

PENGARUH VARIASI VOLUME PADA BIOPLASTIK SARI PATI KENTANG BERPENGUAT SERBUK KAYU JATI TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO

Gede Bagus Santika Wijaya, Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati, Ketut Astawa

Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Banyak penelitian telah dilakukan untuk mengurangi penggunaan plastik sintetis dengan mengembangkan bioplastik dari polimer alami seperti protein, pati, dan bakteri. Potensi besar pati di Indonesia mendorong peluang pengembangan bioplastik berbahan pati. Penelitian ini menggunakan pati dari kentang sebagai bahan dasar pembuatan bioplastik. Sebagai salah satu komponen penyusun biokomposit, serbuk digunakan dalam penelitian ini, dan serbuk yang digunakan adalah serbuk kayu jati yang merupakan limbah dari industri furniture. Komposisi yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan perbandingan variasi volume 95% sari pati kentang : 5% serbuk kayu jati, 90% sari pati kentang : 10% serbuk kayu jati dan 85% sari pati kentang : 15% serbuk kayu jati. Metode pengujian yang digunakan adalah uji tarik menggunakan ASTM 3039 dan foto mikro. Pada pengujian tarik didapatkan nilai tegangan, regangan dan modulus elastisitas. Nilai rata-rata tegangan tarik mengalami peningkatan dengan nilai tertinggi pada variasi volume 15% serbuk sebesar 3,129 MPa. Nilai regangan tarik rata-rata tertinggi pada variasi 10% serbuk dengan nilai 1,648. Nilai modulus elastisitas tertinggi terdapat pada variasi 15% dengan rata-rata 1,431 GPa. Dengan demikian dapat disimpulkan bioplastik sari pati kentang dengan variasi 15% memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi.

Kata kunci: Bioplastik, Sari Pati Kentang, Serbuk Kayu, Kayu Jati, Variasi Volume, Uji Tarik, Foto Mikro.

Abstract

Many studies have been conducted to reduce the use of synthetic plastics by developing bioplastics from natural polymers such as protein, starch, and bacteria. The great potential of starch in Indonesia encourages opportunities for the development of bioplastics made from starch. This research uses starch from potatoes as the basic material for making bioplastics. As one of the constituent components of biocomposites, powder is used in this study, and the powder used is jati wood powder which is waste from the furniture industry. The composition used in this study is with a volume fraction ratio of 95% potato starch : 5% jati wood powder, 90% potato starch : 10% jati wood powder and 85% potato starch : 15% jati wood powder. The test methods used were tensile tests using ASTM 3039 and micro photographs. In tensile testing, the values of stress, strain and modulus of elasticity were obtained. The average value of tensile stress increased with the highest value at 15% powder volume variation of 3.129 MPa. The highest average tensile strain value was in the 10% powder variation with a value of 1.648. The highest elastic modulus value was found in the 15% variation with an average of 1.431 GPa. Thus it can be concluded that the biocomposite with 15% variation has the highest tensile strength value.

Keywords: Bioplastic, Potato Starch, Wood Powder, Volume Variation, Tensile Test, Micro Photograph

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk terpadat ke-4 di dunia. Menurut data [1], terdapat 278,69 juta jiwa pada pertengahan tahun, angka tersebut naik 1,05% dari tahun sebelumnya. Jumlah penduduk yang padat di Indonesia, tentunya penggunaan plastik sangat banyak dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari, seperti botol kemasan, wadah peralatan makan, furnitur, konstruksi, dll. Selain itu, harga terjangkau dan memiliki sifat ringan menjadi pilihan masyarakat Indonesia. Namun, selain peranan plastik yang begitu penting dalam masyarakat, plastik menyebabkan limbah. Limbah plastik di Indonesia mencapai 34.439.338,12 ton [2]. Dengan banyaknya limbah plastik mengakibatkan pencemaran lingkungan dan berdampak pada kesehatan.

Plastik adalah material organik sintetis atau semi sintetis yang berasal dari minyak bumi dan gas alam, penggunaan plastik yang meluas dikarenakan sifatnya

yang fleksibel, transparan, tidak mudah pecah, tidak korosif, dll. Namun, dampak banyaknya penggunaan plastik sintetis ini disebabkan dari segi pengelolaannya yang kurang tepat, sebab plastik merupakan material yang tidak bisa terdekomposisi secara alami sehingga dapat mencemari lingkungan dan berdampak pada kesehatan masyarakat. Upaya mengurangi plastik sintetis sudah dilakukan dengan banyaknya penelitian untuk membuat bioplastik dari beberapa polimer alami, seperti protein, pati dan bakteri. Mengingat potensi pati di Indonesia yang cukup besar sehingga pengembangan bioplastik berbahan pati berpotensi dilakukan. Pati yang digunakan pada penelitian ini untuk pembuatan bioplastik adalah pati dari kentang.

Serat sebagai salah satu penyusun material komposit yang mempunyai fungsi sebagai penguat, dalam hal ini serat yang dipergunakan adalah berupa serbuk kayu yang merupakan limbah dari industri furniture. Limbah serbuk kayu selama ini belum

termanfaatkan secara optimal. Beberapa penelitian terdahulu mengkaji pemanfaatan limbah serbuk kayu untuk pembuatan briket arang, untuk pembuatan kompos, untuk media tanam jamur kuping. Serbuk yang digunakan pada penelitian ini adalah serbuk kayu Jati.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi volume pada biokomposit serbuk kayu jati - bioplastik sari pati kentang terhadap kekuatan tarik dan morfologi biokomposit serbuk kayu jati - bioplastik sari pati kentang.

Dalam hal ini maka ada beberapa permasalahan yang akan dikaji, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh variasi volume pada bioplastik serbuk kayu jati – bioplastik sari pati kentang terhadap kekuatan tarik.
2. Bagaimana morfologi variasi volume pada bioplastik serbuk kayu jati – bioplastik sari pati kentang.

Beberapa batasan juga ditetapkan dalam penelitian ini seperti:

1. Parameter lingkungan tertentu seperti suhu dan kelembaban di asumsikan homogen.
2. Proses pengadukan bahan diasumsikan sudah homogen.
3. Proses pencetakan spesimen diasumsikan tekanan merata dan sama besar.
4. Ukuran partikel serbuk yang digunakan dianggap sama.

2. Dasar Teori

2.1 Komposit

Komposit merujuk pada gabungan material yang dipilih berdasarkan karakteristik fisik masing-masing komponen untuk menciptakan material baru dengan karakteristik khusus yang berbeda dari bahan dasarnya sebelum dicampur, serta terdapat interaksi permukaan antara setiap komponen material. [3].

Berdasarkan komponen strukturalnya, bentuk komponen utama yang digunakan dalam material komposit menjadi tiga kelas [4].

1. Komposit Serat (*Fibricus Composite*) adalah komposit yang hanya terdiri satu lapisan dan menggunakan serat atau fiber sebagai penguat.
2. Komposit laminat adalah komposit yang tersusun dari dua atau lebih bahan yang digabungkan secara bersama-sama.
3. Komposit partikel adalah komposit yang terbuat dari partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya.

2.2 Matriks

Salah satu matriks alami di kenal dengan sebutan bioplastik, bioplastik adalah plastik ramah lingkungan, dapat terurai oleh aktivitas mikroorganisme, yang sebagian atau hampir seluruh komponennya berasal dari bahan baku yang dapat diperbaharui [5]. Dengan adanya kandungan pati, minyak nabati dan mikrobiota dimana pada saat kondisi tertentu dan waktu tertentu dapat mengalami perubahan. Jadi, bioplastik merupakan jenis plastik yang ramah lingkungan.

Menurut [6] bioplastik adalah plastik yang dapat digunakan layaknya plastik pada umumnya, namun mudah diurai oleh mikroorganisme setelah dibuang ke lingkungan dengan akhir berupa air dan gas karbon dioksida. Bahan-bahan yang digunakan dalam membuat bioplastik adalah senyawa-senyawa yang terdapat pada tanaman seperti pati, selulosa, kolagen, kasein dan protein serta pada hewan seperti kitosan, kasein dan kitin [7]. Polisakarida yang ada dalam hasil pertanian terdapat dalam berbagai bentuk, seperti pati dan glukomanan [8]. Bioplastik yang digunakan pada penelitian ini adalah pati kentang.

2.3 Penguat (Serbuk Kayu)

Penguat adalah salah satu bagian dari komposit yang memiliki peran untuk menahan beban yang diterima dari material komposit sehingga mengakibatkan tinggi rendahnya kekuatan komposit bergantung pada penguat yang digunakan. Penguat yang digunakan pada penelitian ini adalah serbuk kayu Jati.

Kayu jati banyak diminati banyak orang sejak dahulu karena memiliki ketahanan yang kuat, corak yang unik dan mudah dikerjakan. Pengolahan kayu ini banyak diolah seperti mebel taman, mebel interior, kerajinan, panel dan anak tangga yang berkelas. Kayu jati tumbuh di daerah dengan musim kemarau yang panjang pada tanah sedikit kering atau sangat kering, sampai ketinggian kurang lebih 650 m diatas permukaan laut.

Tabel 2.1 Tabel Karakteristik Kayu Jati (Sumber : Fengel dkk, 1995)

No	Sifat	Satuan	Nilai
1.	Berat Jenis	kg/m ³	0,62-0,75
2.	Modulus elastisitas	kg/mm ³	127700
3.	Serabut	%	66,3
4.	Kerapatan	kg/m ³	0,44
5.	Nilai Kalor	kal/g	5081

Serbuk gergaji merupakan butiran-butiran halus yang terbuang saat kayu dipotong sesuai dengan ukuran atau proses penghalusan kayu dan butiran ini bobotnya sangat ringan. Biasanya serbuk kayu akan dibuang yang mengakibatkan penumpukan, namun ternyata serbuk kayu dapat digunakan sebagai media tanam, bahan baku furniture, dan bahan baku dalam pembuatan papan partikel komposit guna meningkatkan nilai ekonomis dari serbuk gergaji.

2.4 Biokomposit

Biokomposit terdiri dari dua kata “Bio” dan “Composite”. Makna Bio berarti suatu bahan yang berasal dari makhluk hidup (bahan tumbuhan) seperti hutan, pertanian dan kebun binatang. Sedangkan Composite merupakan suatu gabungan antara dua atau lebih bahan material yang akan digabungkan oleh matrik. Biokomposit adalah sebuah bahan yang dibentuk oleh matriks (resin) dan penguat serat alami (biasanya berasal dari tumbuhan atau selulosa).

Beberapa bahan alami memiliki karekateristik sebagai matriks alami yang di kenal dengan istilah bioplastik.

2.5 Fraksi Volume

fraksi volume lebih banyak digunakan dalam formulasi kekuatan komposit hal ini dikarenakan tingkat keakuratan dalam perhitungan lebih baik, lebih mudah menentukan nilai perbandingan antara serat dan matriks . Fraksi volume dapat dilakukan dengan perhitungan fraksi volume serat 5%, 10%, 15% dapat ditulis sebagai berikut :

- Volume Cetakan

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

Keterangan :

V_c = Volume cetakan.

p = Panjang cetakan.

l = Lebar cetakan.

t = Tinggi cetakan.

- Volume Serat (V_f)

$$V_f = \text{Variasi volume serbuk (\%)} \times V_c$$

- Berat Serat (B_f)

$$B_f = V_f \times \rho_f$$

- Berat matriks (V_m)

$$V_m = V_c - V_f$$

- Berat matriks (B_m)

$$B_m = V_m \times \rho_m$$

Keterangan :

ρ_f = Massa jenis serat (gr/cm^3)

ρ_m = Massa jenis resin campuran (gr/cm^3)

V_c = Volume cetakan (cm^3)

V_m = Volume matrik (cm^3)

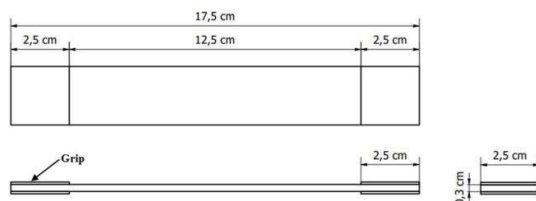
V_f = Volume serat (cm^3)

B_f = Berat serat (gr)

B_m = Berat matrik (gr)

2.6 Uji Tarik

Pengujian tarik merupakan metode evaluasi material yang bertujuan untuk menentukan parameter-parameter seperti kekuatan tarik, regangan, dan tegangan yang terjadi pada material tersebut. Prosedur pengujian ini mengacu pada standar ASTM D 3039. Selama pengujian, observasi dilakukan terhadap kenaikan beban dan perubahan panjang secara terus-menerus pada sampel yang diujikan. Bentuk sampel uji tarik disesuaikan dengan ketentuan yang terdapat dalam ASTM D3039. yang ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 2.4 Spesimen Uji Tarik (ASTM D3039)
(Sumber:Www.Zwickroell.Com)

Pengujian tarik menghasilkan nilai kekuatan tarik maksimum dan regangan yang terjadi:

- Tegangan maksimum yang terjadi dihitung dengan persamaan :

$$\sigma = \frac{p}{A_0}$$

- Regangan maksimum yang terjadi dihitung dengan persamaan :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100$$

- Modulus elastis yang terjadi dihitung dengan persamaan :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Keterangan :

σ = Tegangan Tarik (Mpa)

ε = Regangan (%)

P = Beban (N)

A_0 = Luas Penampang Spesimen Mula-mula (mm^2)

L_0 = Panjang Spesimen Awal Pengujian (mm)

ΔL = Panjang Spesimen Akhir Pengujian (mm)

E = Modulus Elastisitas (GPa)

2.7 Pengamatan Foto Mikro

Penggunaan teknik pengamatan foto mikro adalah suatu metode yang umum digunakan dalam penelitian morfologi permukaan sampel bahan. Teknik ini memungkinkan penciptaan gambar permukaan komposit pada perbesaran tertentu sesuai kebutuhan. Observasi mikroskopis komposit juga dapat mengungkapkan berbagai aspek, seperti bentuk permukaan, pola kegagalan, porositas, serta kepadatan material tersebut. Proses pengamatan ini dilakukan di lingkungan laboratorium Metalurgi Teknik Mesin Universitas Udayana.

3. Metode Penelitian

3.1 Proses Pembuatan Spesimen

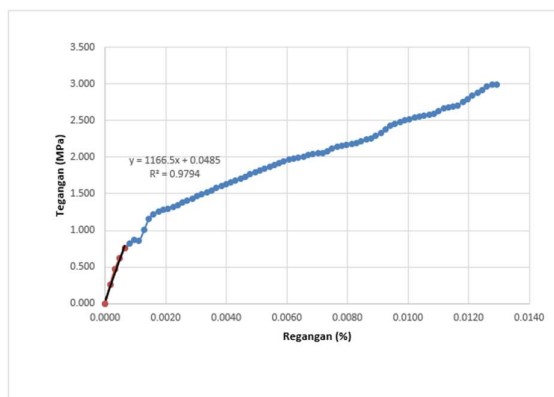
- Siapkan bahan penelitian (tepung pati kentang, hardener, gliserol, dan serbuk kayu jati) dan alat-alat penelitian.
- Timbang serbuk kayu jati dan masukkan tepung pati kentang, aquades, hardener dan gliserol ke dalam gelas beaker 500 ml sesuai dengan variasi volume yang ditentukan (5% : 95%, 10% : 90%, 15% : 85%).
- Letakkan gelas beaker ke hotplate magnetic stirrer, lalu atur dan jaga suhu pada hotplate magnetic stirrer agar tetap pada suhu $170^{\circ}C$.
- Aduk campuran tersebut hingga berbentuk gel dan bening. Setelah itu masukkan serbuk kayu jati ke campuran sudah berbentuk gel.
- Setelah campuran matriks pati kentang dan serbuk kayu jati sudah merata, masukkan campuran tersebut ke dalam cetakan secara merata dengan menggunakan metode hand lay-up.
- Tutup cetakan dan berikan tekanan agar spesimen terbentuk secara merata.
- Setelah kering, lepaskan spesimen dari cetakan.
- Potong spesimen sesuai bentuk ASTM yang telah ditentukan.
- Spesimen siap diuji.

4. Hasil dan Pembahasan

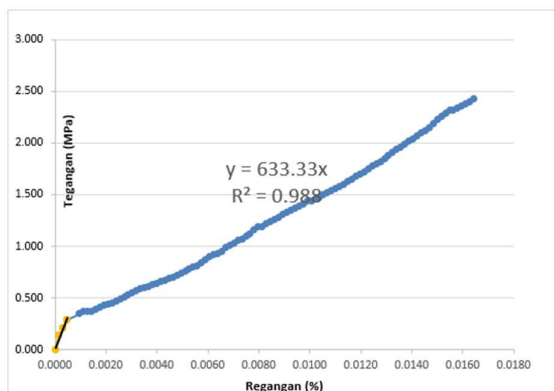
4.1. Data Hasil Uji Tarik

Luas Penampang Spesimen Mula-mula

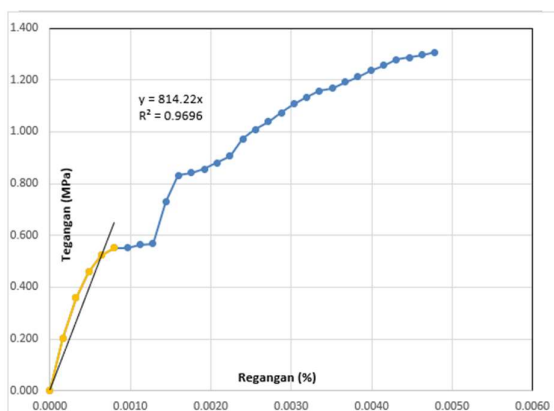
$$A_0 = l \times t = 25 \text{ mm} \times 3 \text{ mm} = 75 \text{ mm}^2$$



Gambar 4.1 Kurva Tegangan-Regangan Tarik spesimen 1 variasi 15% serbuk.



Gambar 4.2 Kurva Tegangan-Regangan Tarik spesimen 1 variasi 10% serbuk.



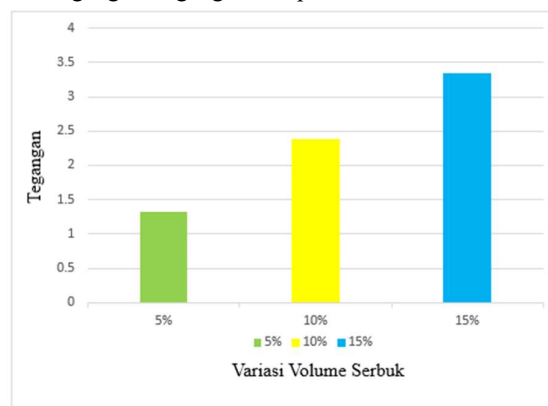
Gambar 4.3 Kurva Tegangan-Regangan Tarik spesimen 1 variasi 5% serbuk.

Tabel 4.1 Tabel Data Hasil Uji Tarik

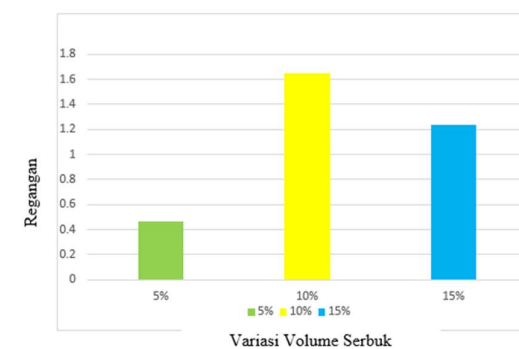
Penguujian Tarik			
Komposisi	Tegangan _{ult} (MPa)	Regangan _{ult} (%)	Modulus Elastisitas (GPa)
95% Matriks : 5% Penguat	1. 1,307	1. 0,478	1. 0,814
	2. 1,278	2. 0,415	2. 0,963
	3. 1,378	3. 0,495	3. 0,341
	Rata-rata 1,321	Rata-rata 0,462	Rata-rata 0,706
90% Matriks : 10% Penguat	1. 2,432	1. 1,643	1. 0,633
	2. 2,353	2. 1,627	2. 0,703
	3. 2,366	3. 1,675	3. 0,969
	Rata-rata 2,383	Rata-rata 1,648	Rata-rata 0,770
85% Matriks : 15% Penguat	1. 3,606	1. 1,021	1. 1,606
	2. 2,994	2. 1,292	2. 1,166
	3. 3,417	3. 1,133	3. 1,709
	Rata-rata 3,339	Rata-rata 1,234	Rata-rata 1,493

4.2 Pembahasan Hasil Uji Tarik

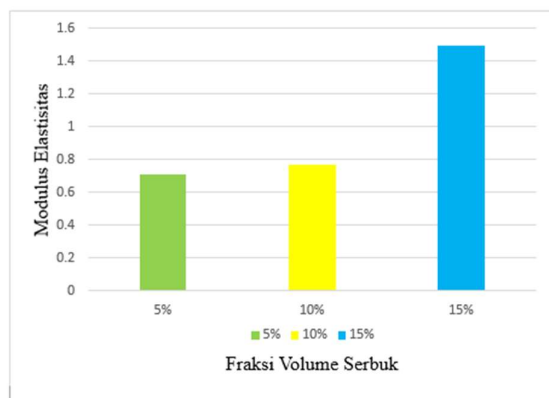
Data hasil uji tarik kemudian disatukan kedalam bentuk diagram batang untuk menunjukkan rata-rata dari tegangan, regangan maupun modulus elastisitas.



Gambar 4.4 Diagram Tegangan Tarik



Gambar 4.5 Diagram Regangan Tarik



Gambar 4.6 Diagram Modulus Elastisitas

Dapat dilihat data pada gambar 4.1 diagram tegangan tarik menunjukkan bahwa biokomposit dengan 5% serbuk kayu jati memiliki nilai kekuatan tarik paling rendah dengan rata-rata 1,321 MPa, lalu biokomposit dengan 15% serbuk kayu jati memiliki nilai dengan rata-rata 2,383 MPa, dan biokomposit dengan 15% serbuk kayu jati memiliki nilai paling tinggi dengan rata-rata 3,129 MPa. Kekuatan tarik meningkat karena peningkatan jumlah serbuk kayu dalam bioplastik sari pati kentang, sehingga ikatan antara matriks dengan serbuk kayu menjadi lebih kokoh. Selain itu, beban yang diterima oleh spesimen tidak hanya disalurkan ke matriks, melainkan juga didistribusikan merata pada serbuk.

Berdasarkan data pada gambar 4.2 diagram regangan tarik bahwa bioplastik dengan 5% serbuk kayu jati memiliki nilai regangan paling rendah dengan rata-rata 0,441%, lalu bioplastik dengan 10% serbuk kayu jati memiliki nilai regangan paling tinggi dengan rata-rata 1,313%, dan bioplastik dengan 15% serbuk kayu jati memiliki nilai regangan 1,132%.

Pada diagram modulus elastisitas yang dapat dilihat pada gambar 4.3 variasi biokomposit dengan 5% serbuk kayu jati memiliki nilai rata-rata modulus elastisitas paling kecil yaitu 0,706 GPa, lalu disusul dengan variasi 10% serbuk kayu jati memiliki nilai rata-rata modulus elastisitas 0,77 GPa, dan variasi 15% serbuk kayu jati memiliki nilai rata-rata modulus elastisitasnya paling tinggi yaitu 1,493 GPa. Dengan demikian, peningkatan presentase serbuk kayu jati dalam biokomposit cenderung meningkatkan nilai rata-rata modulus elastisitasnya.

4.7 Data Hasil Foto Mikro

Setelah pengambilan data foto mikro dari hasil permukaan patahan spesimen uji. Berikut hasil foto mikro :



Gambar 4.7 Foto Mikro Variasi Volume 5% Serbuk Kayu Jati Perbesaran 10x

Pada variasi volume 5% serbuk terlihat banyaknya void, ini merupakan faktor-faktor indikator penurunan efektifitas bioplastik dalam mendistribusikan beban.



Gambar 4.8 Foto Mikro Variasi Volume 10% Serbuk Kayu Jati perbesaran 10x

Pada variasi volume 10% terlihat *crack* yang cukup panjang, itu merupakan indikasi bahwa ikatan antara matriks dan serbuk masih lemah saat menerima pembebanan.



Gambar 4.9 Foto Mikro Variasi Volume 15% Serbuk Kayu Jati perbesaran 10x

Pada variasi volume 15% jumlah *void* terlihat lebih sedikit yang mengindikasikan bahwa peningkatan efektifitas bioplastik dalam menyalurkan beban.

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan penelitian yang telah penulis lakukan mengenai pengaruh variasi volume bioplastik sari pati kentang berpenguat serbuk kayu jati, maka dapat disimpulkan :
2. Pada pengujian tarik didapatkan nilai tegangan, regangan dan modulus elastisitas. Nilai rata-rata tegangan tarik mengalami peningkatan dengan nilai tertinggi pada variasi volume 15% serbuk sebesar 3,129 MPa dan nilai terendah pada variasi volume 5% serbuk sebesar 1,321 MPa. Nilai regangan tarik rata-rata tertinggi pada variasi 10% serbuk dengan nilai 1,313. Nilai modulus elastisitas tertinggi terdapat pada variasi 15% dengan rata-rata 1,431 GPa dan nilai terendah terdapat pada variasi 10% dengan rata-rata 0,607 GPa. Dengan demikian dapat disimpulkan bioplastik dengan variasi 15% memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi. Selain itu, beban yang diterima oleh spesimen tidak hanya disalurkan ke matriks, melainkan juga didistribusikan merata pada serbuk.
3. Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan bahwa biokomposit yang memiliki variasi volume serbuk 15% menunjukkan ikatan yang lebih baik antara matriks dan serbuk dibandingkan dengan variasi volume 5% dan

10% serbuk. Dengan demikian, variasi volume yang menggunakan 15% serbuk menunjukkan kekuatan tarik yang lebih unggul.

5.2 Saran

1. Penelitian baru ini mengenai bioplastik yang menggunakan matriks sari pati kentang dan serbuk kayu jati sebagai penguat. Harapannya, penelitian berikutnya akan menguji berbagai variabel yang mempengaruhi proses ini untuk mencapai hasil yang optimal dalam pengujian.
2. Untuk meningkatkan kekuatan bioplastik perlu dilakukan dengan menambahkan variasi mass pada serbuk kayu atau menggunakan serbuk kayu yang lain.
3. Ketelitian dalam memilih dan menerapkan metode cetak dapat membantu mengurangi pembentukan ruang kosong (void).



Gede bagus santika wijaya menyelesaikan studi S1 di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana pada tahun 2024..

Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik yang berkaitan dengan rekayasa manufaktur khususnya *Biokomposit*.

Daftar Pustaka

- [1] Badan Pusat Statistik, (2022), 'Statistik Indonesia Statistical Yearbook of Indonesia 2022', BPS.
- [2] Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, (2022) 'Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah', SIPSN.
- [3] Gibson, R.F, (1994), '*Principles of composite material mechanics*', McGraw-Hill, USA
- [4] Schwartz M. (1984), '*Composite Materials Handbook*', McGraw-Hill, NewYork, USA.
- [5] Agustin, YE & Padmawijaya, KS (2016), 'Sintesis Bioplastik dari Kitosan-Pati Kulit Pisang Kepok dengan Penambahan Zat Aditif', Jurnal Teknik Kimia, vol. 6, no. 1.
- [6] Pranamuda, H. (2006) 'Pengembangan Bahan Plastik Biodegradable Berbahan Baku Pati tropis' Majalah ilmiah Biology Resources. Universitas negeri Semarang, Semarang.
- [7] Sanjaya and Puspita (2011) 'Pengaruh Penambahan Khitosan dan Plasticizer Gliserol Pada Karakteristik Plastik Biodegradable dari Pati Limbah Kulit Singkong '.
- [8] Pradipta dan Mawarani, (2012) 'Pembuatan Dan Karakterisasi Polimer Ramah Lingkungan Berbahan Dasar Glukomanan Umbi Porang'