

# PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT *HYBRID* SERAT PELEPAH PISANG KEPOK (*Musa paradisiaca*) DENGAN SERAT TANDAN KOSONG SAWIT BERMATRIKS *EPOXY*

Muhammad Gus Iqbal Al-Pakningi<sup>[1]</sup>, Warman Fatra<sup>[2]</sup>, Zuchra Helwani<sup>[3]</sup>  
Laboratorium Pengujian Bahan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
<sup>[1]</sup>muhammad.gus2883@student.unri.ac.id, <sup>[2]</sup>warman\_fatra@yahoo.com,  
<sup>[3]</sup>zuchra.helwani@lecturer.unri.ac.id

## Abstract

*The Empty Fruits Bunches (EFB) is quite good mechanical properties, which it is waste that has not been utilized and easily broken down. The problem in previous studies was of voids on the surface and in the composite due to the lack of a percentage of the matrix, resulting in a weak interface bond resulting in low mechanical properties. This research uses banana leaf fiber in hybrid with EFB fiber and epoxy matrix then produced by vacuum bagging method. The banana fiber was extracted with a length of 25 cm and EFB fibers a length of 1, 2, and 3 cm and alkaline treatment using 5% NaOH with a soaking time of 2 hours. For The experimental design and variables that have a significant effect on flexural strength, impact resistance, and water absorption, the statistical method Response Surface Methodology (RSM) is used. The results showed that the maximum flexural strength was at running 6 with a value of 209.11 MPa, with a percentage of banana fiber/EFB (50%: 50%) with a percentage of hybrid/matrix fibers (30%: 70%) and 30 mm EFB fiber length. The maximum impact strength is at running 9 with a value of 2.736 Joules, percentage of banana fiber/EFB (60%: 40%) percentage of hybrid/matrix fibers (35%: 65%), and a fiber length of 3 cm EFB. The minimum water absorption is at running 14 with a value of 0.22%, percentage of banana fiber/EFB (60%:40%) with a percentage of hybrid/matrix fibers (25%: 75%), and a length of 1 cm EFB fiber*

**Keywords:** *Banana Fiber, EFB, Hybrid composites, Vacuum Bagging, Response Surface Methodology (RSM)*

## 1. Pendahuluan

Penggunaan bahan komposit sebagai alternatif pengganti bahan logam dalam bidang rekayasa sudah semakin meluas. Hal ini dikarenakan oleh adanya keuntungan penggunaan bahan komposit seperti konstruksi menjadi lebih ringan, tahan korosi dan kekuatannya dapat didesain sesuai dengan arah pembebanan. Munculnya isu permasalahan limbah non organik serat sintesis yang semakin bertambah, mampu mendorong perubahan teknologi komposit menuju komposit alam (*natural composite*) yang ramah lingkungan. Salah satu serat alam yang dapat digunakan adalah serat Tandan Kosong Sawit (TKS) [1], serat ini memiliki sifat mekanik yang cukup baik dan ketersediaannya masih banyak khususnya di Riau.

Pada penelitian sebelumnya, komposit *hybrid* menggunakan serat TKS/*E-glass*

bermatriks *epoxy*. Kemudian alkali *treatment* menggunakan abu TKS dan Maleated Natural Rubber (MNR) sebagai *coupling agent*. Kekuatan tarik tertinggi adalah komposit dengan perbandingan serat TKS/*E-glass* (40%:60%), yaitu 75,545 MPa, kekuatan lentur tertinggi adalah komposit dengan perbandingan serat TKS/*E-glass* (40%:60%), yaitu 149,110 MPa dan daya serap air terendah pada perbandingan serat TKS/*E-glass* (60%:40%), yaitu 4,632%. Variasi lapisan serat *E-glass* mempengaruhi besar nilai kekuatan tarik dan kekuatan lentur komposit *hybrid* serat TKS/*E-glass* bermatriks *epoxy*[2].

Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin banyak lapisan serat *E-glass* mampu menaikkan kekuatan tarik, kekuatan lentur komposit. Kekuatan tarik tertinggi adalah komposit dengan perbandingan serat *hybrid*/matriks (40%:60%), kekuatan lentur tertinggi (40%:60%) dan daya serap air terbaik

(60%:40%). Penambahan matriks sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik, kekuatan lentur dan daya serap air komposit. Semakin tinggi persentase serat TKS dengan persentase matriks yang rendah mengakibatkan matriks dari komposit itu sendiri tidak bisa mengikat serat dengan optimal sehingga terbentuknya *void* yang akan mengakibatkan kekuatan tarik, kekuatan lentur, dan daya serap air menjadi tidak optimum [2].

Pengaruh perlakuan alkali dengan kadar NaOH 5% pada serat pisang kepok dengan variasi perendaman 0 jam, 2 jam, 4 jam, 6 jam menunjukkan bahwa semakin lama perendaman serat pelepah pisang kepok (*Musa paradisiaca*) dengan NaOH 5% akan memberikan sifat yang mampu meningkatkan nilai elongasi serat pelepah pisang kepok. Nilai kekuatan serat pelepah pisang kepok (*Musa paradisiaca*) yang menunjukkan kekuatan tarik optimum pada serat yang mengalami perlakuan alkali NaOH 5% dengan lama perendaman selama 2 jam sebesar 35,404 MPa [3]. Kekuatan tarik ditemukan meningkat dalam komposit serat pisang *hybrid* ketika fraksi volume serat pisang meningkat [4].

Dengan dasar penelitian di atas, maka didapatkan hipotesis awal penelitian ini dimana permasalahan lemahnya ikatan antarmuka diantara serat dan matriks pada komposit *hybrid* serat TKS/*E-glass* bermatriks *epoxy* yang akan dilakukan dapat diatasi dengan melakukan penambahan persentase pada matriks, namun penggunaan serat *E-glass* akan diganti dengan serat pelepah pisang kepok dimana serat ini memiliki sifat mekanik yang baik, ketersediaannya masih banyak dan pelepah pisang ini memiliki serat yang cukup panjang sehingga untuk susunan serat yang digunakan adalah *continuous*. Penelitian ini menggunakan *filler* serat pelepah pisang kepok dan serat TKS dengan matriks yang digunakan adalah *epoxy*. Banyak cara untuk membuat material komposit salah satu cara yang digunakan yaitu dengan proses *vacuum bagging*. Penggunaan RSM sebagai metode rancangan percobaan dilakukan untuk menentukan pengaruh variabel bebas terhadap kekuatan lentur, ketahanan impak dan daya serap air. Diharapkan penelitian ini dapat meningkatkan nilai ekonomis dari limbah serat

pisang kepok maupun limbah TKS dan memberikan kontribusi terhadap kemajuan ilmu material yang ramah lingkungan dimasa yang akan datang. . Dari hasil penelitian ini akan diketahui perbandingan serat TKS/Pisang, perbandingan serat *hybrid*/matriks, dan panjang serat TKS yang menghasilkan kekuatan mekanik (kekuatan lentur, kekuatan impak) dan daya serap air yang paling optimum

## 2. Metodologi

### 2.1 Perlakuan Serat

Beberapa jenis perlakuan yang dilakukan diantaranya *silane treatment*, *isocyanate treatment*, asetilasi *treatment* dan alkali *treatment* [5]. Alkali *treatment* merupakan perlakuan yang paling banyak digunakan pada serat alam apabila digunakan sebagai penguat pada matriks termoplastik dan thermoset. Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat permukaan serat alam telah diteliti dimana kandungan optimum air mampu direduksi sehingga sifat alami *hydrophilic* serat dapat memberikan ikatan *interfacial* dengan matriks secara optimal.

Alkali *treatment* dilakukan menggunakan NaOH sebesar 5% direndam selama 2 jam bertujuan untuk menghilangkan zat lignin yang terkandung didalam serat [3]. Proses alkali *treatment* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Perendaman Serat

### 2.2 Pembuatan Spesimen

Setelah pelat komposit didapat, selanjutnya pelat dilakukan pemotongan menggunakan gergaji kayu ukir dan mini grinder. Pemotongan pelat komposit dilakukan hingga didapatkan spesimen pengujian lentur, impak dan daya serap air sesuai dengan standar

spesimen uji. Spesimen yang didapat sebanyak 60 spesimen untuk setiap pengujian masing-masing berjumlah 20 spesimen.

### 2.3 Pengujian Lentur, Impak dan Daya Serap Air pada Komposit Serat Pisang/TKS Bermatriks Epoxy

Pengujian lentur dilakukan untuk mengetahui besarnya beban kekuatan lentur dari material komposit. Pengujian dilakukan dengan memberi beban lentur secara perlahahan sampai spesimen mengalami patah. Pengujian dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Riau menggunakan mesin uji Tensilon RTF 2430 dengan kapasitas 300 kN. Standar yang digunakan pada pengujian adalah ASTM D790-03.

Pengujian impak merupakan salah satu pengujian sifat mekanik yang dilakukan terhadap spesimen yang akan digunakan, dimana spesimen akan menerima beban secara cepat atau tiba-tiba. Pengujian telah dilakukan dengan menggunakan mesin uji impak Zwick Roell HIT 5,5P dengan kapasitas 4 Joule. Standar pengujian impak yang digunakan adalah ASTM D6110-04.

Daya serap air merupakan sifat fisik komposit yang memperlihatkan kemampuan komposit dalam menyerap air. Pengujian daya serap air dilakukan dengan standar ASTM D 570-98.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *Software Design-Expert* 11.0.0. Analisis statik yang dilakukan berupa pengujian simultan model regresi. Uji simultan (keseluruhan) pada konsep regresi linier adalah pengujian mengenai kesesuaian model regresi. Uji simultan bertujuan untuk menguji apakah antara variabel-variabel bebas X dan variabel terikat Y, terdapat hubungan yang signifikan.

### 3.1 Pengujian Lentur

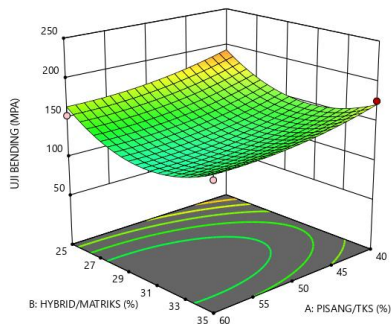
Kekuatan lentur adalah tegangan bending terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi yang besar atau kegagalan. Pengujian bending memberikan bagian atas spesimen mengalami

tekanan, sedangkan bagian bawah akan mengalami tegangan tarik. Hasil pengujian lentur didapatkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Hasil Pengujian Lentur

Run	Variabel alami			Kekuatan Lentur (MPa)
	$\zeta_1$	$\zeta_2$	$\zeta_3$	
	Persentase Serat Pisang (%)	Persentase serat <i>Hybrid</i> (%)	Panjang Serat TKS (cm)	
1	50	38	2	165,71
2	40	25	3	144,41
3	50	30	2	106,83
4	50	30	3,7	116,45
5	60	35	1	139,52
6	50	30	0,30	209,11
7	67	30	2	89,204
8	50	30	2	77,054
9	60	35	3	163,63
10	50	30	2	90,35
11	50	30	2	73,96
12	50	22	2	179,61
13	33	30	2	119,48
14	60	25	1	153,19
15	60	25	3	110,34
16	50	30	2	74,47
17	40	35	3	183,01
18	50	30	2	89,68
19	40	25	1	181,19
20	40	35	1	176,06

Dari hasil pengujian lentur ini didapatkan nilai kekuatan lentur maksimum pada komposit sebesar 209,11 MPa dengan fraksi serat pisang/TKS 50%:50%, dengan persentase serat *hybrid*/matriks 30%:70%, pada panjang serat TKS 0,3 cm. Hal ini terjadi karena penambahan persentase matriks pada penelitian sebelumnya dapat memperbaiki struktur dari komposit tersebut. (Randa & Mahyudin, 2019) kuat lentur menurun juga disebabkan karena ikatan antarmuka (*interface*) antara serat dan matrik menjadi lemah karena jumlahnya yang semakin banyak. Lemahnya ikatan interface ini berdampak pada kekuatan sampel terhadap beban yang diberikan [6]. Grafik kontur 3D dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Pengaruh Persentase Pisang/TKS dan Persentase Hybrid/Matriks terhadap Panjang Serat TKS tetap (1 cm)

### 3.2 Pengujian Impak

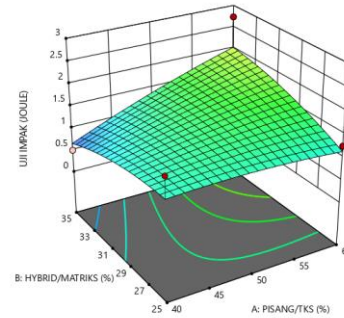
Pengujian impak komposit serat pisang kepek bermatriks *epoxy* adalah pengujian mekanis untuk mengetahui energi serap yang dapat diterima dari spesimen uji dan ketangguhan menahan beban kejut, dimana pengujian impak menggunakan standar ASTM D 6110-04. Pengujian telah dilakukan dengan menggunakan mesin uji impak Zwick Roell HIT 5,5P dengan kapasitas 4 Joule. Hasil pengujian impak didapatkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Data Hasil Pengujian Impak

Run	Variabel alami			Harga Impak (J)
	ζ1	ζ2	ζ3	
	Persentase Serat Pisang (%)	Persentase serat Hybrid (%)	Panjang Serat TKS (cm)	
1	50	38	2	1,007
2	40	25	3	1,681
3	50	30	2	1,672
4	50	30	3,7	0,639
5	60	35	1	0,852
6	50	30	0,3	0,519
7	67	30	2	0,949
8	50	30	2	1,764
9	60	35	3	2,736
10	50	30	2	1,515
11	50	30	2	1,553
12	50	22	2	0,751
13	33	30	2	1,200
14	60	25	1	0,678
15	60	25	3	1,253
16	50	30	2	1,243
17	40	35	3	1,500
18	50	30	2	1,108
19	40	25	1	0,736
20	40	35	1	0,687

Dari hasil pengujian impak ini didapatkan nilai harga impak maksimum yang diperoleh adalah 2,736 J, pada persentase serat pisang/TKS (60%:40%). Pada persentase serat hybrid/matriks yaitu (35%:65%) dengan

panjang serat TKS 3 cm. Hal ini menunjukkan bahwa panjang serat TKS sangat berpengaruh terhadap nilai ketahanan impak. Penambahan persentase serat pada komposit dapat meningkatkan nilai ketahanan impak. Grafik kontur 3D dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Pengaruh Persentase Serat Pisang/TKS dan Matriks terhadap Ketahanan Impak dengan Persentase Panjang Serat TKS tetap (3 cm)

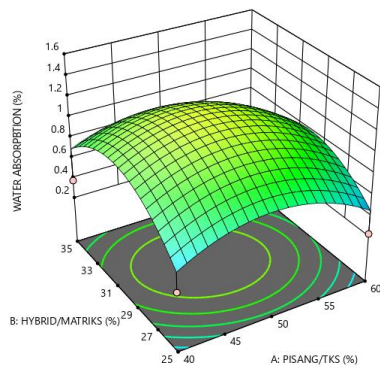
### 3.2 Daya Serap Air

Pengujian daya serap air dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Teknik Mesin Universitas Riau. Dengan menggunakan standard ASTM D 570-98 didapatkan hasil daya serap air. Hasil uji daya serap air didapatkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Data Hasil Uji Daya Serap Air

Run	Variabel alami			Daya Serap Air (%)
	ζ1	ζ2	ζ3	
	Persentase Serat Pisang (%)	Persentase serat Hybrid (%)	Panjang Serat TKS (cm)	
1	50	38,4	2	0,421
2	40	25	3	0,632
3	50	30	2	1,550
4	50	30	3,7	1,204
5	60	35	1	0,442
6	50	30	0,3	1,129
7	67	30	2	0,526
8	50	30	2	1,388
9	60	35	3	0,441
10	50	30	2	1,562
11	50	30	2	1,282
12	50	22	2	0,719
13	33	30	2	1,081
14	60	25	1	0,22
15	60	25	3	0,956
16	50	30	2	1,438
17	40	35	3	0,694
18	50	30	2	1,273
19	40	25	1	0,31
20	40	35	1	0,375

Dari hasil pengujian ini daya serap air minimum yang diperoleh adalah 0,22% pada persentase serat pisang/TKS yaitu (60%:40%), pada persentase serat *hybrid*/matriks yaitu (25%:75%) dengan panjang serat TKS 1 cm. Nilai ini juga lebih rendah dari penelitian (Karina *et al.*, 2008). Daya serap air terendah pada serat panjang dengan fraksi volume TKS/E-glass 40:60 sebesar 1,4% [7]. Efek penambahan serat alam seharusnya dapat meningkatkan nilai daya serap air, Namun dengan memperbaiki persentase matriks pada penelitian [2] terbukti dapat mengurangi adanya void dipermukaan komposit sehingga serat alam terbungkus sempurna oleh matriks yang meminimalisir terjadinya penyerapan air oleh serat alam. Grafik kontur 3D dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Pengaruh Persentase Pisang/TKS dan Persentase Hybrid/Matriks terhadap Panjang Serat TKS tetap (1 cm)

#### 4. Simpulan

Dari penelitian ini dapat diambil beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Kekuatan lentur maksimum pada komposit adalah 209,11 MPa dengan persentase serat pisang/TKS yaitu (50%:50%), pada persentase serat *hybrid*/matriks yaitu (30%:70%), dengan panjang serat TKS yaitu (0,31 cm).
2. Kekuatan impak maksimum pada komposit adalah 2,736 J pada persentase serat pisang/TKS yaitu (60%:40%), pada persentase serat *hybrid*/matriks yaitu (35%:65%), dengan panjang serat TKS yaitu (3 cm).
3. Daya serap air minimum yang diperoleh adalah 0,22% pada persentase serat pisang/TKS yaitu (60%:40%), pada persentase

serat *hybrid*/matriks yaitu (25%:75%), dengan panjang serat TKS yaitu (1 cm).

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] W. Fatra, H. Rouhillahi, Z. Helwani, Zulfansyah, and J. Asmura, "Effect of Alkaline Treatment on the Properties of Oil Palm," *Int. J. Technol.*, vol. 6, no. 1, pp. 1026–1034, 2016.
- [2] F. Dwi Oktriyono, W. Fatra, and K. Anuar, "Pembuatan Komposit Hybrid Serat Tandan Kosong Sawit (TKS)/E-Glass Bermatriks Epoxy Dengan Metode Vacuum Bagging," Dec. 2019. Accessed: Mar. 25, 2021. [Online]. Available: <https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFTEKNIK/article/view/26118>.
- [3] C. Pramono and S. Widodo, "Pengaruh Perlakuan Alkali Kadar 5% Dengan Lama Perendaman 0 Jam, 2 jam, 4 Jam, 6 Jam Terhadap Sifat Tarik Serat Pelelep Pisang Kepok," *Univ. Tidar Magelang*, vol. 20, no. 1, pp. 52–58, 2011.
- [4] M. Idicula, N. R. Neelakantan, Z. Oommen, K. Joseph, and S. Thomas, "A study of the mechanical properties of randomly oriented short banana and sisal hybrid fiber reinforced polyester composites," *J. Appl. Polym. Sci.*, vol. 96, no. 5, pp. 1699–1709, 2005, doi: 10.1002/app.21636.
- [5] H. M. Akil, M. F. Omar, A. A. M. Mazuki, S. Safiee, Z. A. M. Ishak, and A. A. Bakar, "Kenaf fiber reinforced composites: A review," *Mater. Des.*, vol. 32, no. 8–9, pp. 4107–4121, 2011, doi: 10.1016/j.matdes.2011.04.008.
- [6] R. Randa and A. Mahyudin, "Pengaruh Persentase Serat Pelelep Pisang Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Semen-Foam agent," *J. Fis. Unand*, vol. 8, no. 1, pp. 46–51, 2019, doi: 10.25077/jfu.8.1.46-51.2019.
- [7] M. Karina, H. Onggo, A. H. D. Abdullah, and A. Syampurwadi, "Effect of OPEFB on Mechanical Properties.pdf," *Journal of Biological Sciences*, vol. 08, no. 1, p. 7, 2008.