

Pengaruh Variasi Fraksi Volume Pada Biokomposit Serat Kulit Buah Pinang/ Serat Pelepah Pisang/ Matriks LDPE Terhadap Kekuatan Bending Dan Penyerapan Air

Kadek Jayantara¹⁾, Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati²⁾, I Gusti Ngurah Priambadi³⁾

Program studi Teknik mesin Universitas Udayana, Bukit, Jimbaran Bali

Abstrak

Perkembangan industri manufaktur dalam bidang material di era globalisasi ini senantiasa dituntut agar lebih ramah lingkungan. Pengembangan material komposit diharapkan bisa mengganti komposit serat sintetis ke komposit serat alam. Penggunaan biomaterial merupakan salah satu solusi dalam mengatasi masalah lingkungan. Salah satu biomaterial yang dapat dimanfaatkan dalam komposit adalah serat kulit buah pinang dan serat pelepah pisang. Pengujian ini dilakukan dengan memadukan antara serat pelepah pisang dan serat kulit buah pinang yang dikombinasikan dengan plastik berjenis LDPE dan memvariasikan fraksi volume serat pada 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5% dan dilakukan treatment pada serat di dalam larutan dengan persentase 5% NaOH. Proses pembuatan komposit menggunakan acuan ASTM D790-03 untuk uji bending dan ASTM D570-98 untuk penyerapan air. Pengamatan foto mikro menggunakan mikroskop Nikon Eclipse LV150 dengan pembesaran 5X. Semakin tinggi persentase fraksi volume terjadi penurunan kekuatan pada komposit. Kekuatan bending tertinggi terdapat pada fraksi volume serat 5% dengan nilai kekuatan bending rata-rata sebesar 11,478 Mpa. Pada penyerapan air nilai tertinggi terdapat pada fraksi volume serat 10% dengan nilai 11,03%. Ikatan antara serat dan matriks dapat dilihat dari pengamatan morfologi melalui foto mikro.

Kata Kunci: Serat pelepah pisang, serat kulit buah pinang, komposit hybrid

Abstract

The development of the manufacturing industry in the material sector in the era of globalization is always required to be more environmentally friendly. The development of composite materials is expected to replace synthetic fiber composites to natural fiber composites. The use of biomaterials is one solution in overcoming environmental problems. One biomaterial that can be utilized in composites is betel nut skin fiber and banana leaf fiber. The test was carried out by combining banana leaf fiber and betel nut skin fiber combined with LDPE type plastic and varying the fiber volume fraction at 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5% and treatment was carried out on fiber in solution with a percentage of 5% NaOH. The composite manufacturing process use ASTM D790-03 reference for bending test and ASTM D570-98 for water absorption. Micro photo observation using Nikon Eclipse LV150 microscope with 5X magnification. The higher the percentage of volume fractions there is a decrease in strength in the composite. The highest bending strength is found in the 5% fiber volume fraction with an average bending strength value of 11,478 Mpa. In water absorption the highest value is found in the fraction of fiber volume of 10% with a value of 11,03%. The bond between the fiber and the matrix can be seen from morphological observations through micro photo.

Keywords: Banana leaf fiber, betel nut skin fiber, hybrid composite

1. Pendahuluan

Perkembangan di industri material di era globalisasi semakin dituntut untuk lebih ramah lingkungan. Pengembangan komposit bertujuan untuk menggantikan komposit serat sintetis dengan komposit serat alam. Secara alami, hal ini dimaksudkan untuk membentuk bahan yang alami dan mudah terurai (biodegradable). Penggunaan biomaterial merupakan solusi untuk mengatasi permasalahan lingkungan. Biomaterial yang akan dikembangkan adalah biokomposit. Pada dasarnya serat merupakan bahan dasar sumber kekuatan bahan komposit. Beberapa sifat khusus dari komposit adalah ringan, kuat, tahan terhadap korosi dan dapat bersaing dengan logam tanpa mengorbankan sifat mekanik dan kekuatannya [1].

Serat pelepah pisang merupakan salah satu bahan baku komposit alternatif yang lebih murah dan terjangkau. Menurut Badan Pusat Statistik Bali, produksi pisang Gianyar mencapai 59.563 ton/tahun pada 2020, dan produksi pisang Bali mencapai 242.242 ton/tahun pada 2020. Selama ini batang pisang dibuang begitu saja dan dijadikan limbah pertanian. Mengingat sumber daya yang melimpah, pohon pisang sangat mungkin untuk dicari menjadi komoditas yang pemanfaatannya lebih dimaksimalkan.

Serat pinang sendiri masih sangat minim dimanfaatkan menjadi barang yang lebih berguna dan tidak dipungkiri sabut pinang tersebut akan terbuang percuma dan akan menjadi limbah pertanian. Serat buah pinang sendiri memiliki kekuatan yang cukup tinggi dimana kekuatan dari serat tunggal buah

pinang senilai 148 Mpa [2]. Pengembangan komposit serat pinang di Indonesia memiliki potensi yang besar karena kandungan seratnya yang melimpah.

Salah satu penghasil sampah plastik terbesar di dunia adalah Indonesia. Setiap tahun Indonesia dapat menghasilkan 6,8 juta ton sampah plastik, di mana sekitar 4,8 juta ton di antaranya tidak dikelola dengan baik dan sekitar 620.000 ton per tahun mengalir ke perairan dan laut [3]. Sampah plastik biasanya dikelola dengan metode timbunan dan pembakaran, namun tentunya cara ini tidak terlalu efektif karena proses timbunan tersebut mempengaruhi kualitas air tanah dan dapat mengakibatkan penurunan kesuburan tanah. Proses pembakaran akan menyebabkan pemanasan global karena pembakaran akan menghasilkan gas CO_2 .

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan bending optimal dan penyerapan air minimum pada komposit LDPE yang diperkuat dengan serat pinang dan serat pisang. Masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah pengaruh fraksi volume serat dengan variasi perendaman dalam NaOH terhadap kekuatan bending dan penyerapan air dari komposit. Untuk mencapai hasil yang diinginkan dari luasnya masalah yang ada, maka perlu dilakukan pembatasan antara lain:

1. Penelitian ini menggunakan serat pinang dari jenis *Areca Catechu L* yang tumbuh di kabupaten Gianyar. Dalam penelitian ini karakteristik dari serat kulit pinang diasumsikan sama.
2. Penelitian ini memanfaatkan serat dari pelepah pisang kepok dari jenis *Musa Paradisiaca* yang didapat dari perkebunan di desa Bukit Batu, Gianyar. Dalam penelitian ini karakteristik serat pelepah pisang diasumsikan sama.
3. Penelitian ini menggunakan matriks berupa LDPE (*Low-Density Polyethylene*) Murni yang karakteristik pada LDPE diasumsikan sama.
4. Percobaan dari penelitian ini menggunakan variasi waktu perendaman pada serat selama 2 jam dengan persentase NaOH 5%.

2. Dasar Teori

2.1. Uji Bending

Uji bending dapat di definisikan sebagai pengujian mekanik bahan dengan memberi beban tekan ditengah bahan hingga bahan mengalami perubahan bentuk hingga patahan.

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

σL = Tegangan bending (MPa), P = Beban (N), L = Panjang span (mm), b = Lebar benda uji (mm), d = Tebal benda uji (mm)

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

εL = Regangan bending (mm), δ = Defleksi benda uji (mm)

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

E_L = Modulus elastisitas (MPa), m = Tangen garis lurus pada load deflection curve (N/mm)

2.2. Uji Penyerapan Air

Penyerapan air merupakan kemampuan suatu bahan dalam proses penyerapan cairan dalam kurun waktu tertentu. berikut adalah rumus untuk mengukur penyerapan air komposit :

$$\text{Serap Air} = \frac{wa-wo}{wo} \times 100\% \quad (4)$$

Wa = Massa basah dari spesimen uji (gr), Wo = Massa kering dari spesimen uji (gr)

2.3. Densitas Bahan

Densitas Merupakan kuantitas fisik yaitu perbandingan antara massa terhadap volume, dapat dirumuskan dengan:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (5)$$

Pada pengukuran densitas dapat menggunakan metode archimedes yang dapat mengukur kepadatan material dalam bentuk padat, dan diukur menggunakan timbangan digital, beserta direndam dengan minyak tanah. Dapat ditunjukkan melalui persamaan:

$$\rho_s = \frac{m_u}{m_u - m_m} \times \rho_m \quad (6)$$

ρ_s = massa jenis benda (g/cm^3), m_u = massa benda kering (g), m_m = massa benda saat di rendam minyak tanah (g), ρ_m = massa jenis minyak tanah ($0,83 g/cm^3$)

3. Metode Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.1 Alat

1. Ember untuk tempat perendaman dan pembilasan.
2. cutter dan gunting untuk pemotongan serat.
3. Kotak plastik untuk penyimpanan serat.
4. timbangan digital untuk penimbangan serat dan LDPE.
5. kompor dan wajan untuk pencairan LDPE.
6. cetakan kue untuk pencetakan komposit.
7. gergaji besi untuk pemotongan komposit.
8. Amplas kasar untuk penghalusan permukaan komposit setelah dipotong.
9. sarung tangan dan masker untuk keselamatan kerja.
10. alat pencatat waktu.
11. Sendok.

3.2 Bahan

Bahan yang digunakan antara lain Serat pelepah pisang kepok (*Musa Paradisiaca*) yang diambil dari desa bukit batu, kec. Gianyar dan Serat pinang yang diambil dari kulit buah pinang dari jenis Areca Catechu L. matriks atau pengikat yang digunakan adalah plastik dari jenis *low density polyethylene* (LDPE).

3.3 Persiapan Serat

Dalam pengolahan pelepah pisang dan kulit buah pinang sebelum menjadi serat dilakukan perendaman selama 2 minggu untuk membusukan pelepah dan kulit buah pinang agar lebih mudah dalam pengambilan serat. Proses pengambilan serat dilakukan manual dengan menyisir sisa daging pelepah pisang menggunakan sendok hingga didapat seratnya. Sedangkan pengambilan serat kulit buah pinang dilakukan dengan memisahkan kulit buah pinang dari bijinya, kemudian serat dicuci menggunakan larutan aquades agar kotoran yang menempel hilang. Langkah berikutnya serat pelepah pisang dan kulit buah pinang yang sudah bersih dikeringkan dibawah sinar matahari hingga massa serat konstan. Saat serat sudah kering dan dipisah untuk menghindari serat yang menempel, dilakukan perendaman dalam larutan NaOH kemudian dibilas dengan aquades dan keringkan kembali. Potong masing-masing serat dengan ukuran 10 mm.

3.4 Pencetakan Spesimen

Terdapat beberapa langkah dalam proses pencetakan spesimen komposit anantara lain :

1. Timbang serat dan Matriks LDPE sesuai dengan fraksi volume yang telah ditentukan.
2. Panaskan LDPE hingga mencapai suhu lelehnya. Suhu pencairan LDPE berkisar antara 110 °C-130 °C.
3. Setelah LDPE sudah mencair tunggu selama 10 detik hingga suhu LDPE sedikit turun agar saat pencampuran dengan serat, serat tidak gosong.
4. Campurkan serat sesuai persentase yang sudah ditentukan kedalam cairan LDPE dan aduk hingga serat dan LDPE tercampur merata.
5. Tuangkan campuran LDPE dan serat kedalam cetakan hingga merata dan tunggu 1-2 jam hingga suhu komposit menurun dan campuran LDPE dan serat mengeras.
6. Setelah spesimen mengeras keluarkan secara perlahan dari cetakan agar spesimen tidak mengalami kerusakan.
7. Ulangi langkah tersebut sesuai dengan jumlah fraksi yang dibuat.

4. Hasil Dan Pembahasan

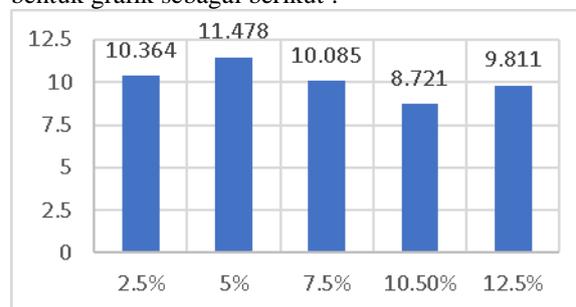
4.1. Penimbangan Densitas Bahan

Setelah dilakukan penimbangan didapat hasil massa pada udara dan massa pada minyak dari serat kulit buah pinang dan serat pelepah pisang. Densitas

dari serat kulit buah pinang didapat senilai 1,32 gr/cm^3 sedangkan densitas dari serat pelepah pisang didapat senilai 0,71 gr/cm^3 .

4.2. Hasil Uji Bending

Hasil pengujian bending ditampilkan dalam bentuk grafik sebagai berikut :

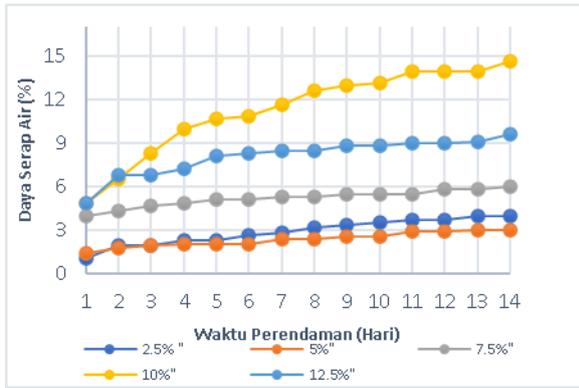


Gambar 1. Grafik hubungan kekuatan bending terhadap fraksi volume

Berdasarkan data dari grafik diatas, rata-rata kekuatan bending tertinggi terdapat pada komposit dengan fraksi volume serat 5% dengan nilai 11,478 Mpa. Pada fraksi volume serat 10% didapat nilai rata-rata sebesar 8,721 Mpa. Dengan demikian terjadi penurunan kekuatan pada komposit serat kulit buah pinang dan pelepah pisang. penurunan kekuatan komposit kemungkinan diakibatkan karena adanya void akibat kurang sempurna ikatan antara serat dengan resin [4]. Penyebab lain dari penurunan kekuatan bending komposit adalah semakin besar fraksi volume serat maka semakin berkurang matriks yang mengikat sehingga ikatan antara matriks dengan penguat semakin lemah dan kurang meratanya penyebaran serat pada saat pencetakan dan juga terdapat void dalam komposit juga diduga menjadi alasan lain penurunan kekuatan bending komposit [5]

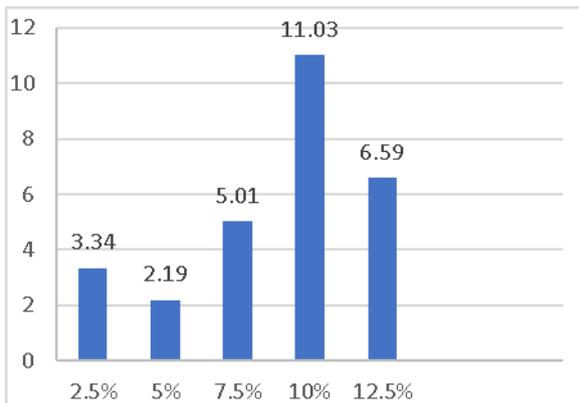
4.3 Hasil Uji Daya Serap Air

Uji daya serap air dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya hisap komposit terhadap air dalam kurun waktu tertentu. Pengujian dilakukan selama 2 minggu dan spesimen ditimbang setiap 24 jam.



Gambar 2. Grafik Hubungan daya serap air terhadap waktu perendaman

berdasarkan gambar 2 peningkatan penyerapan air komposit dipengaruhi peningkatan fraksi volume serat.



Gambar 3. Grafik hubungan daya serap air terhadap fraksi volume

Berdasarkan gambar 3 perbandingan penyerapan air pada komposit, fraksi volume serat 10% memiliki rata-rata penyerapan air tertinggi sebesar 11,03%. Untuk rata-rata penyerapan air terendah didapat pada fraksi volume serat 5% sebesar 2,19%. Daya penyerapan air pada komposit dipengaruhi oleh ikatan serat dengan matriks, semakin bagus ikatan serat dengan matriks maka daya penyerapan air akan semakin kecil hal ini dipengaruhi oleh terbentuknya void karena ikatan yang kurang baik antara serat dengan matriks sehingga laju penyerapan air kedalam komposit akan semakin meningkat. Serat alam memiliki sifat hidrofilik sehingga menyebabkan penambahan massa akibat penyerapan air, hal ini dikarenakan struktur permukaan serat tetap, rongga-rongga yang terbuka memudahkan penyerapan air.[6].

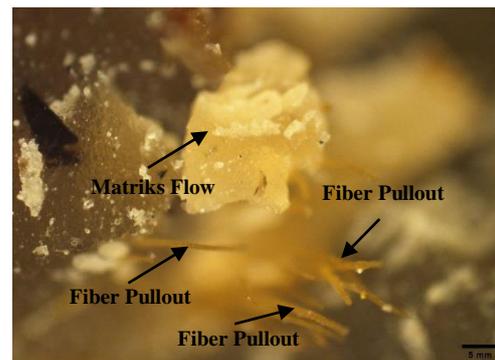
4.4. Hasil Pengamatan Mikro



Gambar 4. Foto mikro spesimen 2,5% serat



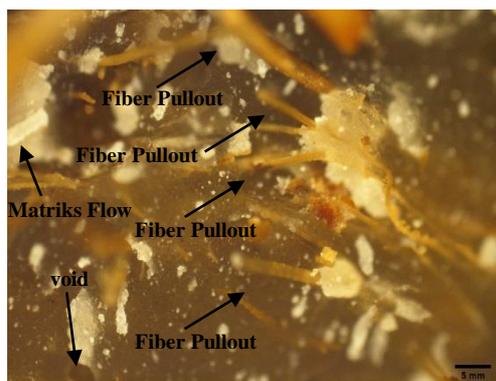
Gambar 5. Foto mikro spesimen 5% serat



Gambar 6. Foto mikro spesimen 7,5% serat



Gambar 7. Foto mikro spesimen 10% serat



Gambar 8. Foto mikro spesimen 12,5% serat

Berdasarkan hasil foto mikro, terlihat bahwa distribusi matriks pada setiap spesimen berbeda, hal tersebut dikarenakan variasi fraksi pada setiap spesimen. Pada gambar 4 dan 5 serat memiliki ikatan antara serat dan matriks paling baik karena terdapat lebih banyak overload dibanding fiber pullout sejalan dengan hasil uji bending pada fraksi ini yang memiliki nilai tertinggi dan hasil uji penyerapan air dengan nilai penyerapan air terendah. Pada gambar 7 dan 8 menyatakan ikatan serat dengan matriks yang kurang baik karena terdapat lebih banyak fiber pullout dibanding overload yang mengakibatkan kekuatan pada komposit menurun. Hal ini sejalan dengan daya penyerapan air pada variasi fraksi volume 10% dimana ikatan serat dan matriks yang kurang baik yang mengakibatkan adanya rongga udara pada komposit mengakibatkan daya penyerapan air pada pada spesimen ini memiliki daya penyerapan tertinggi dibanding fraksi komposit yang lain.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan tentang berapa komposisi serat pada komposit hybrid serat kulit buah pinang dan serat pelepah pisang terhdapat kekuatan bending dan penyerapan air, diperoleh kekuatan bending tertinggi terjadi pada fraksi volume serat 5% dengan nilai rata-rata tegangan bending sebesar 11.478 Mpa, sedangkan kekuatan bending terendah terjadi pada fraksi volume serat 10% dengan nilai rata-rata tegangan bending sebesar 8.721 Mpa. Sedangkan nilai persentase daya serap air tertinggi terjadi pada fraksi volume serat 10% dengan nilai rata-rata daya penyerapan air sebesar 11.03%, sedangkan daya penyerapan air terendah terjadi pada fraksi volume serat 5% dengan nilai rata-rata daya penyerapan air sebesar 2.19%.

6. Daftar Pustaka

[1] Enda Apriani. 2017. *Analisa Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Limbah Dari Serat Kelapa Muda, Batang Pisang Dan Kertas Bekas Terhadap Kekuatan Bending Sebagai Papan Komposit*. Jurnal Engine, 1 (1) : 42.

- [2] Kencanawati, CIPK., NPG Suardana, I Ketut Gede Sugita, I W Budiassa Suyasa. 2019. *Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekuatan Impact Greencomposite Serat Kulit Buah Pinang Degan Matriks Getah Pinus*. Jurnal Energi Dan Manufaktur, 12 (1) : 33-34.
- [3] National Plastic Action Partnership (NPAP) Indonesia. 2020. *Financing System Change To Radically Reduce Plastic Pollution In Indonesia*. A Financing Roadmap Developed By The Indonesia National Plastic Action Partnership. Briefing Paper November, : 2.
- [4] I G. Widiartha, Herlina S, Sujita. 2012. *Study Kekuatan Bending Dan Struktur Mikro Komposit Polyethylene Yang Diperkuat Oleh Hybrid Serat Sisal Dan Karung Goni*. Jurnal Dinamika Teknik Mesin, 2 (2) : 96-97.
- [5] Darmansyah, Jennifer M. Togatorop, Edwin Azwar. 2018. *Sintesis Mekanik Komposit*



Kadek Jayantara

Menyelesaikan studi S1 di Universitas Udayana Program Studi Teknik Mesin

Bidang konsentrasi pada penelitian adalah Rekayasa Manufaktur

Epoxy Berpenguat Serat Tebu (Tinjauan Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekuatan Bending. Jurnal Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri, Universitas Lampung : 154.

- [6] Josef M, Yudi Suryawan , Rudy Soenoko. 2013. *Pengaruh Perlakuan Silane Dan NaOH Pada Permukaan Serat Kontinyu Limbah Epulur Sagu (Metroxylon Sp) Terhadap Daya Serap Air Dan Kekuatan Bending*. Jurnal Rekayasa Mesin, 4 (2) : 212-219.

