

# Karakteristik Fisik Dan Mekanik Panel Biokomposit Serat Pelepeh Pisang Resin Getah Pinus Variasi Waktu Perendaman Serat Dengan NaOH

Putu Deta Yoga Pramana, I Wayan Surata dan Cok Istri Kusuma Kencanawati  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

Penelitian ini berupaya untuk menciptakan suatu material panel biokomposit yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan bahan yang berasal dari alam sehingga bahan ini mampu untuk mengurangi penggunaan bahan konvensional. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat pelepeh pisang kepok (serat) pelepeh pisang yang digunakan yaitu pelepeh pisang nomor 1,2,3 dari luar batang pisang dan getah pinus (matriks) yang digunakan adalah getah pinus yang berasal dari KPH Bali timur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanik biokomposit serat pelepeh pisang resin getah pinus dengan memberi perlakuan perendaman serat selama (1 jam, 3 jam dan 5 jam) dengan dilakukan pengujian densitas (ASTM D792-08) dan pengujian kekuatan bending (ASTM D790). Hasil uji densitas biokomposit perendaman 1 jam memiliki nilai densitas paling tinggi yaitu sebesar  $1,052 \text{ gr/cm}^3$ . Data hasil uji bending menunjukkan bahwa biokomposit dengan perendaman serat selama 5 jam memiliki kekuatan bending paling tinggi, yaitu dengan tegangan bending 2,522 Mpa, regangan bending 0.043, dan modulus elastisitas 176,056 Mpa. Pada uji SEM (Scanning Electron Microscope) dapat dilihat bahwa dengan memberikan perlakuan waktu perendaman dengan NaOH serat menjadi bersih dari kotoran dan lapisan lignin yang terdapat pada serat.

Kata kunci: Biokomposit, serat pelepeh pisang, getah pinus, NaOH

## Abstract

This research seeks to create an environmentally friendly biocomposite panel material by utilizing materials derived from nature so that this material is able to reduce the use of conventional materials. The material used in this research is Kepok banana fiber (fiber) banana fronds used are banana fronds number 1.2.3 from the outside of banana stems and pine resin (matrix) used is pine resin derived from the KPH of East Bali. This study aims to determine the physical and mechanical characteristics of biocomposite banana pine resin fiber by giving fiber immersion treatment for (1 hour, 3 hours and 5 hours) by testing the density (ASTM D792-08) and bending strength testing (ASTM D790). The 1 hour immersion biocomposite density test results have the highest density value which is  $1,052 \text{ gr / cm}^3$ . The bending test data showed that biocomposite with fiber immersion for 5 hours had the highest bending strength, namely with a bending stress of 2.522 MPa, a bending strain of 0.043, and an elastic modulus of 176,056 MPa. In the SEM test (Scanning Electron Microscope) it can be seen that by giving a time immersion treatment with NaOH the fiber becomes clean of impurities and lignin layers contained in the fiber.

Keywords: Biocomposite, banana fiber, pine resin, NaOH

## 1. Pendahuluan

Pada era ini semakin banyak penggunaan plastik dalam kehidupan sehari-hari padahal Indonesia memiliki hasil alam yang melimpah yang bisa digunakan sebagai bahan pengganti plastik. Seperti pelepeh pohon pisang dan getah pinus. Penggabungan antara serat pelepeh pisang dengan getah pinus ini diharapkan mampu mendapatkan sumber material biokomposit yang ekonomis.

Biokomposit ini menggunakan serat pelepeh pisang kepok (*Musa sp*) dengan getah pinus (*Merkusii jungh, Et de Vries*) ini akan dikembangkan sebagai bahan dasar panel yang nantinya akan diaplikasikan sebagai bahan *furniture*.

Pada penelitian ini serat pelepeh pisang diberi perlakuan waktu perendaman serat selama 1 jam, 3 jam dan 5 jam dengan 10% NaOH 90% Aquades.

Dalam penelitian ini ada beberapa rumusan masalah yang akan di kaji:

1. Bagaimana densitas biokomposit serat pelepeh pisang resin getah pinus dengan variasi waktu perendaman serat.
  2. Bagaimana kekuatan *Bending* Biokomposit serat pelepeh pisang resin getah pinus dengan variasi waktu perendaman.
  3. Bagaimana Morfologi permukaan biokomposit dengan variasi waktu perendaman serat.
- Adapun beberapa batasan masalah yang membatasi penelitian ini antara lain:
1. Pada penelitian ini, penulis menggunakan serat pelepeh pisang kepok (*Musa sp*) yang tumbuh di Kecamatan Kediri, Tabanan
  2. Getah pinus yang digunakan yaitu Pinus *Merkusii jungh. Et de Vries* yang berada di KPH Bali Timur
  3. Percobaan penelitian ini menggunakan variasi waktu perendaman serat selama 1 jam, 3 jam dan 5 jam.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Panel Biokomposit

Panel biokomposit merupakan salah satu komposit hasil penggabungan antara dua jenis material dari alam yang dimana salah satu material bersifat sebagai fiber dan yang satunya bersifat sebagai matriks.

### 2.2 Variasi waktu perendaman serat dengan NaOH

Perlakuan perendaman serat yang diberikan ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran yang terdapat pada serat pelepah pisang supaya matriks mampu mengikat serat secara sempurna.

### 2.3 Uji Densitas

Pengujian densitas selain untuk mengetahui massa jenis suatu biokomposit juga bisa untuk mengetahui suatu kerapatan daripada biokomposit itu sendiri dimana pengujian densitas ini dilakukan dengan prinsip piknometer.

### 2.4 Uji Bending

Pengujian bending dilakukan untuk mengetahui tegangan maksimum yang mampu ditahan oleh spesimen pada saat menerima pembebanan. Sehingga akan di dapat hasil tegangan bending, regangan bending dan modulus elastisitas. Spesimen uji *bending* dibuat dengan standar ASTM D790 – 03.

### 2.5 SEM (Scanning Electron Microscope)

Pengujian *SEM* (*Scanning Electron Microscope*) dilakukan untuk mengetahui bagaimana morfologi permukaan biokomposit. spesimen yang diuji *SEM* (*Scanning Electron Microscope*) yaitu pada bagian yang patah pada saat uji bending.

## 3. Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan alat dan bahan sebagai berikut:

### 3.1 Alat Penelitian

1. Alat uji: Alat Uji *Bending* dengan menggunakan ASTM D790-03, Uji *Densitas* dengan ASTM D792-08, dan Uji *SEM*
2. Alat cetak: Menggunakan cetakan kayu dengan ukuran yang sesuai dengan ASTM kemudian dilapisi *aluminium foil*.
3. Alat ukur: *Thermometer*, *Stopwatch*, Timbangan Digital
4. Alat K3: Masker, Sarung Tangan Karet
5. Alatbantu: *Magnetic Heated Stirrer*, Sumpit Pengaduk, *Aluminium Foil*, Gunting, *Cutter*, Wadah.
6. Alat pembersih: LapTangan, Minyak Goreng, Kuas.

### 3.2 Bahan Penelitian

Pada penelitian ini adapun beberapa bahan yang digunakan yaitu serat pelepah pisang sebagai fiber, getah pinus sebagai resin, NaOH dan Aquades.

### 3.3 Massa Jenis Bahan

Pada penelitian ini massa jenis bahan sudah diketahui dari penelitian sebelumnya. [Massa jenis getah pinus sebesar  $1,1 \text{ gr/cm}^3$  [1]. Sedangkan massa jenis serat pelepah pisang sebesar  $0,777 \text{ gr/cm}^3$  [2].

## 3.4 Fraksi Volume

Dari penelitian [3] menyatakan bahwa semakin banyak volume serat kekuatan bending semakin bagus apabila serat tidak mengalami perlakuan NaOH. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan perbandingan fraksi volume sebesar 10% Serat dan 90% Getah Pinus karena serat mengalami perlakuan NaOH.

### 3.5 Variasi Waktu Perendaman Serat

Hasil dari pengujian serat tunggal dengan variasi waktu perendaman dapat merubah kekuatan dari serat itu sendiri [4]. Pada penelitian [5] dengan melakukan perendaman serat dengan NaOH mampu membuat kekuatan serat meningkat tergantung dari waktu perendaman yang diberikan. Sehingga pada penelitian ini penulis menggunakan Variasi waktu perendaman serat selama 1 jam, 3 jam dan 5 jam dengan 10% NaOH.

### 3.6 Proses pembuatan Biokomposit

#### 3.6.1 Proses Perlakuan Serat Pelepah Pisang

Adapun beberapa langkah pembuatan biokomposit ini yaitu:

1. Pelepah pisang yang digunakan yaitu no 1,2,3 dari luar
2. Pelepah pisang kemudian disisir untuk mendapatkan seratnya
3. Setelah serat terkumpul lalu serat direndam dengan larutan NaOH dan Aquades selama 1 jam, 3 jam dan 5 jam.



Gambar 1. Proses Perendaman Serat

4. Setelah proses perendaman selesai serat dibilas bersih dengan air.
5. Lalu lakukan proses oven serat selama 4-5 jam.
6. Setelah serat kering baru potong serat sepanjang 5 mm.



Gambar 2. Proses Pemoangan Serat

#### 3.7.2 Proses Pemanasan Getah Pinus

Pemanasan getah pinus menggunakan *magnetic stirrer* sampai suhu getah pinus mencapai  $170^{\circ}$  dengan kecepatan 600 Rpm. Setelah getah pinus

mencapai suhu 170<sup>0</sup> maka berikan *holding time* sebelum getah pinus dicampur dengan serat

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1 Uji Densitas

Uji densitas ini dilakukan untuk mengetahui kerapatan daripada spesimen biokomposit dengan cara spesimen digantung menggunakan kawat lalu akan direndam dalam air.



Gambar 3. Pengujian Densitas

Perhitungan densitas dengan waktu perendaman serat selama 1 jam didapat data sebagai berikut :

Rumus untuk mencari densitas sampel

$$\rho = \frac{ms}{mb - (mg - mk)} \times \rho_{H2O}$$

$$\rho = \frac{1,73}{1,76 - (0,95 - 0,84)} \times 0,997$$

$$\rho = \frac{1,73}{1,76 - 0,11} \times 0,997$$

$$\rho = \frac{1,73}{1,63} \times 0,997$$

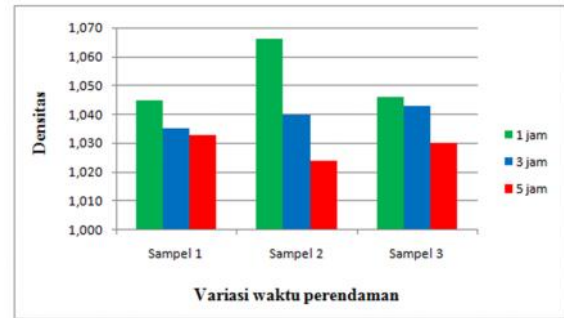
$$\rho = 1,045 \text{ gr/cm}^3$$

|  |            |
|--|------------|
| Massa sampel kering (ms)                             | = 1,73 gr  |
| Massa kawat (mk)                                     | = 0,84 gr  |
| Massa sampel digantung dengan kawat didalam air (mg) | = 0,95 gr  |
| Massa sampel basah (mb)                              | = 1,76 gr  |
| Massa jenis Aquades (ρ <sub>H2O</sub> )              | = 0,997 gr |
| Densitas sampel (ρ)                                  | = 1,045 gr |

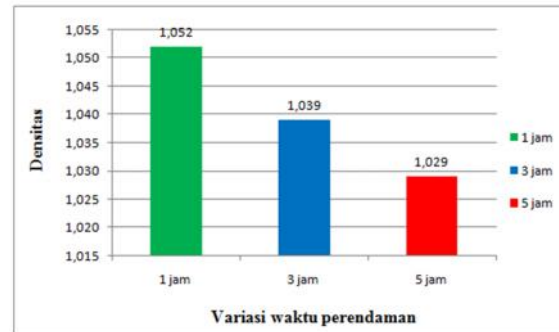
Dari perhitungan ke 9 sampel dari 3 variasi waktu perendaman didapatkan data densitas seperti tabel:

Tabel 1 Hasil Uji Densitas Persampel

| Variasi | Sampel   | mk (gr) | ms (gr) | mg (gr) | mb (gr) | ρ (gram/cm <sup>3</sup> ) | Rata-rata |
|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------------------------|-----------|
| 1 jam   | Sampel 1 | 0,84    | 1,73    | 0,95    | 1,76    | 1,045                     | 1,052     |
|         | Sampel 2 | 0,84    | 1,79    | 0,98    | 1,80    | 1,066                     |           |
|         | Sampel 3 | 0,84    | 1,75    | 0,96    | 1,74    | 1,046                     |           |
| 3 jam   | Sampel 1 | 0,84    | 1,86    | 0,94    | 1,89    | 1,035                     | 1,039     |
|         | Sampel 2 | 0,84    | 1,83    | 0,97    | 1,88    | 1,040                     |           |
|         | Sampel 3 | 0,84    | 1,82    | 0,96    | 1,86    | 1,043                     |           |
| 5 jam   | Sampel 1 | 0,84    | 1,65    | 0,90    | 1,68    | 1,033                     | 1,029     |
|         | Sampel 2 | 0,84    | 1,67    | 0,91    | 1,70    | 1,024                     |           |
|         | Sampel 3 | 0,84    | 1,69    | 0,94    | 1,72    | 1,030                     |           |



Gambar 4. Nilai densitas persampel

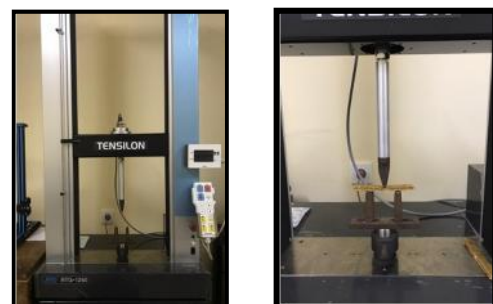


Gambar 5. Nilai densitas rata-rata spesimen

Hasil pengujian densitas dengan variasi waktu perendaman serat dengan NaOH dengan fraksi Volume 10% serat dan 90% getah pinus mendapatkan hasil dimana pada sampel biokomposit 1 jam memiliki kerapatan yang paling tinggi yaitu sebesar 1,052 gr/cm<sup>3</sup>. pada sampel biokomposit 3 jam memiliki densitas sebesar 1,039 gr/cm<sup>3</sup> dan sampel biokomposit 5 jam memiliki nilai densitas sebesar 1,029 gr/cm<sup>3</sup>. Semakin lama waktu perendaman serat yang diberikan pada serat maka nilai densitas biokomposit semakin menurun, hal ini disebabkan karena perlakuan NaOH pada serat pelepah pisang mampu menghilangkan kotoran yang selama ini menempel pada serat pelepah pisang

##### 4.2 Uji Bending

Pengujian bending dilakukan untuk mengetahui kekuatan dari spesimen biokomposit menahan pembebanan yang diberikan secara perlahan-lahan.



Gambar 6. Pengujian Bending

Hasil dari pengujian bending yang dilakukan didapat hasil sebagai berikut:

**a. Tegangan Bending**

Diketahui:

- P = 21,732 N
- L = 40 mm
- b = 15 mm
- d = 7 mm

Ditanya:

$\sigma_L$  = Tegangan bending (MPa)

Dimana:

- $\sigma_L$  = Tegangan bending (MPa)
- P = Beban (N)
- L = Panjang Span (mm)
- b = Lebar benda uji (mm)
- d = Tebal benda uji (mm)

$$\sigma_L = \frac{3PL}{2b \cdot d^3}$$

$$= \frac{3 \cdot 21,732 \cdot 40}{2 \cdot 15 \cdot 7^3}$$

$$= \frac{2607,840 \text{ N}}{1,470 \text{ mm}}$$

$$= 1,774 \text{ Mpa}$$

**b. Regangan Bending**

Diketahui:

- $\delta$  = 6,5156 mm
- L = 40 mm
- d = 7 mm

Ditanya:

$\epsilon_L$  = Regangan Bending (mm/mm)

Dimana:

- $\epsilon_L$  = Regangan Bending (mm/mm)
- $\delta$  = Defleksi Benda Uji (mm)
- L = Panjang Span (mm)
- d = Tebal benda Uji

Jawab:

$$\epsilon_L = \frac{6 \cdot \delta \cdot d}{L^2}$$

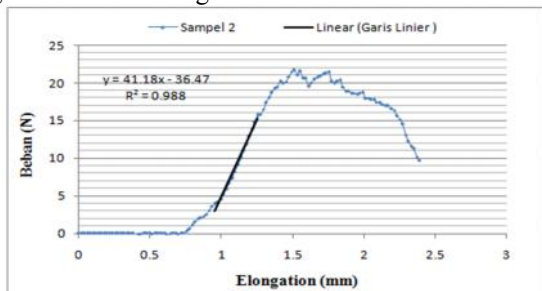
$$= \frac{6 \cdot 6,5156 \cdot 7}{40^2}$$

$$= \frac{63,6552}{1600}$$

$$= 0,039$$

**c. Modulus elastisitas**

Pada perhitungan modulus elastisitas kita perlu mengetahui tangen garis lurus pada daerah elastis pada spesimen dengan cara menarik garis linier pada grafik beban x elongasi.



**Gambar 7. Grafik tangen garis lurus**

Diketahui:

- L = 40 mm
- b = 15 mm
- d = 7 mm
- m = 41.18 N/mm

Ditanya:

$E_L$  = Modulus Elastisitas Bending (MPa)

Dimana:

- $E_L$  = Modulus Elastisitas Bending (MPa)
- L = Support Span (mm)
- b = Lebar benda uji (mm)
- d = Tebal benda uji (mm)
- m = Tangen garis lurus pada Load Deflection Curve (N/mm)

Jawab:

$$E_L = \frac{L^3 \cdot m}{4b \cdot d^3}$$

$$= \frac{40^3 \cdot 41,18}{4 \cdot 15 \cdot 7^3}$$

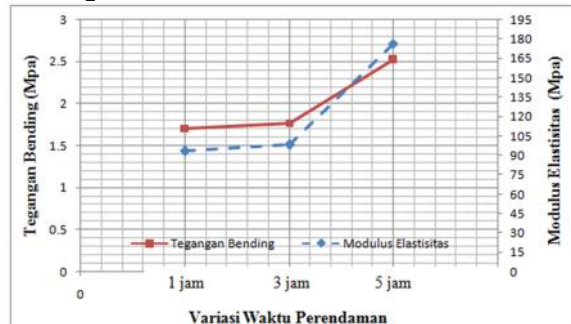
$$= 128,062 \text{ Mpa}$$

Dari hasil perhitungan bending didapat data sebagai berikut:

**Tabel 2 Hasil Uji Bending**

| Spesimen                             | Pengujian Bending |              |                |         |
|--------------------------------------|-------------------|--------------|----------------|---------|
|                                      | $\sigma_L$ (Mpa)  | $\epsilon_L$ | $E_L$ (Mpa)    |         |
| Variasi waktu perendaman serat 1 jam | 1                 | 1,774        | 0,039          | 128,062 |
|                                      | 2                 | 1,180        | 0,059          | 55,572  |
|                                      | 3                 | 2,172        | 0,052          | 182,452 |
| <b>Rata-rata</b>                     | <b>1,708</b>      | <b>0,050</b> | <b>122,028</b> |         |
| Variasi waktu perendaman serat 3 jam | 1                 | 2,433        | 0,044          | 139,071 |
|                                      | 2                 | 1,666        | 0,049          | 183,791 |
|                                      | 3                 | 1,211        | 0,064          | 47,238  |
| <b>Rata-rata</b>                     | <b>1,770</b>      | <b>0,052</b> | <b>123,370</b> |         |
| Variasi waktu perendaman serat 5 jam | 1                 | 2,247        | 0,045          | 264,427 |
|                                      | 2                 | 2,816        | 0,045          | 283,148 |
|                                      | 3                 | 2,504        | 0,041          | 225,679 |
| <b>Rata-rata</b>                     | <b>2,522</b>      | <b>0,043</b> | <b>257,751</b> |         |

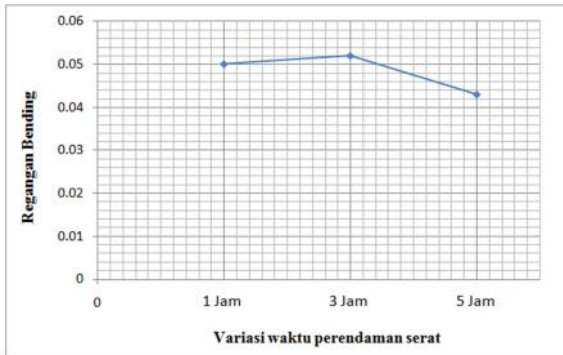
Variasi waktu perendaman serat dengan NaOH dapat mempengaruhi hasil dari tegangan bending, regangan bending dan modulus elastisitas bending yang diperoleh. Adapun hasil pengujian yang didapat dari variasi waktu perendaman serat dengan NaOH yaitu sebagai berikut:



**Gambar 8. Grafik hubungan Tegangan dan Modulus elastisitas**

Berdasarkan grafik tegangan bending pada (gambar 4.4) diatas dapat dilihat bahwa biokomposit perendaman 1 jam memiliki kekuatan bending sebesar 1,708 Mpa, pada perendaman selama 3 jam biokomposit memiliki kekuatan bending sebesar 1,770 Mpa. Pada perendaman 5 jam biokomposit memiliki kekuatan bending yang paling tinggi sebesar 2,522 Mpa. Peningkatan kekuatan bending ini dipengaruhi oleh waktu perendaman serat yang diberikan dimana semakin lama waktu perendaman yang diberikan maka kekuatan bending akan meningkat, akan tetapi bisa saja pada perendaman serat yang melebihi 5 jam kekuatan bending biokomposit akan menurun. Pada grafik tegangan bending dan modulus elastisitas (gambar 4.4) dapat dilihat bahwa peningkatan nilai modulus elastisitas biokomposit terjadi ketika perendaman serat semakin lama, peningkatan nilai ini dikarenakan serat dan matriks saling mengikat dengan sangat baik. Dimana

perendaman serat selama 5 jam memiliki nilai modulus elastisitas sebesar 257,751 Mpa. Spesimen biokomposit perendaman seratselama 3 jam memiliki nilai modulus elastisitas sebesar 123,370 Mpa. Pada spesimen biokomposit perendaman serat selama 1 jam nilai modulus elastisitas sebesar 122,028 Mpa.



**Gambar 9. Regangan Bending**

Pada grafik regangan *bending* (gambar 4.5) dapat dilihat hubungan antara nilai regangan *bending* biokomposit serat pelepah pisang resin getah pinus dengan variasi waktu perendaman serat. Dimana nilai regangan *bending* pada biokomposit perendaman 1 jam memiliki regangan bending sebesar 0,050, perendaman 3 jam memiliki nilai regangan *bending* sebesar 0,052, perendaman 5 jam nilai regangan bending sedikit menurun menjadi 0,043. Penurunan regangan *bending* ini dipengaruhi oleh waktu perendaman serat sehingga regangan optimum dicapai pada biokomposit dengan perendaman 3 jam. Setelah perendaman melewati 3 jam nilai regangan biokomposit menurun hal ini dikarenakan biokomposit sudah bersifat getas.

#### 4.3 Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*)

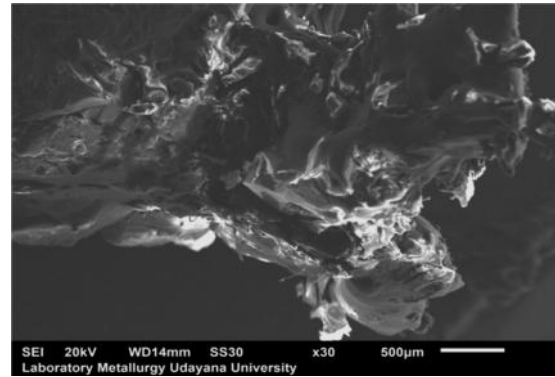
Pengujian SEM (*Scanning Electron Microscope*) ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana morfologi permukaan biokomposit.



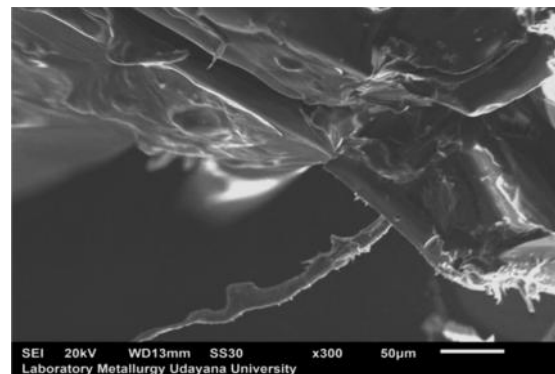
**Gambar 10. Alat uji SEM**

Setelah dilakukannya uji sem dengan perbesaran 30x dan 300x didapat morfologi permukaan biokomposit seperti berikut ini:

#### Perendaman serat 1 jam

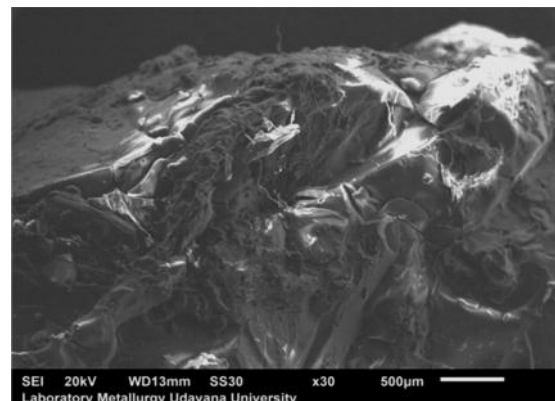


**Gambar 11. Hasil uji SEM pembesaran 30x**

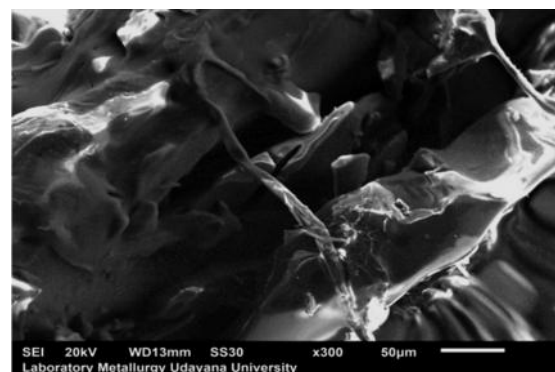


**Gambar 12. Hasil uji SEM pembesaran 300x**

#### Perendaman serat 3 jam

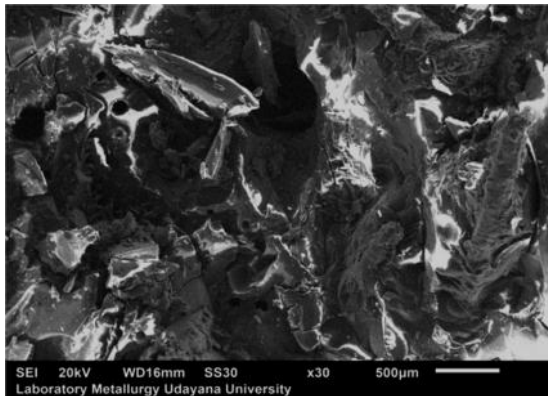


**Gambar 13. Hasil uji SEM pembesaran 30x**

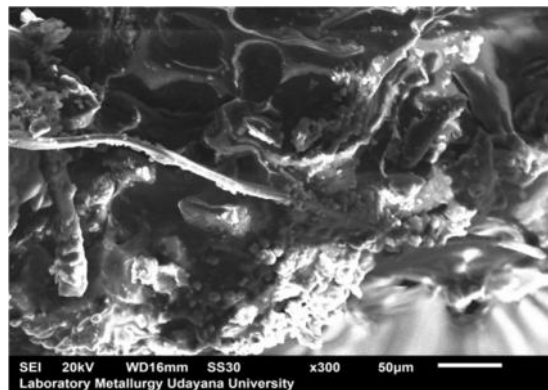


**Gambar 14. Hasil uji SEM pembesaran 300x**

### Perendaman serat 5 jam



Gambar 15. Hasil uji SEM pembesaran 30x



Gambar 16. Hasil uji SEM pembesaran 300x

1. Pada (Gambar 11 pembesaran 30x) dimana biokomposit perendaman 1 jam menunjukkan bahwa serat belum berikatan baik dengan matriks. Pada (Gambar 12 pembesaran 300x) dapat dilihat bahwa serat hanya menempel sehingga tidak adanya ikatan antara serat dan matriks hal ini menyebabkan kekuatan bending biokomposit rendah karena serat dan matriks tidak berikatan.
2. Pada perendaman 3 jam menunjukkan bahwa serat dan matriks pada biokomposit sudah mulai berikatan walau belum sempurna hal ini dikarenakan masih terisanya lapisan lignin pada serat dilihat pada (Gambar 13 pembesaran 30x). Pada (Gambar 14 pembesaran 300x) dapat dilihat ikatan yang sudah mulai terjadi antara serat dan matriks.
3. Pada (Gambar 15 pembesaran 30x) perendaman 5 jam adanya sedikit void akibat dari mengecilnya diameter serat karena perendaman yang dilakukan. Pada (Gambar 16 pembesaran 300x) dapat dilihat bahwa serat dan matriks sudah berikatan sepenuhnya, sehingga memiliki kekuatan bending paling tinggi.

### 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan mengenai pengaruh waktu perendaman serat dengan NaOH terhadap biokomposit serat pelepah pisang

resin getah pinus (*pinus merkusii*) maka penulis dapat menyimpulkan bahwa:

1. Dari hasil yang diperoleh dimana dengan melakukan perlakuan perendaman serat pelepah pisang, semakin lama waktu perendaman serat maka kekuatan *bending* biokomposit akan meningkat seperti pada biokomposit dengan waktu perendaman selama 5 jam memiliki kekuatan bending paling tinggi sebesar 2,522 Mpa. Sedangkan kekuatan bending terkecil didapat dari biokomposit dengan waktu perendaman serat selama 1 jam yaitu sebesar 1,708 Mpa.
2. Semakin lama waktu perendaman serat yang dilakukan memiliki pengaruh terhadap nilai densitas dari biokomposit akan menurun, seperti pada biokomposit dengan waktu perendaman selama 1 jam memiliki nilai densitas paling tinggi sebesar 1,052 gr/cm<sup>3</sup>. Sedangkan nilai densitas terkecil didapat dari biokomposit dengan waktu perendaman serat selama 5 jam sebesar 1,029 gr/cm<sup>3</sup>
3. Berdasarkan hasil uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) perlakuan waktu perendaman terhadap serat dengan NaOH dapat membersihkan lapisan lignin dan kotoran pada serat, tapi semakin lama waktu perendaman yang diberikan akan membuat serat rusak sehingga akan menimbulkan banyak void pada biokomposit.

### Daftar pustaka

- [1] CIPK Kencanawati, I Ketut Gede Sugita, NPG Suardana dan I Wayan Budiasa Suyasa. (2017), *Karakteristik dan Analisis Awal Getah Pinus Merkusii (Pine Resin) dengan variasi Suhu Pemanasan sebagai Alternatif Resin pada Komposit*, Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana.
- [2] Saris, I Putu. 2018, *Pengaruh Variasi Ketebalan Green Komposit Getah Pinus dengan Penguat Serat Batang Pisang terhadap Serapan Bunyi*, Universitas Udayana.
- [3] Autor, 2018, *Analisis Pengaruh Penggunaan NaOH 5% pada Serat Pelepah Pisang dengan Fraksi Volume 40%, 50%, dan 60% terhadap Kekuatan Mekanis*, *Jurnal Teknik Mesin UNISK*, Vol. 3, No.2, pp. 46-57.
- [4] Pramono, Catur, Widodo, Sri, 2012, *Pengaruh Perlakuan Alkali Kadar 5% dengan Lama Perendaman 0 Jam, 2 Jam, 4 Jam, 6 Jam terhadap Sifat Tarik Serat Pelepah Pisang Kepok*, *Jurnal Penelitian Inovasi*, pp. 47-59.

- [5] Purkuncoro, Aladin Eko, 2017, *Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) Serat Ijuk (ArengaPinata) terhadap Kekuatan Tarik, Transmisi*, Vol. 13, No. 2, pp. 167-178.

|   |  |
|---|--|
|  | <p><b>Putu Deta Yoga Pramana</b> menyelesaikan studi S1 di Universitas Udayana pada Program Studi Teknik Mesin, pada tahun 2020.</p> |
| <p>Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik polimer komposit.</p>       |  |