

# Pengaruh Variasi Fraksi Massa Terhadap Kekuatan Bending Dan Morfologi Biokomposit Serat Bambu Tali Dengan Matriks Resin Epoxy

Joshua M. T., C I P Kusuma Kencanawati dan I W Bandem Adnyana  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

Bambu adalah salah satu pilihan bahan baku alternatif non kayu yang tersedia dalam jumlah besar. Bambu mempunyai serat yang panjang dan mempunyai kelebihan untuk urusan panen yang membutuhkan 3 sampai 4 tahun dimana sudah bisa dipanen dibanding pohon jenis kayu yang paling cepat dipanen yakni 8-20 tahun. Komposit merupakan salah satu cara untuk memanfaatkan fungsi bambu dimana bambu masih sangat jarang digunakan sebagai bahan utama komposit. Komposit adalah material baru yang terdiri dari dua bahan material atau lebih dimana karakteristik material yang berbeda. Oleh karena itu bambu akan digunakan sebagai salah satu bahan komposit bersifat penguat yang akan digabungkan dengan resin epoxy sebagai matriksnya. Penelitian ini memiliki sasaran untuk mengenal keistimewaan fisik dan mekanik komposit serat bambu dan resin epoxy dengan variasi serat bambu 10%, 15%, dan 20%. dimana pengujian yang dilakukan adalah uji bending dan uji SEM. Hasil uji bending menunjukkan bahwa serat bambu dengan matrik resin epoxy dengan 20% serat dan 80% matriks memiliki nilai tegangan dan regangan paling tinggi dengan nilai berturut-turut 82,54 Mpa, 0,0153 mm/mm dan didukung juga melalui uji SEM yang menunjukkan ikatan antara serat bambu dan matriks resin epoxy terlihat paling homogen dibanding dengan variasi serat yang lain.

**Kata kunci:** Komposit, resin Epoxy, serat bambu

## Abstract

Bamboo is one of the alternative non-timber raw materials that are available in large quantities. Bamboo is a long fiber and has advantages in terms of harvesting, it only takes 3-4 years to be harvested compared to the fastest growing types of wood trees which takes 8-20 years. Composite is one way to take advantage of the function of bamboo. Bamboo is still very rarely used as the main material of composite. Composite is a new material from engineering which consists of two or more material where the characteristics of the material are different. Therefore, bamboo will be used as a reinforcing composite material which will be combined with epoxy resin as the matrix. This study aims to determine the physical and mechanical characteristics of bamboo fiber and epoxy resin composite with variations of bamboo fiber 10%, 15%, and 20%. where the tests carried out are bending tests and SEM tests. The results of the bending test showed that bamboo fiber with an epoxy resin matrix with a variation of 20% fiber had the highest bending strength value with the stress and strain values respectively 82,54 Mpa, 0.0153 mm/mm and also supported through SEM test which showed the bond between bamboo fiber and epoxy resin matrix is the one looks the most homogeneous compared to other fiber variations.

**Keywords:** Composite, resin epoxy, bamboo fiber

## 1. Pendahuluan

Indonesia adalah salah satu negara dimana mempunyai banyak sekali kekayaan alam yang luar biasa, baik dari segi hasil alam, darat, dan air. Indonesia juga adalah sebuah negara yang mempunyai luas hutan terbesar didunia. Seiring berjalannya waktu maka kebutuhan manusia semakin banyak dan persediaan alam yang semakin sedikit. Oleh sebab itu banyak peneliti berusaha mendapatkan bahan baru untuk pengganti bahan alami yang sudah mulai berkurang salah satunya adalah kayu.

Untuk menanggulangi hal tersebut banyak pilihan non kayu yang dapat digunakan, salah satunya adalah bambu. Bambu memiliki karakteristik

serat yang panjang dan mempunyai keunggulan dalam hal panen yakni hanya 3 sampai 4 tahun telah dapat dipanen lebih cepat daripada kayu membutuhkan 8 - 20 tahun [1]. Indonesia terdapat 143 jenis bambu dimana yang paling sering digunakan adalah jenis bambu tali, betung, andong, dan bambu hitam [2]. Hingga sampai saat ini bambu belum difungsikan dengan maksimal, khususnya di bali bambu sebagian besar digunakan untuk penjur di hari raya besar galungan dan sebagai penahan bangunan sementara saat pembangunan proyek hotel, villa ataupun rumah penduduk yang biasanya setelah dilepas maka tidak digunakan lagi atau dijual kembali. Dalam upaya pemanfaatan lebih terhadap bambu tersebut maka dimanfaatkan secara optimal

dengan menggunakan teknik komposit dimana komposit merupakan material baru yang terdiri dari dua atau lebih dimana memiliki karakteristik yang tidak sama dengan lainnya [3].

Oleh karena itu dalam memaksimalkan bahan bambu tersebut maka digunakan sebagai bahan baku komposit dengan resin epoxy sebagai bahan matriksnya untuk mengetahui sifat mekaniknya yang dapat diketahui melalui morfologi permukaan patahannya sesuai dengan karakteristik yang dicari menggunakan uji bending dan uji SEM, dimana uji bending digunakan untuk mengetahui kekuatan material terhadap beban yang diberikan dan uji SEM untuk melihat morfologinya.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Komposit

Komposit merupakan suatu bahan yaitu serat dan matriks yang terbuat dari dua bahan penyusun atau lebih, komposit juga memiliki sifat fisik dan sifat mekanik yang berlainan dan pada skala makroskopis setiap penyusunnya juga dapat dibedakan [4] komposit dapat dibedakan berdasarkan dari bahan materialnya, yakni yang berasal dari alam yakni biokomposit dan yang tidak berasal dari alam yakni *synthetic*

### 2.2 Uji Bending

Uji bending adalah salah satu upaya pengetesan dimana untuk mengetahui kekuatan material pada saat diberikan beban. Kekuatan bending merupakan tegangan bending tertinggi yang diterima dari pembebanan benda luar tanpa benda uji tersebut mengalami deformasi, dimana pada saat benda uji komposit diuji bending mendapatkan tekanan pada bagian atas dan pada bagian bawah komposit akan mendapatkan regangan. Perhitungan dan pengujian bending ini mengikuti ASTM D790-03.

Tegangan bending

$$\sigma_L = \frac{3P.L}{2b.d^2} \quad (1)$$

Regangan bending

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

Keterangan :

- $\sigma_L$  = Tegangan bending (MPa)
- $\epsilon_L$  = Regangan bending (mm/mm)
- P = Beban (N)
- $\delta$  = Defleksi Spesimen (mm)
- L = Panjang antar tumpuan (mm)
- b = Lebar spesimen (mm)
- d = Tebal spesimen (mm)

### 2.4 SEM

Uji SEM merupakan mikroskop elektron yang difungsikan melihat lapisan terluar dari benda uji yang solid secara langsung, yang dimana dapat melakukan pembesaran 10 sampai 3 juta kali,

kedalaman 4-0.4 mm dengan resolusi 1-10 nm [5]. dan pada pengujian sem ini dilakukan pada pembesaran 40x untuk melihat bentuk morfologi dari biokomposit bambu tali dengan resin epoxy terhadap kekuatan bending.

## 3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan alat dan bahan sebagai berikut:

### 3.1 Alat Penelitian

Pada alat-alat keselamatan kerja (K3) dibutuhkan *hand gloves* dan masker. Pada alat-alat ukur digunakan timbangan digital dan gelas ukur. Pada alat-alat bantu digunakan alat pencampur, kertas aluminium dan mentega. Pada alat pencetakan menggunakan bahan kayu berdasarkan ASTM D790-03. Pada alat uji digunakan alat uji bending dan SEM.

### 3.2 Bahan Penelitian

Bahan yang dipakai pada pengujian ini adalah bahan serat bambu tali yang berasal dari bekas pemakaian penahan sementara bangunan proyek yang dibuat menjadi serat dengan ukuran serat rata-rata 1 cm. Dan pada matriksnya menggunakan resin epoxy.

### 3.3 Komposisi Bahan Biokomposit

Komposisi biokomposit serat bambu tali dengan resin epoxy dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 1. Pembuatan Bahan Komposit**

Komposit	10%:90%	15%:85%	20%:80%
Massa Serat	4,5 gr	6,75 gr	9 gr
Massa Matriks	66,34 gr	62,65 gr	58,97 gr

### 3.4 Proses Pembentukan Biokomposit

Proses dalam pembuatan biokomposit serat bambu tali dengan resin epoxy adalah sebagai berikut:

- 1 Bambu tali dibersihkan dan memilah lapisan ke -3 sampai -5 untuk mendapatkan bahan baku serat yang akan digunakan.
- 2 Serat bambu diberi perlakuan *water retting* selama 14 hari.
- 3 Mengeringkan serat bambu sampai kadar air menghilang dibawah sinar matahari. Hilangnya kadar air diketahui dengan menimbang spesimen secara berulang sampai massanya stabil atau sama.
- 4 Setelah kering, serat pada bambu diekstrak menggunakan sikat kawat atau pisau untuk mendapatkan panjang serat yang diinginkan.
- 5 Serat bambu tali dicampurkan dengan resin epoxy dan diaduk sampai rata
- 6 Campuran serat bambu tali dengan resin epoxy dimasukan kedalam pencetak yang sudah ditutupi kertas aluminium dan mentega

setelah itu diberikan batu dengan berat kurang lebih 5 kg

- 7 Lakukan kembali pada komposisi spesimen yang lain dari awal
- 8 Setelah kering kurang lebih 48 jam, cetakan biokomposit dibongkar
- 9 Potong spesimen sesuai ukuran ASTM
- 10 Spesimen siap diuji

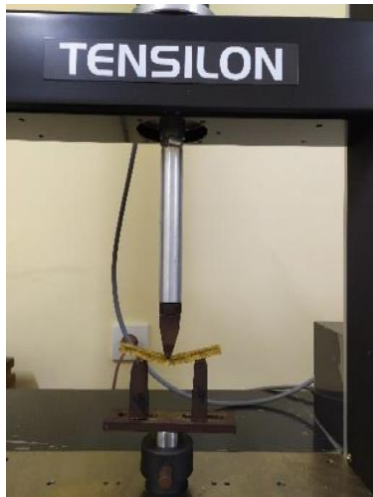


**Gambar 1. Spesimen Uji Bending**

#### 4. Hasil dan Pembahasan

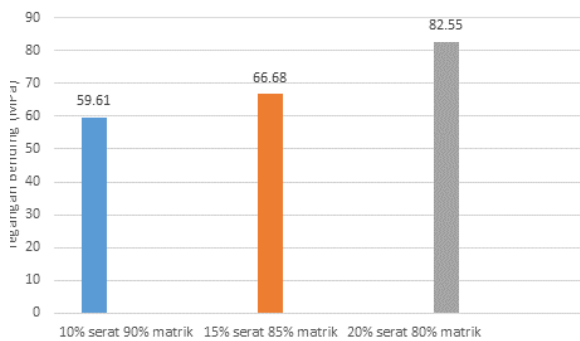
##### 4.1 Uji Bending

Pengujian bending ini menggunakan sebanyak 3 sampel pada setiap variasi fraksi massa.



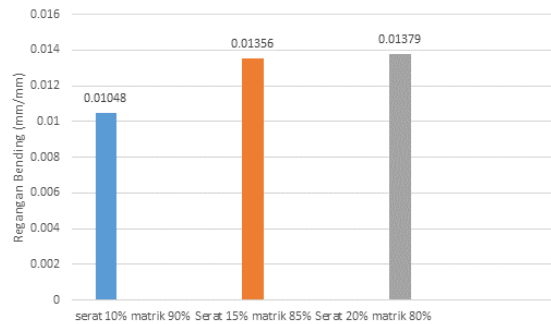
**Gambar 2. Uji Bending Spesimen**

Hasil uji bending yang didapatkan dikalkulasikan dengan cara persamaan pada ASTM D790-03. kemudian hasil yang didapat dibuatkan grafik kekuatan rata-rata tegangan dan kekuatan rata-rata regangan spesimen uji.



**Gambar 3. Grafik Tegangan Bending**

dengan tiga jenis variasi fraksi berat pada serat dan matriks penyusunnya. Spesimen dengan fraksi berat 10% dan 90% memiliki nilai tegangan bending sebesar 59,61 Mpa. Kemudian spesimen dengan fraksi berat serat 15% dan 85% matriks, memiliki nilai tegangan bending sebesar 66,68 Mpa. Spesimen dengan fraksi berat serat 20% dan 80% matriks memiliki nilai tegangan bending sebesar 82,54 Mpa. Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat bahwa banyaknya bahan penguat atau serat pada spesimen akan sangat berpengaruh terhadap kekuatan biokomposit, dimana berdasarkan gambar 3 pada pengujian yang menggunakan serat paling banyak yakni 20% memiliki kekuatan material terbaik dari material uji yang lain.



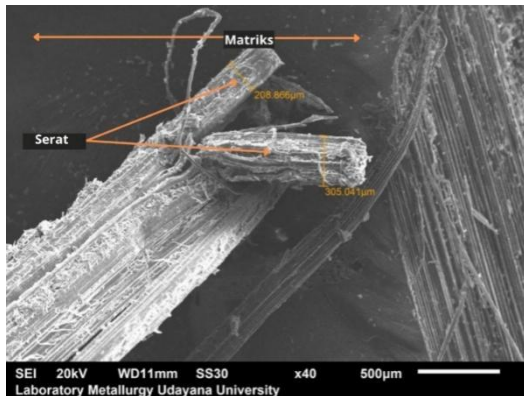
**Gambar 4. Grafik Regangan Bending**

Dengan tiga jenis variasi fraksi berat pada serat dan matriks penyusunnya. Spesimen dengan fraksi berat 10% dan 90% memiliki nilai regangan bending sebesar 0,0105, kemudian spesimen dengan fraksi berat serat 15% dan 85% matriks memiliki nilai tegangan bending sebesar 0,0132, dan juga spesimen dengan fraksi berat serat 20% dan 80% matrik nilai tegangan bending sebesar 0,0153. Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat juga bahwa pada serat 20% yakni menggunakan serat paling banyak memiliki nilai regangan yang paling tinggi dari spesimen uji yang lain dengan serat yang lebih sedikit persentasenya. Pada nilai regangan bending hasil dari pengujian dan grafik diatas memiliki hasil yang sama dengan nilai tegangan bending dimana semakin banyak serat yang digunakan maka nilai regangan akan semakin baik.

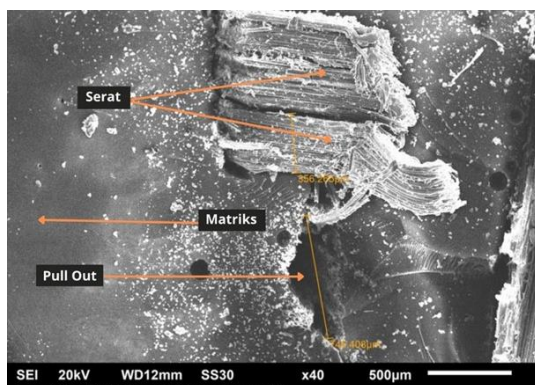
##### 4.4 Uji SEM

Pengujian SEM dilakukan sebanyak 3 kali dengan menguji masing – masing satu spesimen per variasinya, dimana perbesarannya adalah 40x. Hasil dari uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) dapat kita lihat dan amati seperti gambar disini.

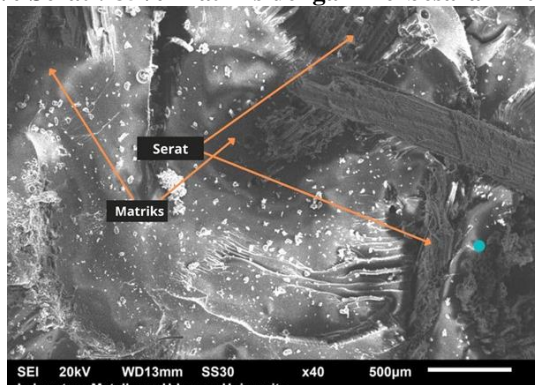
Berdasarkan hasil uji SEM pada setiap komposisi komposit. Dapat dilihat bahwa pada gambar 5 fraksi volume 10 % serat dan 90% epoxy hasilnya jarak antar serat yang cukup jauh yang mengakibatkan kekuatan pada komposit tidak terlalu bagus meskipun pada gambar tersebut jarang dan cukup sulit ditemukannya *void*.



**Gambar 5 Hasil Uji SEM Biokomposit Fraksi Variasi 10% Serat : 90% Matriks dengan Perbesaran 40x**



**Gambar 6 Hasil Uji SEM Biokomposit Variasi 15 % Serat : 85% Matriks dengan Perbesaran 40x**



**Gambar 7 Hasil Uji SEM Biokomposit Variasi 20% Serat : 80% Matriks dengan Perbesaran 40x**

Sedangkan pada gambar 6 pada fraksi volume 15% serat dan 85% epoxy, dapat dilihat bahwa jarak antar serat sudah mulai semakin homogen dengan matriks epoxy tersebut meskipun ditemukan beberapa void terjadi pada spesimen tersebut tetapi hasil dari kekuatan bending dengan serat 15% masih lebih bagus dibanding dengan serat 10% yang dimana berarti serat sangat berpengaruh pada kekuatan suatu komposit dan juga pada gambar 6 ditemukannya pull out yang menunjukkan pembeda antara void dan hasil patahan serat yang ketarik keluar pada saat pengujian bending. Sedangkan pada gambar 7 pada fraksi volume 20% serat dan 80% epoxy dapat dilihat

bahwa serat dan epoxy memiliki kerapatan yang jauh lebih baik dibanding dengan serat 15% dan lebih sedikit ditemukannya void. Yang membuat hasil uji bending serat 20% paling baik dari ketiga spesimen komposit tersebut.

## 5. Kesimpulan

Berlandaskan hasil pengujian yang dilakukan tentang karakteristik fisik dan mekanik komposit serat bambu tali dengan matrik resin epoxy dengan melakukan pengujian terhadap sifat bending dan bentuk struktur morfologi melalui uji SEM, maka disimpulkan :

1. Hasil uji bending menunjukkan komposit serat bambu tali dengan matriks resin epoxy dengan pembentukan 20% serat : 80% matriks mendapatkan kekuatan bending paling tinggi dengan tegangan 82,54 MPa dan regangan 0,0153.
2. Hasil uji SEM menunjukkan bahwa hasil pengujian bending berbanding lurus dengan gambar morfologi spesimen, karena dapat dilihat bahwa pada serat 20% hubungan antara serat dan epoxy semakin homogen yang mengakibatkan kekuatan bending pada serat 20% menjadi paling bagus dibanding dengan serat 10% dan 15%.

## Daftar pustaka

- [1] Rusnoto, 2017, *Studi Pengaruh Panjang Serat Bambu pada Kekuatan Impak Komposit Matrik Polyester*, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Pancasila Tegal.
- [2] Xiao Y., 2008, *Modern Bambu Structure, Proceeding of First International Conference on Modern Bambu Structure*, Changsha, China.
- [3] Giannitra D., Kencanawati, C.I.P.K., & Negara, D.N.K.P., 2019, *Karakteristik Akustik Dan Mekanik Dari Green Composite Serat Sabut Kelapa (Cocos Nucifera) Bioresin Getah Pinus (Pinus Merkusii) Dengan Variasi Waktu Perlakuan Alkali (Naoh)*, Teknik Desain Mekanika. Vol. 8, No. 2.
- [4] Maryanti B., Sonief A.A., Wahyudi S., 2011, *Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa Poliester Terhadap Kekuatan Tarik*, Jurnal Rekayasa Mesin, Vol.2 No.2, pp. 123-129.
- [5] Yudi, 2011, *Scanning Electron Microscope (SEM) dan Optical Emission Spectroscopy (OES)*, Wordpress.

	<p><b>Joshua Maruli Tambunan</b> menyelesaikan studi SMA di SMA Negeri 3 Singkawang pada tahun 2015 dan melanjutkan studi S1 di Universitas Udayana pada Program Studi Teknik Mesin, dan dapat menyelesaikan studi S1 pada tahun 2021.</p>
<p>Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik polimer komposit.</p>	