

# Karakteristik Fisik Dan Mekanik Panel *Green Composite* Serat Pelepah Pisang Resin Getah Pinus Dengan Variasi Fraksi Volume

Putri Wahyu N.A. , C.I.P.K Kencanawati, I Wayan Surata  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

Dengan majunya perkembangan jaman, maka permintaan furniture juga akan semakin meningkat. *Green composite* dapat menjadi alternatif bahan untuk furniture, karena itu penelitian tentang bahan alam semakin banyak. Bahan alam yang dapat dijadikan bahan pembuatan komposit adalah getah pinus dengan serat pelepah pisang. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanik *green composite* serat pelepah pisang dan getah pinus dengan memvariasikan fraksi volume 5%, 10%, 15%. Pengujian yang dilakukan adalah densitas (ASTM D792-08), kekuatan bending (ASTM D790-03), dan SEM. Hasil uji densitas *green composite* serat pelepah pisang dengan resin getah pinus berkisar antara 1,0318 g/cm<sup>3</sup> sampai dengan 1,0044 g/cm<sup>3</sup>. Data hasil uji kekuatan bending menunjukkan spesimen dengan variasi serat 15% memiliki nilai kekuatan bending paling tinggi, yaitu tegangan 6,776 MPa, regangan 0,047, dan modulus elastisitas 116,322 MPa. Hasil SEM menunjukkan bahwa dari pengikat dan matriks telah terjadi ikatan yang sempurna.

Kata kunci : *green composite*, getah pinus, serat pelepah pisang

## Abstract

With the development of the era, furniture demand is increasing. *Green composite* can be an alternative material for furniture, therefore more and more research on natural materials. One of the natural ingredients that can become a composite is pine resin with banana fiber. This research aims to determine the physical and mechanical characteristics of *green composite* banana fiber and pine resin by varying the volume fraction of 5%, 10%, 15%. Tests performed are density (ASTM D792-08), bending strength (ASTM D790-03), and SEM. The results of the *green composite* density test of banana fiber with pine resin ranged from 1.0318 g/cm<sup>3</sup> to 1.0044 g/cm<sup>3</sup>. The data of bending test results showed that the specimens with 15% fiber variation had the highest bending strength values, 6.776 MPa stress, 0.047 strain, and elastic modulus 116,322 MPa. SEM results show that from the filler and the matrix has occurred a perfect bond.

Keywords : *green composite*, pine resin, banana fibers

## 1. Pendahuluan

Berkembangnya suatu properti, tentu sejalan dengan permintaan furniture yang merangkak naik tajam. Seperti yang kita ketahui, banyak furniture yang terbuat dari *particle board*. *Particle board* sendiri terbuat dari partikel sisa kayu. Dengan adanya permintaan yang amat tinggi, menjadi penyebab kita harus mencari alternatif bahan dari partikel sisa kayu tersebut.

Salah satu sumber serat diluar partikel kayu, yang belum banyak digunakan adalah serat dari pelepah pisang. Serat pelepah pisang mempunyai potensi untuk menjadi alternatif dari partikel sisa kayu untuk furniture. Salah satu alasan penggunaan serat pelepah pisang pada penelitian ini karena serat pelepah pisang memiliki serat yang berkualitas cukup baik. Pembuatan bahan baku furniture dari bahan alternatif ini akan mengaplikasikan serat pelepah batang pisang dan getah pinus.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui densitas dan kekuatan bending dari *green composite* serat pelepah pisang dan getah pinus dengan memvariasikan fraksi volume 5%, 10%, 15%. Pengujian yang dilakukan adalah densitas (ASTM D792-08), kekuatan bending (ASTM D790-03), dan SEM.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Green Composite

Komposit adalah sebuah material yang terbuat dari dua atau lebih material penyusun dengan sifat fisik maupun kimia yang sangat berbeda, yang di dalam struktur komposit akhir, masing-masing penyusun tetap terpisah dan dapat dibedakan pada skala makroskopis maupun mikroskopis. Sementara itu, *green composite* adalah kombinasi dari beberapa material, dimana satu material adalah material yang terbuat dari bahan alam [1].

### 2.2 Serat Pelepah Pisang

*Musaceae* adalah suku untuk tumbuhan berdaun besar memanjang, pisang adalah salah satu tanaman yang berada pada golongan *Musaceae*. Pisang akan tumbuh dengan baik pada daerah yang lembab serta beriklim tropis panas, terutama pada dataran rendah. Serat pelepah pisang jika sudah dikeringkan akan memiliki tekstur yang berserabut dan berpori. Batang pisang memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi bahan baku *particle board* jika dilihat dari anatomi seratnya, disamping itu serat pelepah pisang mempunyai potensi serat yang berkualitas baik [2].

### 2.3 Getah Pinus

Getah pinus yang dihasilkan pohon pinus termasuk kedalam jenis oleoresin yang merupakan cairan asam resin. Cara mendapatkan getah pinus

adalah dengan penyadapan. Pohon pinus bisa mulai disadap untuk mendapatkan getahnya pada umur 10 tahun. Proses penyadapan ini memakan waktu sekitar 15 hari hingga dapat dipanen getahnya, dan berikutnya getah disaring dari kotorannya. Pada proses panen pohon pinus dapat menghasilkan getah hingga sebesar 7,42 gram/hari/pohon [3].

#### 2.4 Uji Density

Densitas didefinisikan sebagai kerapatan suatu zat yang dapat diukur dengan membandingkan massa benda dengan volumenya (ASTM D792-08)

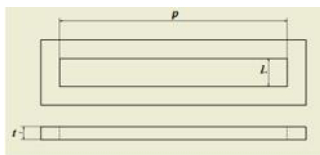
$$\rho = \frac{ms}{mb - (mg - mk)} \times \rho_{H_2O} \quad (1)$$

Keterangan :

- $\rho$  = massa jenis benda ( $gr/cm^3$ )
- $ms$  = massa spesimen kering (gr)
- $mb$  = massa spesimen basah (gr)
- $mg$  = massa spesimen digantung dengan kawat didalam air (gr)
- $mk$  = massa kawat (gr)
- $\rho_{H_2O}$  = massa jenis aquades ( $gr/cm^3$ )

#### 2.5 Uji Bending

Salah satu bentuk pengujian untuk mengetahui kekuatan material saat menerima pembebanan adalah uji lengkung atau uji bending. Perhitungan kekuatan bending, menggunakan persamaan yang ada pada standar ASTM D790 - 03, yaitu:



**Gambar 1. Dimensi spesimen uji bending**

Keterangan:

- Panjang total = 120 mm
- Lebar total = 15 mm
- Tebal = 7 mm

Tegangan adalah hasil bagi antara gaya yang dialami dengan luas penampangnya, atau bisa juga didefinisikan sebagai gaya persatuan luas. Rumus tegangan bending (ASTM D790-03) adalah sebagai berikut :

$$\sigma_L = \frac{3P.L}{2b.d^2} \quad (2)$$

Dimana :

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

Regangan adalah perbandingan antara pertambahan panjang spesimen dibagi dengan panjang span, rumus regangan bending (ASTM D790-03) sebagai berikut:

$$\epsilon_L = \frac{6\delta.d}{L^2} \quad (3)$$

Dimana:

- $\epsilon_L$  = Regangan bending (mm/mm)
- $\delta$  = Defleksi benda uji (mm)
- L = Panjang span (mm)
- d = Tebal benda uji

Modulus elastisitas ditentukan pada sepanjang garis elastis yang terjadi digaris tegangan ( $\sigma_{elastis}$ ) dibagi dengan regangan ( $\epsilon_{elastis}$ ) (ASTM D790-03)

$$E_L = \frac{L^3.m}{4b.d^3} \quad (4)$$

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)

### 3. Metode Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain :

#### 3.1 Alat Penelitian

Penggunaan alat-alat dalam penelitian ini dapat dikelompokkan menjadi enam yaitu sebagai berikut :

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 : Gelas ukur, timbangan digital, piknometer, jangka sorong
4. Alat K3 : Masker, sarung tangan karet
5. Alat bantu : Aluminium foil, *magnetic stirrer*, besi pengaduk.
6. Alat pembersih : Minyak goreng, kuas, lap tangan.

#### 3.2 Bahan Penelitian

1. Matrik : Getah pinus (Pinus Merkusii Jungh. et deVries).
2. Penguat : Serat batang pelepah pisang.
3. Material perlakuan serat : Dicuci dan dikeringkan dengan panas matahari, lalu di sisit agar menghasilkan serat. Dipotong sepanjang 5mm.
4. Material perlakuan getah : Dipanaskan pada mesin *magnetic heated stirrer* hingga mencapai suhu  $170^{\circ}C$  dengan *holding time* 10 menit.

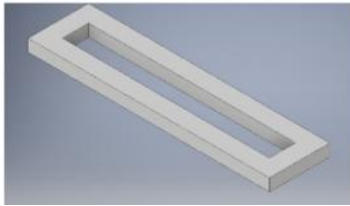
#### 3.3 Massa Jenis Bahan Penelitian

Massa jenis serat pelepah pisang dan getah pinus perlu diketahui untuk menghitung perbandingan fraksi volume serat batang pelepah pisang dan getah pinus. Merujuk pada penelitian Saris Pebrianata (2018), rata rata serat pelepah batang pisang memiliki massa jenis sebesar  $= 0,777 gr/cm^3$ . Merujuk pada penelitian Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati (2017), getah pinus memiliki masa jenis sebesar  $= 1,1 gr/cm^3$ [4].

### 3.4 Menghitung Massa Bahan

Menghitung volume cetakan dapat menggunakan rumus :

$$V_c = p \times l \times t \quad (5)$$



Gambar 2. Cetakan pengujian bending

Menghitung volume bahan

$$V_b = F_v \times V_c \quad (6)$$

Menghitung massa bahan

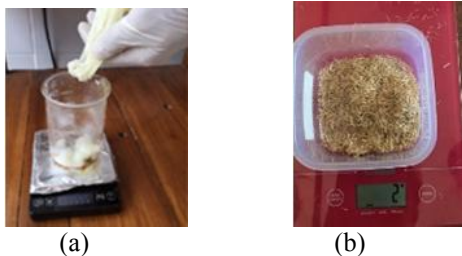
$$m_b = \rho_b \times V_b \quad (7)$$

Keterangan :

- $V_c$  = volume cetakan ( $\text{cm}^3$ )
- $V_b$  = volume bahan ( $\text{cm}^3$ )
- $F_v$  = fraksi volume bahan (%)
- $m_b$  = massa bahan (gr)
- $\rho_b$  = densitas bahan ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

### 3.5 Pembuatan Green Composite

1. Ukur getah pinus dan serat pelepah batang pisang sesuai dengan fraksi volume yang akan dibuat.



Gambar 3.(a) Pengukuran getah pinus  
(b) Pengukuran serat pelepah pisang

2. Panaskan getah pinus pada mesin magnetic stirrer hingga mencapai suhu  $170^\circ\text{C}$  dengan holding time 10 menit dengan kecepatan pengaduk 600 rpm.



Gambar 4. Pemanasan getah pinus

3. Setelah mencapai temperatur  $170^\circ\text{C}$  atur kecepatan pengaduk ke 0 rpm (mati) dan tetap pertahankan panas dari getah pinus.



Gambar 5. Getah pinus mencapai temperature  $170^\circ\text{C}$

4. Masukkan serat pelepah batang pisang ke dalam getah pinus yang masih panas dan aduk sampai getah pinus dan serat pelepah batang pisang tercampur dengan rata.



Gambar 6. Pencampuran getah pinus dengan serat pelepah pisang

5. Masukkan campuran getah pinus dan serat pelepah batang pisang ke dalam cetakan yang sudah dilapisi dengan aluminium foil.



Gambar 7. Cetakan uji bending yang telah dilapisi aluminium foil

6. Untuk pembuatan variasi spesimen selanjutnya, ulangi langkah langkah sebelumnya.
7. Setelah kering, papan partikel green composite dikeluarkan dari cetakan secara perlahan.



Gambar 8. Green composite yang telah kering

8. Papan partikel green composite yang kering siap untuk diuji.



Gambar 9. Green composite yang siap diuji bending

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Pengujian untuk penelitian ini meliputi uji density, uji bending, dan uji SEM. Hasil akhir yang didapat adalah tegangan, regangan, modulus elastisitas bending, densitas spesimen, dan gambar hasil uji SEM.

##### 4.1 Hasil Uji Density

Uji density dilakukan pada masing masing spesimen yaitu spesimen variasi 5%, 10%, dan 15% dengan 3 kali pengulangan pada tiap variasi. Pengujian ini mengacu pada ASTM D792-08. Uji densitas dilakukan dengan cara merendam spesimen pada aquades selama 30 menit, kemudian ditimbang dengan menggunakan timbangan digital. Berikut adalah salah satu hasil perhitungan densitas dengan variasi fraksi volume 5% :

$$\begin{aligned} \text{Massa sampel kering (ms)} &= 1,74 \text{ g} \\ \text{Massa sampel dalam air (mg)} &= 0,90 \text{ g} \\ \text{Massa kawat (mk)} &= 0,84 \text{ g} \\ \text{Massa jenis aquades } (\rho_{H2O}) &= 0,997 \text{ g/cm}^3 \\ \text{Densitas sampel } (\rho) &= 1,0204 \text{ g/cm}^3 \\ \text{Massa sampel basah (mb)} &= 1,76 \text{ g} \end{aligned}$$

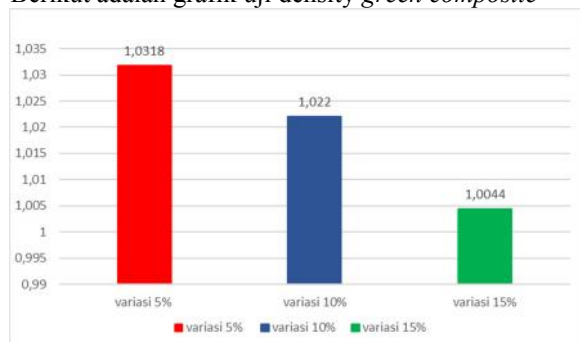
$$\begin{aligned} \rho &= \frac{ms}{mb - (mg - mk)} \times \rho_{H2O} \\ \rho &= \frac{1,74}{1,76 - (0,90 - 0,84)} \times 0,997 \\ \rho &= \frac{1,74}{1,70} \times 0,997 \\ \rho &= 1,0204 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

Setelah semua spesimen didapat massa jenisnya, maka akan dibuat dalam bentuk table. Berikut adalah hasil dari uji density

**Table 1. Hasil Pengujian Densitas**

Variasi	Sampel	mk (gr)	ms (gr)	mg (gr)	mb (gr)	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	Rata-rata (g/cm <sup>3</sup> )
variasi 5% serat : 95% getah	1	0,84	1,74	0,90	1,76	1,0204	1,0318
	2	0,84	1,78	0,92	1,79	1,0378	
	3	0,84	1,80	0,93	1,82	1,0373	
variasi 10% serat : 90% getah	1	0,84	1,93	0,90	1,94	1,0235	1,0220
	2	0,84	1,88	0,89	1,89	1,0186	
	3	0,84	1,90	0,91	1,92	1,0239	
variasi 15% serat : 85% getah	1	0,84	1,77	0,87	1,79	1,0026	1,0044
	2	0,84	1,80	0,89	1,83	1,0082	
	3	0,84	1,79	0,87	1,81	1,0026	

Berikut adalah grafik uji density *green composite*



**Gambar 10. Grafik uji density**

Dapat dilihat variasi spesimen memiliki nilai densitas paling tinggi adalah spesimen dengan variasi fraksi

volume serat 5%, memiliki nilai sebesar 1,0318  $\text{gr/cm}^3$ . Spesimen dengan variasi fraksi volume serat 10%, memiliki nilai sebesar 1,022  $\text{gr/cm}^3$ . Sedangkan nilai densitas yang paling rendah adalah spesimen dengan variasi fraksi volume serat 15%, yaitu 1,0044  $\text{gr/cm}^3$ . Hal ini terjadi karena, getah yang berada pada *green composite* dengan variasi fraksi volume serat 15% lebih sedikit dibanding dengan spesimen yang lain. Tentu dengan semakin sedikitnya getah, maka massa jenis dari spesimen juga ikut menurun, karena spesimen didominasi oleh serat yang massa jenisnya sebesar 0,777  $\text{gr/cm}^3$ .

##### 4.2 Hasil Uji Bending

Uji bending dilakukan pada masing masing spesimen yaitu spesimen variasi 5%, 10%, dan 15% dengan 3 kali pengulangan pada tiap variasi. Pengujian ini mengacu pada ASTM D790-03. Alat yang digunakan pada uji bending kali ini yaitu alat uji mekanik tensilon dengan tipe RTG 1250.



**Gambar 11. Alat uji Tensilon RTG 1250**

Salah satu hasil dari perhitungan tegangan, regangan, dan modulus elastisitas uji bending, *green composite* serat pelepah pisang dengan resin getah pinus variasi 5% sebagai berikut. :

Tegangan Bending

$$\begin{aligned} \sigma_L &= \frac{3P.L}{2b.d^2} \\ &= \frac{3 \times 29,143 \times 40}{2.15.7^2} \\ &= \frac{3497,16 \text{ N}}{1470 \text{ mm}^2} \\ &= 2,379 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 2,379 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Regangan Bending

$$\begin{aligned} L &= \frac{6\delta \cdot d}{L^2} \\ &= \frac{6 \times 1,575 \times 7}{40^2} \\ &= \frac{66,15}{1600} \\ &= 0,041 \end{aligned}$$

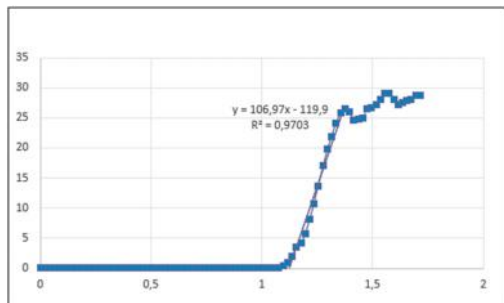
Modulus Elastisitas

$$\begin{aligned} E_L &= \frac{L^3.m}{4b.d^3} \\ &= \frac{40^3 \times 106,97}{4 \times 15 \times 7^3} \end{aligned}$$



= 332,6569 MPa

Hasil dari perhitungan uji bending spesimen *green composite* selanjutnya akan ditunjukkan pada table berikut :

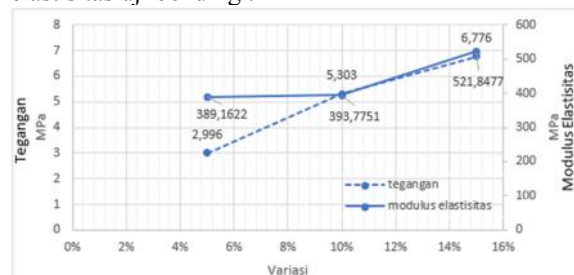


Gambar 12. Mencari nilai m

Table 2. Hasil uji bending

Spesimen	Pengujian Bending			
	$\sigma_L$ (MPa)	$\epsilon_L$	$E_L$ (MPa)	
Variasi 5% serat	A	2,377	0,041	332,6569
	B	2,731	0,020	324,4781
	C	3,881	0,023	510,3518
rata-rata	2,996	0,028	389,1622	
Variasi 10% serat	A	5,307	0,037	474,7133
	B	4,908	0,047	317,6054
	C	5,695	0,052	389,0068
rata-rata	5,303	0,045	393,7751	
Variasi 15% serat	A	6,132	0,049	417,7415
	B	6,839	0,052	427,1953
	C	7,357	0,041	720,6064
rata-rata	6,776	0,047	521,8477	

Berikut adalah grafik tegangan dan modulus elastisitas uji bending :

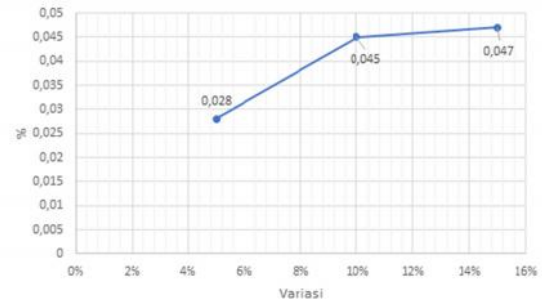


Gambar 13. Grafik tegangan dan modulus elastisitas uji bending

Grafik diatas menyatakan bahwa semakin tinggi fraksi volume serat, dapat berpengaruh pada tegangan beding yang semakin tinggi, ditunjukkan pada fraksi volume 5% serat, besar tegangan bending yaitu 2,996 MPa, lebih kecil dibanding fraksi volume 10% serat, yang sebesar 5,303 MPa. Untuk fraksi volume 15% serat, besarnya tegangan bending yaitu 6,776 MPa, terlihat lebih tinggi dari fraksi volume 5% serat, serta fraksi volume 10% serat. Semakin banyak serat yang digunakan, maka tegangan bendingnya akan semakin naik. Naiknya tegangan disebabkan *green composite* yang memiliki banyak serat mampu menahan beban yang akan diberikan kepada spesimen, dimana beban akan ditahan oleh serat, dan didistribusikan secara merata pada semua bagian spesimen.

Spesimen *green composite* dengan variasi serat 15% memiliki besaran modulus elastisitas yang paling tinggi yaitu 521,8477 MPa. Spesimen *green composite* dengan variasi serat 10% memiliki besaran modulus elastisitas sebesar 393,7751 MPa. Sedangkan nilai modulus elastisitas yang paling

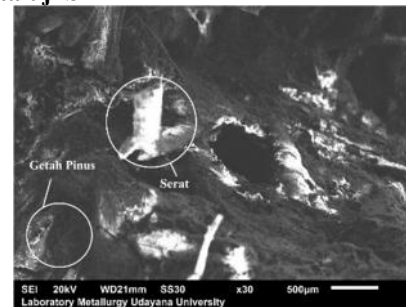
rendah terdapat pada spesimen *green composite* dengan variasi serat 5% dengan besaran modulus elastisitas bending sebesar 389,1622 MPa.



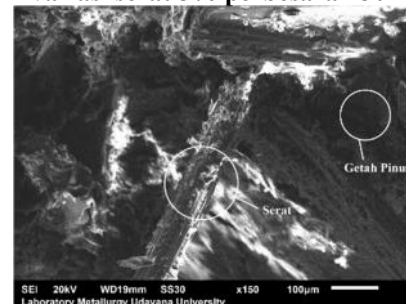
Gambar 14. Grafik regangan bending

Spesimen *green composite* dengan variasi serat 15% memiliki nilai regangan yang paling tinggi yaitu 0,047. Spesimen *green composite* dengan variasi serat 10% memiliki nilai regangan sebesar 0,045. Sedangkan nilai regangan yang paling rendah terdapat pada spesimen *green composite* dengan variasi serat 5% dengan nilai regangan bending sebesar 0,028.

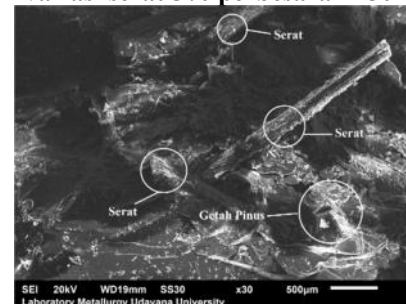
### 4.3 Data uji SEM



Gambar 15. Hasil uji SEM Green Composite variasi serat 5% perbesaran 30x



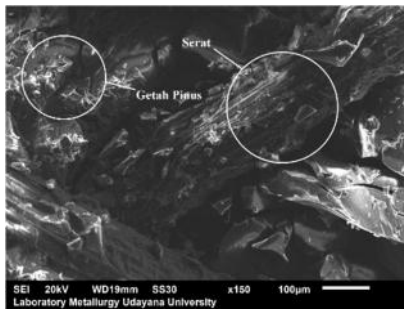
Gambar 16. Hasil uji SEM Green Composite variasi serat 5% perbesaran 150x



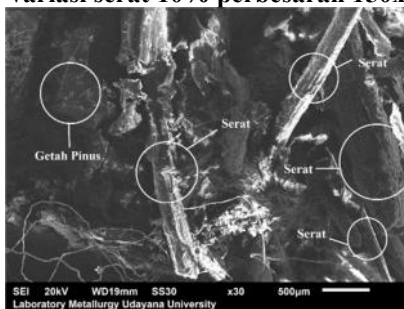
Gambar 17. Hasil uji SEM Green Composite variasi serat 10% perbesaran 30x

Setelah melakukan pengujian SEM (*Scanning Electron Microscope*) di hasilkan foto dari

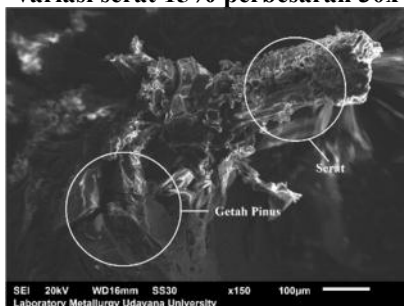
permukaan spesimen. Untuk hasil foto SEM dapat dilihat pada Gambar 15 sampai 20.



**Gambar 18.** Hasil uji SEM Green Composite variasi serat 10% perbesaran 150x



**Gambar 19.** Hasil uji SEM Green Composite variasi serat 15% perbesaran 30x



**Gambar 20.** Hasil uji SEM Green Composite variasi serat 15% perbesaran 150x

Gambar-gambar diatas menunjukkan hasil uji SEM (*Scanning Elctron Microscope*) pada masing-masing variasi fraksi volume *green composite* serat pelepah pisang dengan resin getah pinus, dapat dilihat bahwa fraksi volume sangat berpengaruh dalam kerapatan antara penguat dan matriks. Dapat di bandingkan juga pada gambar 15, gambar 17, dan gambar 19 bahwa jumlah serat sangat terlihat pada gambar.

Gambar-gambar diatas juga telah menunjukkan bahwa antara penguat dan matriks telah terikat dengan baik.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan tentang pengaruh variasi fraksi volume pada *green composite* serat pelepah pisang dengan resin getah pinus terhadap kekuatan bending, densitas, dan SEM dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian bending menunjukkan bahwa *green composite* serat pelepah pisang

dengan resin getah pinus variasi fraksi volume serat 15% memiliki nilai kekuatan bending paling tinggi. Dimana nilai tegangan bending sebesar 6,776 MPa, nilai regangan bending sebesar 0,047, dan nilai modulus elastisitas sebesar 521,8477 MPa.

2. Hasil uji densitas menunjukkan bahwa semakin banyak presentase serat yang ditambahkan kedalam *green composite*, maka densitas dari *green composite* akan semakin menurun.
3. Hasil uji SEM menunjukkan bahwa, dari seluruh specimen telah terjadi ikatan yang sempurna dari penguat dan matriks. Serta prosentase serat sangat mempengaruhi kerapatan spesimen.

## Daftar Pustaka

- [1] Giannitra, D., Kencanawati, C. I. P. K., & Negara, D. N. K. P., 2019, *Karakteristik Akustik Dan Mekanik Dari Green Composite Serat Sabut Kelapa (Cocos Nuciferal) Bioresin Getah Pinus (Pinus Merkusii) Dengan Variasi Waktu Perlakuan Alkali (Naoh)*. Vol. 8 No. 2.
- [2] Khotimah, K., 2015, *Sifat Penyerapan Bunyi Pada Komposit Serat Batang Pisang (SBP) – Polyester*, Vol. 1 No. 1, pp. 91–101.
- [3] Larasati, M. D. (n.d.). *Pohon Pinus (Pinus merkusii): Hutan Pinus, Habitat, Sebaran, Morfologi, Manfaat, dan Budidaya*. Foresteract.
- [4] Saris I Putu, 2018, *Pengaruh Variasi Ketebalan Green Komposit Getah Pinus Dengan Penguat Batang Pisang Terhadap Serapan Bunyi*. Universitas Udayana. Jimbaran.
- [5] Yosua Kristianto, 2017, *Variasi Panjang Dan Fraksi Volume Terhadap Koefisien Serap Bunyi Panel Green Komposit Serabut Kelapa (Cocos nuciferal) Dengan Perekat Getah Pinus (Pinus merkusii)*.

	<p>Putri Wahyu Nur Afifah menyelesaikan studi S1 di Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Bali tahun 2020. Penelitian yang diminati ada pada karakteristik mekanik komposit, dan segala hal yang berhubungan dengan komposit.</p>
--	---