dengan ukuran 1 cm, berdasarkan perhitungan didapatkan serat sansevieria 0,95 gram untuk komposisi serat dan untuk komposisi ketelitian katalis yaitu 1 gram kemudian matriks menggunakan resin merah polyester tipe 801 dengan variasi penambahan amilum sebesar 1%, 2%, 3%, 4%, 5%. Maka didapatkan data yang akan dituliskan dalam bentuk tabel guna mempermudah dalam mengamati hasil yang sudah diperoleh, seperti pada **Tabel 1.** menjelaskan mengenai komposisi pembuatan spesimen komposit polimer.

Tabel 1. Komposisi Pembuatan Spesimen

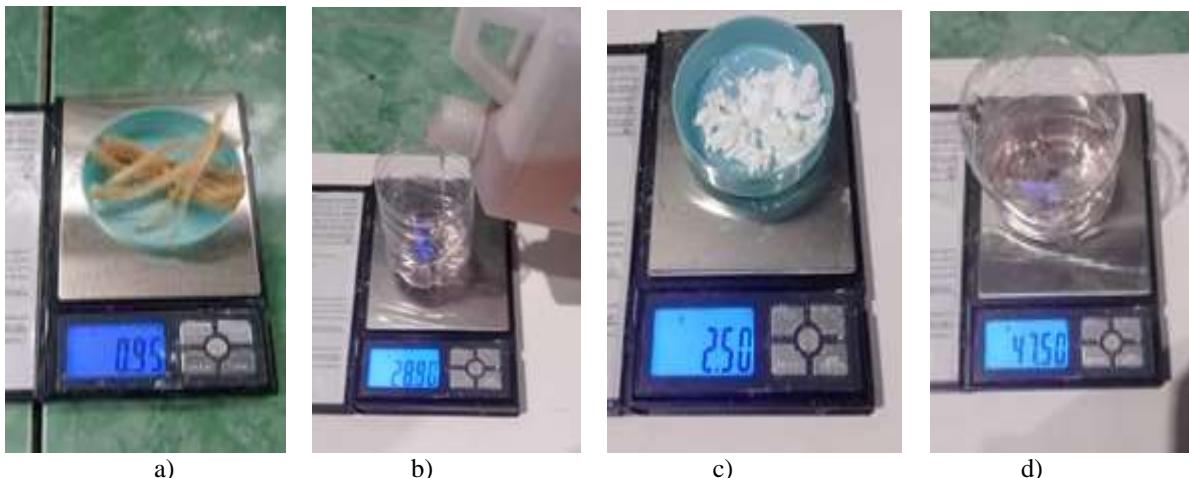
No.	Variasi Presentase Amilum (%)	Resin (gram)	Pati (gram)
1.	0 %	50	0
2.	1	49,5	2,5
3.	2	49	2
4.	3	48,5	1,5
5.	4	48	2
6.	5	47,5	2,5

**Gambar 7.** Bentuk spesimen uji impact metode charpy ASTM D 5942-96.**Gambar 8.** Bentuk spesimen uji kekerasan shore D ASTM D 2240.

B. 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. Penataan serat dengan menggunakan serat lurus pada tengah spesimen, dengan cara menuangkan resin pada setengah cetakan terlebih dahulu kemudian serat di tata pada posisi tengah sehingga serat berada pada posisi tengah spesimen. Proses pengambilan serat dengan cara penggerukan (scrapping) menggunakan benda tumpu agar serat yang diperoleh tetap utuh dan tidak rusak. Serat yang dihasilkan lalu dicuci untuk 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. Langkah berikutnya timbang resin dan amilum sesuai dengan variasi presentase penambahan amilum, jika sudah maka campurkan resin dan amilum kedalam suatu wadah. Setelah itu tuangkan campuran resin yang telah dicampur dengan amilum ke dalam cetakan, kemudian tambahkan potongan serat *sansevieria* yang telah disiapkan kemudian tata posisi serat dalam cetakan silicon dengan orientasi serat acak. 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 kekerasan shore D dibuat mengikuti standar ASTM D 2240 dan mempunyai dimensi panjang 64 mm, ketinggian 12 mm, luas 12mm.



Gambar 9. a) Penimbangan Serat b) Penimbangan Resin c) Penimbangan Tepung Pati (amilum)
d) Penimbangan Katalis



Gambar 10. Proses Penuangan Resin yang Sudah Dicampurkan Serat Beserta Amilum kedalam Cetakan Silicon

C. Hasil 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. Dengan catatan bahwa apabila nilai atau harga impact semakin tinggi maka material tersebut memiliki keuletan yang tinggi.



Gambar 11. Spesimen Pengujian Impak

Pada hasil pengujian impak ini menjelaskan hasil dari penelitian mengenai pengaruh variasi penambahan konsentrasi tepung pati (*amilum manihot esculenta*) pada komposit polimer yang diperkuat dengan serat sansevieria terhadap kekuatan impact akan dijelaskan secara rinci. Dalam pengujian impact metode charpy ini yang mana menggunakan persamaan (6) dan (7) rumus sebagai berikut :

$$\mathbf{E} = \mathbf{m} \times \mathbf{g} \times \mathbf{H1} - \mathbf{m} \times \mathbf{g} \times \mathbf{H2} \quad \dots \dots \dots \quad (6)$$

Dimana :

- E = Energi Serap (Joule)
 m = massa berat pandulum (kg)
 g = gravitasi (m/s^2)
 H1 = sudut awal sebelum di ayunkan (0)
 H2 = sudut akhir setelah di ayunkan (0)

Dimana :

- HI** = Nilai Kekuatan Impact (Joule/mm²)
E = Energi terserap (Joule)
A = Luas sobekan / patahan (mm²)

Berikut yaitu langkah-langkah pengujian impak :

1. Pasang spesimen ke landasan dengan takik di tengah, bagian takik di bagian dalam, sehingga pendulum membentur benda uji di sisi berlawanan dari sisi takik benda kerja uji.
 2. Bandul setinggi H atau membentuk sudut $^{\circ}$ (α)
 3. Ubah posisi jarum ke skala yang lebih rendah pada angka nol.
 4. Tarik LockHandle sehingga bandul lepas memukul benda uji, kemudian bandul tetap berayun miring (β)
 5. Tarik Brake Handle, tahan agar pendulum berhenti
 6. Catatan sudut β yang tertunjuk pada indikator
 7. Setelah dulakukan pengujian ambil benda kerja untuk diukur luasan dimensi patahannya, teliti penampang patahan benda kerja dan gambarkan diidentifikasi jenis patahannya



Gambar 12. Pengujian Impak

Tabel 2. Hasil Pengujian kekuatan Impak

Spesimen	Variasi Presentase Amilum (%)	Sudut Awal (°)	Sudut Akhir (°)	Energi Serap (Joule)	Harga Impact (joule/mm²)
A1	0	120	74.2	38.97	0.609
A2	0	120	107.3	10.22	0.160
A3	0	120	117.3	2.08	0.033
B1	1	120	84.5	30.06	0.470
B2	1	120	95.8	20.13	0.315
B3	1	120	105.4	11.83	0.185
C1	2	120	112.1	6.24	0.098
C2	2	120	110.3	7.72	0.121
C3	2	120	92.7	22.85	0.357
D1	3	120	95.4	20.48	0.320
D2	3	120	96.3	19.69	0.307
D3	3	120	95.8	20.13	0.314
E1	4	120	82.9	31.47	0.491
E2	4	120	92.1	23.38	0.365
E3	4	120	90.5	24.79	0.387
F1	5	120	109.8	8.13	0.127
F2	5	120	104.8	12.34	0.192
F3	5	120	107.1	10.39	0.162

Pada **Tabel 2**, menjelaskan tentang data hasil uji impact metode charpy dari spesimen tanpa penambahan amilum atau 0% sampai spesimen dengan penambahan amilum sebesar 1%, 2%, 3%, 4%, 5%. Bahwasanya dari hasil data pada **Tabel 2**, dapat dijelaskan variasi penambahan amilum sebesar 1%, 2%, 3%, 4%, 5%. sangat berpengaruh terhadap sifat mekanik material komposit polimer tersebut. Tabel tersebut memberikan hasil data mulai dari sudut awal pendulum hingga sudut akhir pendulum ketika terjadi benturan pada spesimen, beserta energi serap dan harga impact. Untuk mengetahui nilai rata rata pada energi serap dan harga impact dari setiap variasi penambahan amilum maka bisa dilihat pada tabel 3. Pada tabel 3 menjelaskan data nilai rata-rata energi serap dan harga impact pada hasil pengujian impact. SP A menjelaskan nilai rata-rata energi serap dan harga impact untuk spesimen A1,A2,A3 pada variasi penambahan amilum 0% atau spesimen tanpa penambahan amilum. SP B menjelaskan nilai rata-rata energi serap dan harga impact untuk spesimen B1, B2, B3 dari variasi penambahan amilum 1%. SP C menjelaskan nilai rata-rata energi serap dan harga impact untuk spesimen C1, C2, C3 dari variasi penambahan amilum 2%. SP D menjelaskan nilai rata-rata energi serap dan harga impact untuk spesimen D1, D2, D3 dari variasi penambahan amilum 3%. SP E menjelaskan nilai rata-rata energi serap dan harga impact untuk spesimen E1, E2, E3 dari variasi penambahan amilum 4%. SP F menjelaskan nilai rata-rata energi serap dan harga impact untuk spesimen F1, F2, F3 dari variasi penambahan amilum 5%.

Tabel 3. Nilai Rata-Rata Energi Serap dan Harga Impak

Kode Spesimen	Energi Serap Rata-Rata (Joule)	Harga Impact Rata-Rata (joule/mm ²)
SP A	17,09	0.267
SP B	20,67	0.323
SP C	12,14	0.192
SP D	20,1	0.313
SP E	26,54	0.414
SP F	10,28	0.160

Pada **Tabel 3**, 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 pada **Tabel 3**, tersebut dapat dilihat bahwa nilai rata-rata energi serap dan harga impact hasilnya bervariasi yang terkait dengan naiknya persentase penambahan amilum. 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.

Sedangkan penurunan harga impact atau kekuatan impact pada material komposit polimer yang diberi variasi penambahan amilum dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Amilum merupakan polisakarida memiliki struktur yang lebih rapuh dan mudah patah bila dibandingkan dengan matriks polimer. Penambahan amilum juga dapat menciptakan ketidak seragaman dalam distribusi sifat mekanik komposit polimer. Jika amilum tidak terdistribusi secara merata, maka dapat terbentuk titik lemah dalam material komposit polimer tersebut dan mengurangi nilai kekuatannya. Sehingga dapat dikatakan bahwa penambahan amilum memiliki pengaruh dalam kekuatan impact atau harga impact pada material komposit polimer.

D. Hasil Pengujian Kekerasan Shore D

Pengujian kekerasan dilakukan pada 5 titik yang berbeda dengan jarak antar titik 6 mm sebanyak 5 kali pengulangan pada setiap spesimen di tiap sampelnya. Hasil pengujian kekerasan Shore D material komposit resin bening polyester tipe 801 berpenguat serat sansevieria menggunakan metode hand lay-up. Uji kekerasan shore D dirancang untuk mengukur tingkat kekerasan material yang relatif keras, seperti plastik keras, komposit, resin, dan karet yang kaku. Pengujian kekerasan dilaksanakan di Lab Manufaktur Teknik Mesin Universitas muhammadiyah sidoarjo. Alat yang digunakan untuk uji kekerasan Shore D bernama durometer Shore D. Durometer ini merupakan alat pengukur kekerasan yang menggunakan indentasi berbentuk jarum dan kedalaman indentasi ujung penetrator sebesar 13,4 mm dengan nilai kekerasan maksimum 100 SHD. Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan amilum terhadap sifat kekerasan material komposit polimer.



Gambar 13. Pengujian Kekerasan Shore D

Tabel 4. Data Hasil Uji kekerasan Shore D

Spesimen	Variasi Presentase Amilum (%)	Jumlah Sampel Dalam 1 Pcs					Nilai Rata-Rata Kekerasan Per-Spesimen (SHD)
		1	2	3	4	5	
A1	0	87,5	78	89	79,5	80,5	82,9
A2	0	89,5	91	89,5	78,5	80,5	85,7
A3	0	88,5	72,5	84	80	79,5	80,9
B1	1	90	87,5	85,5	85	82,5	86,1
B2	1	87	88,5	82	79,5	80	83,4
B3	1	90	87	88,5	81,5	83,5	86,1
C1	2	89,5	89	88,5	82,5	77,5	85,4
C2	2	89,5	89	84,5	83,5	82,5	85,8
C3	2	89	89,5	87	84	79,5	85,8
D1	3	90,5	89,5	88	83,5	83,5	87
D2	3	84,5	89	86,5	80	83	84,6
D3	3	90	87,5	82	83,5	85,5	85,7
E1	4	90	90	87,5	81,5	84,5	86,7
E2	4	80,5	85,5	87,5	83,5	86	84,6
E3	4	89,5	90	86,5	89	84	87,8
F1	5	89	88,5	88,5	81,5	85,5	86,6
F2	5	89	85,5	89,5	85	84	86,6
F3	5	89,5	88	88	89,5	88,5	88,5

Tabel di atas menunjukkan data hasil uji kekerasan shore D dari spesimen tanpa penambahan amilum atau 0% sampai spesimen dengan penambahan amilum sebesar 1%, 2%, 3%, 4%, 5%. Dari tabel diatas dapat diamati perubahan nilai kekerasan suatu material yang dihasilkan dari variasi penambahan amilum 1% – 5% sebagai acuan pada hasil pengujian komposit polimer. Untuk setiap spesimen, dilakukan pengukuran sebanyak lima kali dan hasilnya akan dihitung dengan nilai rata-rata pada setiap spesimen memiliki nilai kekuatannya berapa. Tabel tersebut memberikan hasil data nilai kekerasan material komposit polimer dari suatu gaya penekanan kedalaman indentasi ujung penetrator. Setelah diketahui nilai kekerasan pada setiap spesimen langkah berikutnya mencari nilai rata-rata kekerasan keseluruhan pada setiap variasi penambahan amilum. Pada **Tabel 5.** dibawah ini menjelaskan tentang data nilai rata-rata kekerasan Shore D pada hasil pengujian kekerasan komposit polimer. SP 1 menjelaskan nilai rata-rata kekerasan Shore D untuk spesimen A1,A2,A3 pada variasi penambahan amilum 0% atau spesimen tanpa penambahan amilum. SP 2 menjelaskan nilai rata-rata kekerasan Shore D untuk spesimen B1, B2, B3 dari variasi penambahan amilum 1%. SP 3 menjelaskan nilai rata-rata kekerasan Shore D untuk spesimen C1, C2, C3 dari variasi penambahan amilum 2%. SP 4 menjelaskan nilai rata-rata kekerasan Shore D untuk spesimen D1, D2, D3 dari variasi penambahan amilum 3%. SP 5 menjelaskan nilai rata-rata kekerasan Shore D spesimen E1, E2, E3 dari variasi penambahan amilum 4%. SP 6 menjelaskan nilai rata-rata kekerasan Shore D untuk spesimen F1, F2, F3 dari variasi penambahan amilum 5%.

Tabel 5. Nilai Rata-Rata Data Hasil Perhitungan Pada Uji kekerasan Shore D

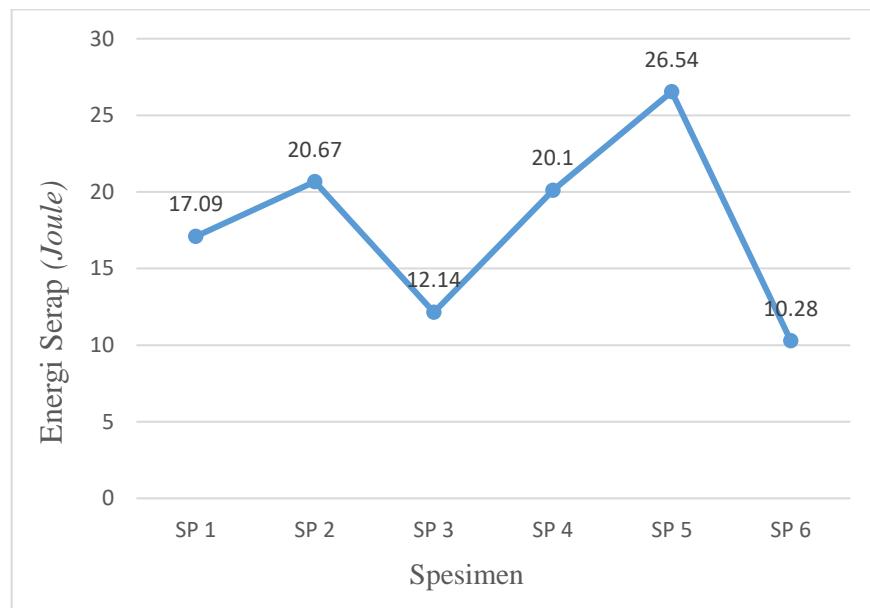
Kode Spesimen	Nilai Kekerasan Shore D (SHD)
SP A	83,1
SP B	85,2
SP	85,6
SP D	85,7
SP E	86,3
SP F	87,2

Pada **Tabel 5.** menjelaskan hasil rata-rata keseluruhan dari variasi penambahan amilum dari 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5% pada uji kekerasan Shore D. Dari data yang ditunjukan pada tabel 6, terlihat adanya peningkatan karakteristik spesimen pada sifat mekanik dari hasil uji kekerasan Shore D seiring dengan bertambahnya variasi presentase amilum.

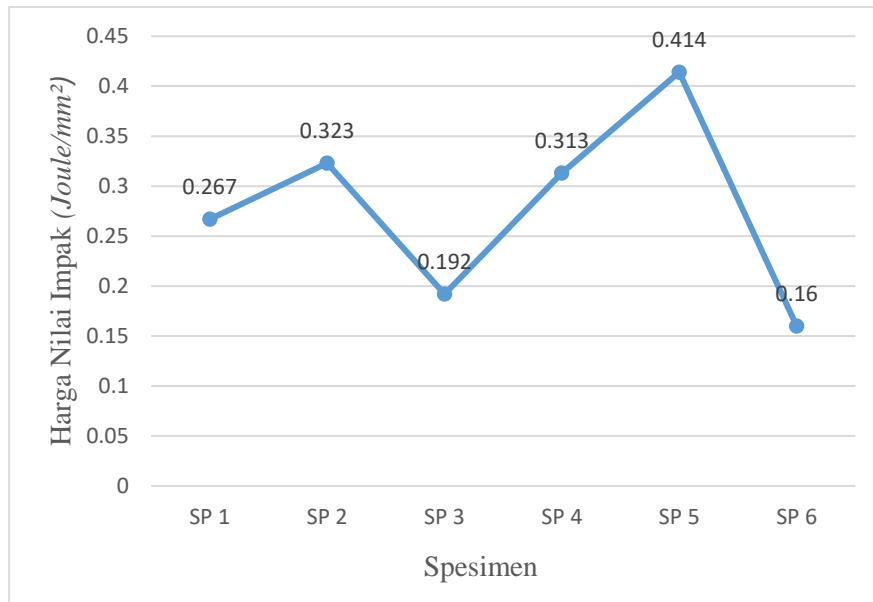
E. Analisa dan Pembahasan Hasil kekuatan Impak dan Kekerasan Shore D

Untuk memudahkan pemahaman pada data dari hasil kekuatan impak dan kekerasan shore D dilakukan proses analisa pada spesimen komposit Tujuan analisa ini guna visualisasi yang lebih baik dan lebih mudah dimengerti.

1. Grafik Hasil Uji Impak

**Gambar 14.** Grafik Hasil Perhitungan Nilai Rata-Rata Energi Serap

Dilihat dari grafik rata-rata energi serap pada **Gambar 14.** adanya penurunan dan kenaikan nilai energi serap spesimen yang berarti menunjukkan bahwa kemungkinan besar disebabkan oleh pengaruh penambahan *amilum* terhadap sifat mekanik material komposit polimer. Pada spesimen dengan kode SP 1 berupa variasi penambahan *amilum* 0% memiliki nilai rata-rata dari jumlah 3 spesimen dengan energi serap mencapai nilai sebesar 17,09 *joule*. Sedangkan pada SP 2 pada variasi penambahan *amilum* 1% mengalami kenaikan pertama pada nilai rata-rata dari jumlah 3 spesimen dengan energi serap menjadi 20,67 *joule*. Kemudian terjadi penurunan pada SP 3 variasi penambahan *amilum* 2% memiliki nilai rata-rata energi serap dari jumlah 3 spesimen menjadi 12,14 *joule*. pada SP 4 pada variasi penambahan *amilum* 3%, memiliki nilai rata-rata energi serap dari jumlah 3 spesimen mengalami kenaikan sementara menjadi 20,1 *joule*, menunjukkan spesimen pada variasi 4% mungkin dipengaruhi oleh karakteristik material atau distribusi *amilum* pada spesimen tersebut. Kenaikan tertinggi pada SP 5 variasi penambahan *amilum* 4% memiliki nilai rata-rata energi serap sebesar 26,54 *joule* dan menariknya pada SP 6 variasi penambahan *amilum* 5% dengan nilai energi serap rata-rata sebesar 10,28 *joule* terjadi penurunan drastis. Peningkatan tertinggi sifat mekanik terhadap komposit polimer pada variasi konsentrasi *amilum* 4% ini dapat dijelaskan bahwa pada penggunaan konsentrasi *amilum* yang tepat, maka *amilum* dapat terdistribusi secara merata dalam matriks material, memungkinkan interaksi yang baik antara *amilum* dan matriks. Berdasarkan jurnal (laurentina dinia eka indarti, sari purnavita, mumpuni asih pratiwi. 2021), menyatakan bahwa penambahan tepung tapioka dengan penggunaan yang tepat maka dapat mengakibatkan persebaran yang merata sehingga nilai *tensile strength* semakin meningkat.



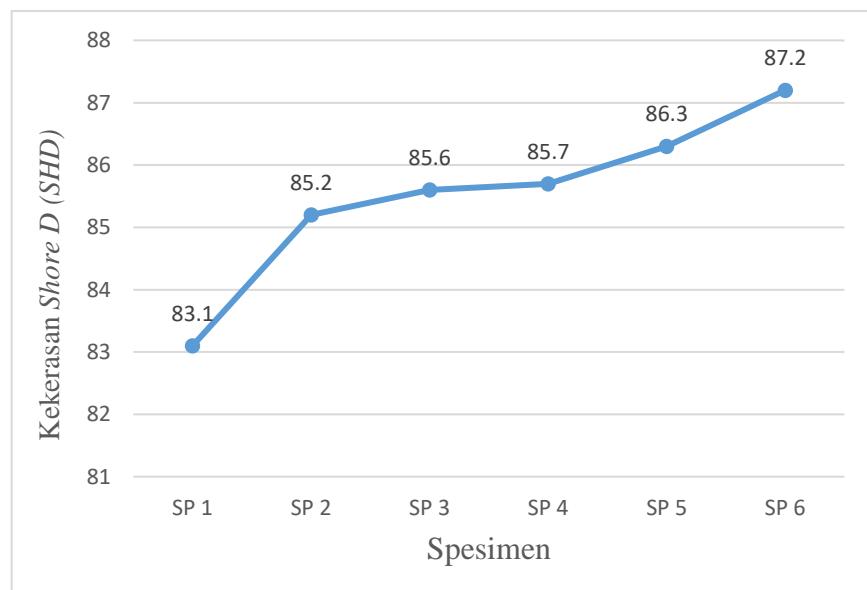
Gambar 15. Grafik Hasil Perhitungan Nilai Rata-Rata Harga Impact

Hasil pengujian komposit yang diperkuat menggunakan serat sansevieria dengan variasi penambahan amilum bahwa semakin meningkatkan presentase amilum terjadi kenaikan dan menurunnya nilai kekuatan spesimen karena memiliki pengaruh terhadap hasil energi serap dan kekuatan impact pada material tersebut. Penambahan amilum juga dapat menyebabkan distribusi yang tidak merata antara matriks dan bahan pengisi berdasarkan pada jurnal pada penelitian yang dilakukan oleh (m. luthfi zultiansyah1, darmein, dan al-fathier 2024), menyatakan yang terlalu banyak penambahan serbuk alumina sehingga mengakibatkan mantriks tersebut mengental, yang pada akhirnya tidak mampu mengikat dengan sempurna serat pelepas pinang. Dilihat pada grafik **Gambar 15.** menunjukkan kurva kenaikan nilai kekuatan impact dari variasi tanpa penambahan amilum atau 0% SP 1 memiliki nilai rata-rata harga impact sebesar 0,267 joule/mm² dan mengalami kenaikan ketika presentase amilum semakin meningkat pada variasi penambahan amilum 2% atau SP 2 dengan nilai rata-rata harga impact menjadi 0,323 joule/mm². Menariknya pada hasil nilai rata-rata harga impact pada spesimen dengan variasi presentase amilum 3% atau SP 3 dengan nilai sebesar 0,191 joule/mm². Adanya terjadi penurunan karakteristik pada sifat mekanik material. Terjadinya peningkatan lagi nilai harga impact pada variasi presentase amilum 3% dan 4% dengan nilai rata-rata harga impact 0,313 dan 0,414 joule/mm². Pada hasil nilai rata-rata harga impact pada spesimen dengan variasi presentase amilum 5% atau SP 6 dengan nilai sebesar 0,160 joule/mm² terjadi penurunan secara dratis. Penurunan harga impact bisa juga disebabkan oleh kurang baiknya ikatan permukaan antara resin dan amilum 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 penambahan serbuk tepung sagu yang terlalu banyak sehingga harga impact mengalami penurunan.

Jadi penambahan bahan pengisi pada material komposit dalam jumlah yang tepat mampu meningkatkan karakteristik mekanik material secara baik dan terlalu banyak amilum bisa menyebabkan pengurangan kekuatan ikatan antara matriks dan amilum, karena amilum bersifat hidroskopis atau dapat disebut dengan mampu menyerap air. Sifat hidroskopis ini terjadi karena struktur kimia amilum yang terdiri dari rantai polisakarida (glukosa) yang dapat berikatan dengan molekul air melalui ikatan hidrogen. Hal tersebut dapat dinyatakan pada penelitian yang dilakukan oleh (Sitti Nurrahmi, Sity Nuraisyah, dan Hernawati 2020), yang menyatakan penambahan pati dalam pembuatan plastik selain meningkatkan degradabilitas bahan, juga berdampak pada menurunnya kekuatan mekanis material. Menurunnya nilai kekuatan impact dikarenakan penambahan amilum yang menambah sifat material tersebut menjadi getas dan mudah putus selain itu membuat resin menjadi bisa terpisah dan tidak terdistribusi secara merata. Misalnya, pada pencampuran yang kurang intensif amilum bisa menggumpal atau mengendap. Hal tersebut yang membuat komposit dengan penambahan amilum memiliki nilai kekuatan impact rata-rata yang lebih rendah sedangkan spesimen tanpa tambahan amilum memiliki ketangguhan yang lebih baik terhadap beban kejut atau benturan mendadak.

Oleh karena itu, penambahan amilum cenderung tidak meningkatkan kekuatan material dalam hal ketangguhan terhadap benturan (*impact strength*), tetapi justru menurunkannya secara bertahap. Sesuai dengan teori pada penelitian yang dilakukan (deswita, sulungbudi dan sudirman 2019), yang menyatakan semakin tinggi presentase amilum yang ditambahkan pada bahan komposit polimer maka sifat mekaniknya semakin menurun. Pernyataan tersebut sesuai dengan teori jika pada penambahan amilum dapat meningkatkan kekuatan struktur material, tetapi dalam beberapa kasus, bisa menyebabkan material menjadi lebih getas. Karena amilum merupakan bahan yang relatif keras dan kurang elastis dibandingkan dengan matriks, terlalu banyak amilum bisa menyebabkan material menjadi lebih mudah patah atau retak saat mengalami ketangguhan beban kejut. Tanpa adanya amilum atau bahan pengikat lainnya, material biasanya memiliki sifat yang lebih fleksibel dan elastis. Fleksibilitas ini memungkinkan material untuk menyerap dan mendistribusikan energi benturan dengan lebih baik, sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya kerusakan atau retak. Material yang lebih fleksibel cenderung lebih tahan terhadap benturan karena tidak langsung pecah atau retak ketika menerima beban kejut (*impact*).

2. Grafik Hasil Uji Kekerasan Shore D



Gambar 16. Grafik Hasil Rata- rata Uji Kekerasan Shore D

Pada grafik di atas bahwa secara garis besar penambahan konsentrasi amilum berpengaruh menambahkan nilai kekerasan suatu material komposit yang diperkuat dengan serat daun lidah mertua. Sehingga dapat dianalisis menggunakan tinjauan-tinjauan seperti jejak indentasi pada spesimen yang sudah diuji. Maka akan ditemukan pada spesimen yang memiliki jejak lebih dalam memiliki nilai kekerasan yang lebih rendah. Sedangkan pada spesimen yang memiliki jejak indentor lebih dangkal mempunyai nilai kekerasan yang lebih tinggi.

Nilai kekerasan material tersebut yang paling rendah diperoleh pada komposit yang diperkuat serat sansevieria tanpa penambahan amilum yaitu variasi 0% memiliki nilai kekerasan material sebesar 83,1 SHD. Sedangkan untuk nilai kekerasan yang tertinggi diperoleh pada komposit dengan variasi penambahan amilum 5% yaitu sebesar 87,2 SHD. Hasil ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Ahmad Firdaus, Arif Tjahjono, dan Sitti Ahmiatri Saptari 2019), yang menyatakan bahwa perbedaan bentuk filler mempengaruhi nilai kekerasan material komposit. Penambahan konsentrasi amilum berdampak meningkatkan sifat kekerasan pada material komposit polimer. Terbukti dari data nilai kekerasan keseluruhan pada spesimen yang diberi penambahan penambahan amilum, nilai kekerasan pada komposit yang diberi penambahan amilum semakin bertambah meningkat dibandingkan dengan spesimen tanpa penambahan amilum atau spesimen 0% yang memiliki nilai tegangan tertinggi.

Hasil ini juga sesuai dengan teori pada penelitian yang dilakukan (akhmad affan hakim 2019), menyatakan material biodegradabel chitosan, pati singkong dan selulosa memiliki kemampuan meningkatkan sifat kekerasan poly (lactid acid). Pengujian kekerasan menunjukkan bahwasanya nilai kekerasan material komposit akan meningkat seiring dengan semakin bertambah variasi konsentrasi amilum maka semakin bagus hasil penekanan pada material. Semakin kuat ikatan antar partikel maka akan berakibat pada semakin besar gaya yang dibutuhkan untuk mengakibatkan terjadinya indentasi pada material.

Komposit yang diperkuat oleh serat sansevieria memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan komposit yang diperkuat oleh serat sintetis, hal ini dapat simpulkan bahwa serat tersebut memiliki kandungan lignin sebesar 7-13%. Sehingga dapat meningkatkan kekakuan dan kekutan serat, sehingga cocok untuk digunakan dalam aplikasi seperti bahan komposit. Berdasarkan penjelasan tersebut pada penelitian (Ella Melyna, dan Annisa Jingga Sopian 2024), menyatakan Kandungan lignin yang cukup tinggi pada serat alam menjadikan serat tersebut memiliki kualitas kekerasan material yang lebih besar.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa dari “Studi Kekuatan Impak dan Kekerasan pada Komposit Diperkuat Serat Sansevieria dengan Variasi Penambahan Amilum 1% - 5%” dapat disimpulkan. Hasil pengujian impact pada komposit yang diperkuat serat alam sansevieria dengan variasi konsentrasi amilum sebesar 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%, dapat disimpulkan bahwa penambahan tepung pati (amilum) sebagai pengisi pada matriks komposit memengaruhi kemampuan material dalam menyerap energi benturan secara tiba-tiba. Jadi bertambahnya peningkatan konsentrasi amilum cenderung dapat menaikkan dan menurunkan nilai kekuatan impact dan energi serap material. Namun, penurunan ini tidak bersifat linier, di mana pada konsentrasi amilum 4% ditemukan nilai energi serap dan harga impact yang relatif lebih optimal dibandingkan konsentrasi lebih tinggi. Sedangkan dari hasil analisa data pada pengujian kekerasan Shore D bahwa penambahan amilum pada matriks polimer memperkuat struktur material sehingga dapat meningkatkan nilai kekerasan material.

Nilai kekuatan impact yang tertinggi didapatkan pada spesimen tanpa penambahan amilum atau 4% dengan nilai rata-rata energi serap sebesar 26,54 joule dan nilai rata-rata harga impact 0,414 joule/mm², sedangkan nilai kekuatan impact yang terendah didapatkan dari spesimen dengan penambahan amilum 5% dengan nilai energi serap mencapai 10,28 joule dan harga impact menjadi 0,160 joule/mm². Kemudian nilai kekerasan Shore D tertinggi ditemukan pada konsentrasi amilum sebesar 5%, dengan nilai kekerasan keseluruhan sebesar 87,2 SHD, sedangkan nilai kekerasan Shore D terendah didapatkan dari spesimen tanpa penambahan amilum 0% dengan nilai kekerasan sebesar 83,1 SHD.

Pengujian impak pada komposit akan bagus hasilnya jika pembuatan komposit tidak menggunakan bahan tambahan berupa amilum atau tepung tapioka dimana kekuatan material komposit akan lebih menurun, karena tepung tapioka mempunyai sifat pengikat yang tidak baik ketika dicampur dengan serat sansevieria dan resin sehingga sifat material tersebut menjadi getas dan mudah putus. Akan tetapi sebaliknya penambahan konsentrasi amilum atau tepung tapioka untuk uji kekerasan shore D pada spesimen komposit polimer dapat meningkat nilai kekuatan kekerasanya jika dibandingkan spesimen tanpa penambahan amilum.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya ucapan kepada Progam Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat 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. Fiverati, 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. Dwiyoga, “Analisis Pengaruh Alkalisasi NaOH Terhadap Serat Nanas Sebagai Penguat 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/jitm.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),” Itek, 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 Pelepas 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. Sahlam, 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. Pendikan Teknol. dan Kejurut., vol. 9, no. 2, pp. 91–102, 2022.
- [13] I. G. N. J. . Arisanti, C.I.S, Dewi, D.P.R.P., Prasetia, "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 Eksipien 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. Widysanti, 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., Fahruddin, 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.