

# Pengaruh Variasi Fraksi Volume Biokomposit Serat Daun Nanas dan Resin Epoxy-Polyester Terhadap Kekuatan Bending dan Daya Serap Air

Muhammad Veros Diega, Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati, dan Dewa Ngakan Ketut Putra Negara

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

Pengembangan industri komposit di Indonesia memerlukan bahan alternatif yang lebih ramah lingkungan, ekonomis, tersedia dalam jumlah besar, berkualitas tinggi, dan dapat terbarukan. Saat ini, industri komposit di Indonesia masih mengandalkan bahan dari sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui, seperti kaca, karbon, dan aramid. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan bahan baku yang ramah lingkungan untuk material penguat komposit, seperti serat alami. Di Indonesia, terdapat berbagai serat alami yang dapat digunakan, seperti serat bambu, tebu, pisang, ijuk, dan lainnya. Penggunaan serat-serat ini sebagai penguat komposit dapat menjadi alternatif yang lebih baik bagi industri komposit di Indonesia. Penelitian ini juga menggunakan campuran resin epoxy-polyester dengan perbandingan 9:1 dan hardener 2:1 sebagai matriks. Komposisi serat dengan resin menggunakan fraksi volume 5% serat : 95% resin, 10% serat : 90% resin, dan 15% serat : 85% resin. Spesimen dibuat menggunakan cetakan akrilik dengan teknik hand layup. Ukuran spesimen sesuai dengan ASTM D790-03 untuk Uji Bending dan ASTM D570-98 untuk Uji Daya Serap Air. Data hasil uji bending menunjukkan bahwa tegangan dan modulus elastisitas bending tertinggi terdapat pada variasi 15% serat daun nanas sebesar 35,969 MPa dan 0,918 MPa, sementara nilai regangan tertinggi pada variasi 10% sebesar 9,409%. Namun, variasi 15% memiliki nilai regangan terendah sebesar 3,773%. Pada uji daya serap air, hasil serapan tertinggi diperoleh pada fraksi 15% serat sebesar 3,36%, dan serapan terendah pada fraksi 5% serat sebesar 2,27%. Dengan hasil pengujian daya serap air diatas pada fraksi 15% serat menjadi nilai tertinggi resapan. Ini terjadi karena serat mempengaruhi kemampuan serap air spesimen.

Kata kunci: Serat Daun Nanas, Resin Epoxy, Resin Polyester, Campuran Resin Epoxy Polyester, Fraksi Volume, Uji Bending, Uji Daya Serap Air

## Abstract

The development of the composite industry in Indonesia requires alternative materials that are more environmentally friendly and oriented towards low prices, abundant quantities, high quality, and environmental friendliness. So far, the development of composites in Indonesia has been focused on non-renewable natural resources such as glass, carbon, and aramid. Therefore, it is necessary to develop environmentally friendly composite material reinforcement materials, such as natural fibers. Natural fiber composites are abundant in Indonesia, including bamboo fibers, sugarcane fibers, banana fibers, and others. Utilizing these fibers as composite reinforcement can become a better alternative for the composite industry in Indonesia. This study also uses a mixed epoxy-polyester resin with a ratio of 9:1 and a hardener of 2:1 as the matrix. The composition of fibers with resin uses a volume fraction of 5% fibers: 95% resin, 10% fibers: 90% resin, and 15% fibers: 85% resin. It is molded using an acrylic mold with a hand lay-up technique. The specimen size is based on ASTM D790-03 for bending tests and ASTM D570-98 for water absorption tests. Data from the bending test results show that the highest bending stress and modulus of elasticity values are obtained in the 15% variation of pineapple leaf fiber at 35.969 Mpa and 0.918 Mpa, while the highest strain value in the 10% variation is 9.409%. However, the 15% variation has the lowest strain value of 3.773%. In the water absorption test, the highest absorption was obtained in the 15% fiber fraction of 3.36 % and the lowest absorption in the 5% fiber fraction of 2.27%. With the results of the water absorption test above, the 15% fiber fraction became the highest absorption value. This happens because fiber affects the water absorption ability of the specimen.

Keywords: Pineapple Leaf Fiber, Epoxy Resin, Polyester Resin, Epoxy Polyester Resin Blend, Volume Fraction, Bending Test, Water Absorbency Test

## 1. Pendahuluan

Material komposit menawarkan potensi besar untuk berbagai aplikasi teknik karena sifat mekanisnya yang bervariasi dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Karakteristik mekanis dari material komposit polimer

diperoleh dari pemilihan serat dan matriks serta metode manufaktur yang digunakan.

Menurut Hadi (2016), industri komposit di Indonesia perlu dikembangkan dengan mencari bahan komposit alternatif untuk memenuhi permintaan yang semakin meningkat

[2]. Saat ini, perkembangan komposit di Indonesia masih mengandalkan sumber daya alam *non renewable* atau tidak dapat diperbarui kembali seperti gelas, karbon, dan aramid sehingga perlu dikembangkan bahan penguat komposit yang ramah lingkungan, seperti serat alami. Indonesia memiliki banyak sumber serat alami, seperti serat bambu, serat tebu, serat pisang, dan ijuk.

Salah satu serat alam yang dapat dipertimbangkan adalah serat daun nanas, karena tanaman nanas sudah banyak dibudidayakan di Indonesia, serta memiliki potensi sumber daya alam yang signifikan. Hingga kini, tanaman nanas sebagian besar dimanfaatkan untuk buahnya sebagai sumber pangan, sementara daunnya dapat digunakan sebagai penghasil serat. Pemanfaatan serat daun nanas dalam komposit polimer merupakan alternatif yang baik, mengingat serat ini dikenal akan kekuatannya, memiliki kualitas tinggi, dan permukaan yang halus [3].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi volume biokomposit serat daun nanas dan resin epoxy-polyester terhadap kekuatan bending dan uji daya serap air. Rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah, bagaimana pengaruh variasi fraksi volume biokomposit daun nanas dan resin *epoxy-polyester* terhadap kekuatan bending dan uji daya serap air.

Adapun batasan-batasan yang ditetapkan dalam penelitian ini antara lain:

1. Pembuatan komposit menggunakan teknik *press hand lay-up*
2. Parameter lingkungan tertentu seperti suhu dan kelembaban diasumsikan homogen.
3. Jenis nanas yang digunakan berjenis *Smooth Cayenne (Ananas comosus var. comosus)*

## 2. Dasar Teori

### 2.1. Komposit

Komposit terdiri dari dua komponen utama, yaitu matriks yang berperan sebagai pengikat atau pelindung dan pengisi yang berfungsi sebagai filler. Menurut Muhajir (2016), matriks umumnya terbuat dari bahan resin [4]. Resin akan mengikat material sehingga beban yang dikenakan pada komposit akan terbagi rata.

### 2.2. Biokomposit

Biokomposit adalah jenis komposit yang menggunakan bahan dasar yang berasal dari sumber-sumber alami atau organik, seperti tumbuhan, serat, dan bahan-bahan organik lainnya. Bahan dasar dalam biokomposit dapat termasuk serat tumbuhan seperti kayu atau rami,

amilum, polimer alami seperti selulosa, atau bahkan protein. Biokomposit sering digunakan dalam upaya untuk mengurangi dampak lingkungan, karena bahan-bahan dasarnya lebih berkelanjutan dan dapat terurai secara alami [6].

### 2.3. Resin Epoxy

Resin epoxy merupakan salah satu jenis resin yang dibuat menggunakan bahan kimia dan bisa mengeras dalam waktu lambat. Resin ini memiliki kelebihan yaitu tidak mudah pecah maupun tergores.



Gambar 1. Resin Epoxy Sikadur 52-id

### 2.4. Resin Polyester

Resin polyester adalah resin termoset cair dengan viskositas rendah dan cukup banyak digunakan dalam banyak bidang. Penambahan katalis akan membuat resin polyester mengeras pada suhu ruang 20°C – 25°C. Pada umumnya resin polyester bersifat kuat, keras dan tahan terhadap asam, basa, serta panas. Polyester juga tergolong memiliki harga yang murah dibanding resin lainnya.



Gambar 2. Resin Polyester Yakulac 157 BQTN

### 2.5. Serat Daun Nanas

Serat dari daun nanas muda (pineapple-leaf-fibres) memiliki kekuatan yang relatif lebih rendah dan panjang serat yang lebih pendek dibandingkan dengan serat yang berasal dari daun nanas tua [2]. Secara kimia, komponen utama serat adalah selulosa, meskipun serat tersebut juga mengandung lemak dan lilin, hemiselulosa, lignin, pektin, serta zat pewarna yang memberi warna pada serat. Kandungan

kimia ini dapat bervariasi tergantung pada jenis atau varietas nanas [3].



Gambar 3. Serat Daun Nanas

### 2.6. Fraksi Volume

Pada umumnya perbandingan antara serat dan matrik ditunjukkan dalam bentuk fraksi volume serat atau fraksi berat serat. Fraksi volume serat lebih sering digunakan karena tingkat keakuratan yang lebih tinggi dan lebih mudah menentukan nilai perbandingan 12 antara serat dan matriks.

### 2.7. Uji Bending

Uji bending merupakan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan terhadap bending atau pembengkokan. Pada pengujian ini menggunakan *three point* bending yang menggunakan jenis tumpuan bebas.



Gambar 4. Proses Uji Bending

### 2.8. Uji Daya Serap Air

Daya serap air (*water absorption*) pada biokomposit serat daun nanas merupakan uji fisik untuk mengetahui kemampuan 15 biokomposit serat daun nanas menyerap air. Pengujian disini dilakukan dengan cara mengukur selisih berat sebelum dan sesudah perendaman di dalam air selama 2 minggu dan ditimbang per 24 jam.

## 3. Metode penelitian

### 3.1. Alat

1. Alat uji : Alat Uji Bending Tensilon RTG-1250 (ASTM D790-03) dan Uji Daya Serap Air (ASTM D570-98).
2. Alat cetak : Cetakan terbuat dari bahan akrilik dengan bentuk persegi. Bahan

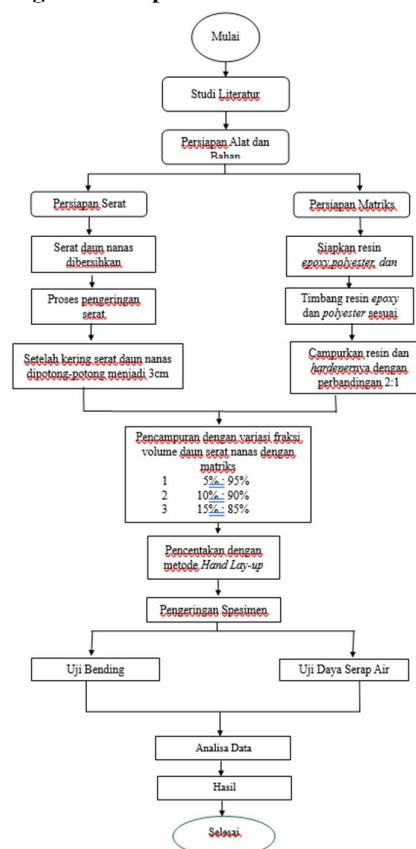
akrilik dipilih karena resin epoxy tidak menempel pada akrilik, permukaannya datar, dan transparan.

3. Alat ukur : Jangka sorong, penggaris, gelas ukur, dan timbangan digital.
4. Alat bantu : Gunting, cutter, kuas, pengaduk elektronik.
5. Alat pembersih : Lap, dan tissue.

### 3.2. Bahan

1. Matrik : *Epoxy sikadur 52-id* dan *Polyster yukalac 157 BQTN*
2. Penguat : Serat daun nanas berjenis *smooth cayene*
3. Aquades
4. Aceton sebagai pembersih cetakan
5. Wax

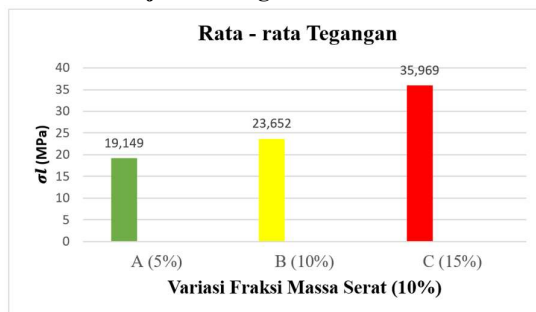
### 3.3. Diagram alir penelitian



Gambar 5. Diagram alir penelitian

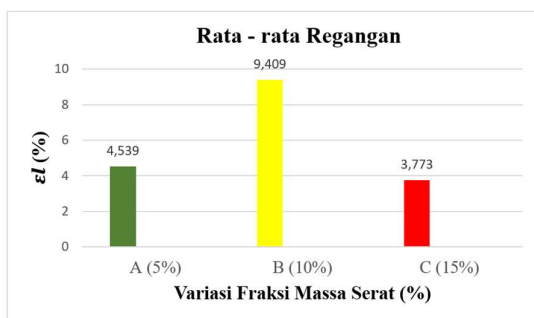
#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1. Hasil Uji Bending



**Gambar 6. Grafik Diagram Tegangan Bending**

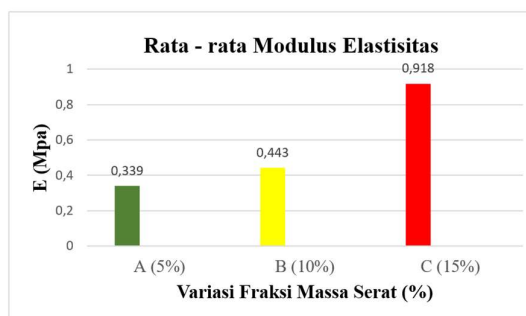
Berdasarkan grafik diagram tegangan bending yang ditunjukkan pada gambar 6 bahwa meningkatnya nilai tegangan bending dikarenakan penambahan serat, grafik pada gambar 6 menjelaskan semakin tinggi variasi massa serat maka tegangan akan semakin tinggi, hal ini ditunjukkan pada variasi massa serat 15% besarnya rata-rata tegangan bending yaitu 35.969 MPa, lebih besar dibanding variasi massa serat 5% yang sebesar 19,149 MPa. Sedangkan untuk variasi massa 10% memiliki nilai rata-rata tegangan sebesar 23,652 Mpa. Hal ini dipengaruhi adanya penambahan jumlah serat didalam biokomposit, sehingga pembebanan yang terjadi tidak hanya diberikan kepada matriks namun juga diberikan kepada serat secara baik. Serupa seperti pada penelitian Sari, N. H., & Sinarep, S. (2011) dimana tegangan bending meningkat seiring dengan bertambahnya serat [5].



**Gambar 7. Grafik Diagram Regangan Bending**

Berdasarkan grafik regangan bending yang ditunjukkan pada gambar 7 bahwa biokomposit dengan variasi fraksi 10% serat memiliki nilai regangan bending tertinggi dengan nilai rata-rata regangan 9,409 %. Untuk variasi fraksi 15% memiliki regangan terendah dengan nilai rata-rata 3,773%. Pada variasi

fraksi 5% serat memiliki nilai rata-rata yaitu 4,539%. Berdasarkan data yang diambil, nilai regangan tertinggi dari seluruh variasi massa berada pada 10% serat. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan banyaknya jumlah serat nilai regangan semakin menurun. Serupa seperti pada penelitian Sari, N. H., & Sinarep, S. (2011) semakin banyak jumlah serat regangan bending semakin melemah dikarenakan komposit hanya bertumpu pada serat saja [5].

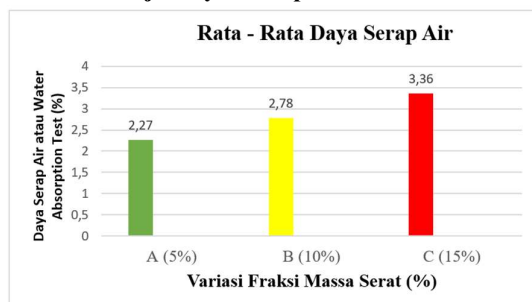


**Gambar 8. Grafik Diagram Modulus Elastisitas**

Pada grafik modulus elastisitas bending yang ditunjukkan pada gambar 8. Nilai modulus elastisitas biokomposit serat nanas dengan matrix bioplastik, menyatakan bahwa pada biokomposit variasi massa 5% serat memiliki nilai modulus elastisitas rata-rata sebesar 3,99 GPa. Sedangkan variasi variasi massa 10% serat memiliki nilai modulus elastisitas rata-rata sebesar 4,43 GPa, dan variasi massa 15% serat mempunyai modulus elastisitas rata-rata sebesar 9,18 GPa. Hal ini disebabkan oleh semakin tinggi nilai modulus elastisitas, maka kekuatan material akan meningkat sementara kemampuan peregangannya menurun. Oleh karena itu, semakin besar nilai modulus elastisitas, semakin kecil perubahan bentuk atau penurunan nilai regangannya [7].

Dengan demikian data pengujian bending memiliki nilai tegangan modulus elastisitas tertinggi pada variasi massa 15% serat dan nilai regangan tertinggi pada variasi massa 10% serat.

## 4.2. Hasil Uji Daya Serap Air



Gambar 9. Grafik Diagram Uji Daya Serap Air

Berdasarkan data diatas, komposit serat daun nanas dengan fraksi volume 5% : 95% memiliki rata rata serap air 2,27 %. Sedangkan untuk fraksi volume 10% : 90% memiliki rata rata serap air 2,78 %. Dan fraksi volume 15% : 85% memiliki rata rata 3,36 %. Nilai rata-rata tertinggi ditunjukkan pada komposit dengan fraksi volume 15% : 85%. Nilai daya serap air dipengaruhi oleh banyaknya serat dan matriks, semakin banyak serat semakin banyak air yang dapat terserap oleh spesimen. Sedangkan matriks mengisi rongga yang mengakibatkan tingkat kerapatannya semakin tinggi, semakin tinggi kerapatannya semakin sulit air bisa teresap ke dalam spesimen.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah penulis lakukan mengenai biokomposit, dengan menggunakan matrik resin epoxy-polyester dan perbandingan variasi massa serat daun nanas, pada pengujian bending didapatkan bahwa tegangan bending dan modulus elastisitas tertinggi terdapat pada variasi massa 85% : 15%, yaitu nilai tegangan bending sebesar 35,969 MPa, dan modulus elastisitas 9,18 GPa, namun memiliki nilai regangan yang terendah yaitu 0,3773%. Regangan bending tertinggi terdapat pada variasi massa 90% : 10% sebesar 9,409%, dengan tegangan bending 23,652 MPa. Tegangan bending dan modulus elastisitas terkecil terdapat pada variasi massa 95% : 5%, dengan nilai tegangan sebesar 19,149 MPa, dan modulus elastisitas 0,339 GPa. Maka semakin besar variasi massa serat yang digunakan akan menghasilkan tegangan bending dan modulus elastisitas yang tinggi namun regangan bending akan menurun. Dengan demikian dapat disimpulkan biokomposit dengan variasi massa 85% : 15% memiliki nilai tegangan dan modulus elastisitas tertinggi, sedangkan untuk nilai regangan tertinggi terjadi pada variasi massa 90% : 10%.

Pada pengujian daya serap air didapatkan pada variasi massa 15% serat

memiliki data serap air dengan rata-rata tertinggi yaitu 3,36 %, dibanding dengan spesimen variasi massa 5% dengan rata-rata daya serap air terkecil yaitu 2,27 %, sedangkan untuk variasi massa 10% didapat rata-rata serap air sebesar 2,78 %. Dari data pengujian yang telah diperoleh semakin banyak serat akan berpengaruh dengan banyaknya air yang diserap, karena dari matrix itu sendiri tidak dapat menahan air untuk masuk pada spesimen.

## Daftar Pustaka

- [1] Fahmi, H. & Hermansyah, H, 2011, *Pengaruh Orientasi Serat Pada Komposit Resin Polyester/ Serat Daun Nenas Terhadap Kekuatan Tarik*. Jurnal Teknik Mesin. 1(1): 46-52.
- [2] Hadi, T. S., Jokosisworo, S., Manik, P., 2016, *Analisa Teknis Penggunaan Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pembuatan Kulit Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Tarik, Bending Dan Impact*. In Jurnal Teknik Perkapalan (Vol. 4, Issue 1).
- [3] Hidayat, P., *Teknologi Pemanfaatan Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Baku Tekstil*.
- [4] Muhajir, M., Alfian Mizar, M. and Agus Sudjimat, D., 2016, *Analisis Kekuatan Tarik Bahan Komposit Matriks Resin Berpenguat Serat Alam Dengan Berbagai Varian Tata Letak*.
- [5] Sari, N. H., & Sinarep, S, 2011, *Analisa Kekuatan Bending Komposit Epoxy dengan Penguatan Serat Nilon*.
- [6] Sujito, Sudarmadji, Purwandari, E., 2019, *Pengembangan Bahan Komposit Ramah Lingkungan Berpenguat Serat Ampas Tebu dan Resin Biodegradable*.
- [7] Wiyono, A. W. W., Setiawan, A., Hidayat, Nur, 2012, *Pengaruh Suhu Terhadap Modulus Elastisitas dan Angka Poisson Beton Aspal Lapis Aus (AC-WC) dengan Kapur sebagai Filler*. In Jurnal Rekayasa dan Manajemen Transportasi (Vol II No, 2, Juli 2012).

	<p><b>Muhammad Veros Diega</b> menyelesaikan studi program sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana</p>
<p>Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik yang berkaitan dengan Rekayasa Manufaktur.</p>	

	<p><b>Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati</b> menyelesaikan studi S1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 1996, S2 di Universitas Gajah Mada pada tahun 2003, dan S3 di Universitas Udayana pada tahun 2020. Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati memiliki konsentrasi ilmu dalam bidang komposit</p>
---	---

	<p><b>Dewa Ngakan Ketut Putra Negara</b> menerima gelar BSc di bidang Teknik Mesin dari Universitas Brawijaya pada tahun 1995, MSc di bidang Teknik dan Manajemen Sistem Manufaktur dari University of Bradford pada tahun 2001, dan Dr. dari Program Doktor Ilmu Teknik, Fakultas Teknik, Universitas Udayana pada tahun 2020. Bidang penelitiannya adalah material adsorben untuk penyimpanan dan pemurnian gas.</p>
---	--