

# Perlakuan Alkali Dan Variasi Fraksi Berat Serat Terhadap Karakteristik Kekuatan Tarik Komposit Polyester Berpenguat Serat Bambu Tabah

I Made Dwi Pica Harsa Nadi, Tjokorda Gde Tirta Nindhia, I Wayan Bandem Adnyana  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

Perkembangan teknologi dalam bidang manufaktur dan Kebutuhan akan material logam yang semakin bertambah menimbulkan kelangkaan material yang tersedia di alam. Untuk itu banyak dilakukan penelitian dan pengembangan komposit berpenguat serat alam yang memiliki sifat-sifat mekanis yang dapat mengimbangi sifat dan keunggulan dari material logam. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah poliester jenis Yukalac 157 BQTN-EX dengan penambahan katalis MEKPO 1% (v/v). Penelitian ini menggunakan serat alam yang berasal dari pohon bambu tabah. Serat bambu tabah didapatkan dari proses pemisahan kulit dengan daging bambu menggunakan metode ekstraksi water retting. Serat lalu diberikan perlakuan NaOH dengan variasi 0%, 2%, 5%, dan 7% selama 2 jam perendaman.. serat dengan kekuatan tertinggi di gunakan untuk pencetakan komposit menggunakan teknik hand lay up dengan variasi fraksi berat serat 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% menggunakan orientasi serat acak dengan panjang serat 30 mm. Pemotongan komposit disesuaikan dengan standar ASTM D 638 untuk uji Tarik. Hasil penelitian menunjukkan Serat bambu tabah yang memperoleh kekuatan tarik serat tunggal tertinggi terdapat pada perlakuan NaOH 5% selama 2 jam yaitu 406,43 MPa dan kekuatan tarik tertinggi komposit poliester berpenguat serat bambu tabah yang terjadi pada fraksi berat serat 20% dengan nilai rata-rata sebesar 32,59 MPa, dan nilai terendah sebesar 13,15 MPa pada fraksi berat serat 0%. maka di dapatlah hasil peningkatan terhadap kekuatan tarik komposit seiring bertambahnya fraksi berat serat yang di berikan

**Kata kunci :** Serat bambu Tabah, serat tunggal, kekuatan Tarik, Fraksi berat serat.

## Abstract

Technological developments in manufacturing and the increasing need for metal materials have led to the scarcity of materials available in nature. For this reason, a lot of research and development has been carried out on natural fiber-reinforced composites that have mechanical properties that can compensate for the properties and advantages of metal materials. The material used in this research is Yukalac 157 BQTN-EX polyester with the addition of 1% (v/v) MEKPO catalyst. This study uses natural fibers derived from the tabah bamboo tree (*gigantochloa nigrociliata*). Tough bamboo fiber is obtained from the process of separating the skin from the bamboo flesh using the water retting extraction method. The fibers were then treated with NaOH with variations of 0%, 2%, 5%, and 7% for 2 hours of immersion. The fiber with the highest strength was used for composite printing using the hand lay up technique with variations in fiber weight fraction of 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% used random fiber orientation with a fiber length of 30 mm. Composite cuts conform to ASTM D 638 standards for Tensile tests. The results showed that the resilient bamboo fiber that obtained the highest single fiber tensile strength was found in the 5% NaOH treatment for 2 hours, namely 406.43 MPa and the highest tensile strength of the polyester composite reinforced with tough bamboo fiber was found in the 20% fiber weight fraction with an average value. of 32.59 MPa, and the lowest value of 13.15 MPa at 0% fiber weight fraction. then the result is an increase in the tensile strength of the composite along with an increase in the given weight fraction.

**Keywords :** Tabah bamboo fiber, single fiber, tensile strength, fiber weight fraction

## 1. Pendahuluan

Beberapa peneliti mencoba melakukan pengembangan material baru yang diharapkan mampu mengimbangi maupun melampaui kekuatan dari material logam, hal ini di lakukan untuk mengatasi dampak dari keterbatasan material yang ada di alam. komposit serat alam adalah salah satu pilihan yang dikatakan mampu mengimbangi keunggulan dari material logam, komposit merupakan penggabungan antara material yang terdiri dari *matrix* dan *reinforcement* [1].

Akhir-akhir ini serat alam termasuk serat bambu cukup sering di gunakan untuk penguat komposit, untuk kekuatan komposit yang penguatnya menggunakan serat alam, kekuatannya bisa ditingkatkan dengan cara mengatur perbandingan pada fraksi berat oleh serat didalam komponen

komposit tersebut [2]. Dalam penelitian ini serat di dapat dari proses ekstraksi water retting lalu di uji dengan variasi perlakuan NaOH 2% ; 5% ; 7%. Sedangkan untuk variasi fraksi berat serat komposit menggunakan persentase 5% ; 10% ; 15% ; 20%.

## 2. Dasar Teori

### 2.1. Serat Bambu Tabah

Serat berperan sebagai bagian utama dalam komposit, serat berfungsi sebagai penguat (*reinforcement*) yang di bagi menjadi 2 yaitu jenis serat sintetis dan serat alam [3]. Bambu tabah memiliki nama latin (*gigantochloa nigrociliata*) dimana seratnya dapat dipergunakan sebagai penguat dalam komposit, Pemisahan dan pengambilan serat bambu dilakukan dengan metode perendaman (*water retting*) yaitu metode yang menggunakan micro-

organisme (*bacterial action*) sebagai penyisih atau pembuat busuk zat-zat perekat (*gummy substances*) yang ada pada dinding serat bambu, akibatnya serat menjadi tidak sulit terpisah dan tergerai satu dengan lainnya [4]. Proses perendaman bambu tabah dikerjakan dengan cara membelah bambu menjadi berbentuk pipih dengan ketebalan berkisar antara 0,5 - 1 mm, direndam dalam air selama durasi 4 sampai 7 hari. Lalu memberikan perlakuan NaOH kepada serat sesuai dengan persentase yang di cari, Perendaman serat kedalam larutan alkali dapat meningkatkan nilai kekuatan tarik pada komposit *polyester* sebesar 20% [5]

## 2.2 Resin poliester

Penggunaan resin pada penelitian ini yaitu menggunakan resin poliester jenis Yukalac dengan nomor seri produksi 157 BQTN-EX. di bawah merupakan tabel dari spesifikasi resin yukalac.

Tabel 1. spesifikasi resin yukalac 157 BQTN-EX

No.	Sifat	Nilai
1.	Densitas ( $\rho$ )	1,2 g/cm <sup>3</sup>
2.	Kekuatan Tarik ( $\sigma$ )	12,07 N/mm <sup>2</sup>
3.	Modulus Elastisitas (E)	1,18 x 10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup>
4.	Poisson Ratio ( $\nu$ )	0,33
5.	Kekuatan Fleksural	94 N/mm <sup>2</sup>
6.	Modulus Fleksural	3,00 x 10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup>

## 2.3 Perhitungan Fraksi Berat Serat

Untuk menentukan jumlah serat bambu tabah menggunakan persamaan berikut :

$$FW = \frac{W_f}{W_c} \times 100 \quad (1)$$

$$w_c = w_f + w_r$$

$$w_r = V_{ce} \times \rho_r$$

$$V_{ce} = p \times \ell \times t$$

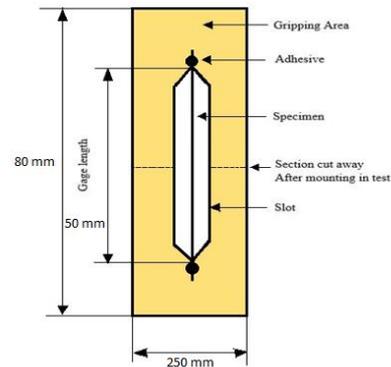
## 2.4 Perhitungan Perlakuan NaOH

Untuk membuat variasi larutan NaOH yang dilarutkan dengan air suling (Aquadest) dapat dihitung dengan persamaan seperti berikut :

$$\begin{aligned} \text{Persentase NaOH} \times \text{wa} \\ \text{wa} = \rho_a \times \text{va} \end{aligned} \quad (2)$$

## 2.5 Uji Tarik Serat Tunggal

Uji tarik serat tunggal adalah pengujian mekanis, digunakan untuk mendapatkan data kekuatan tarik serat tunggal, dan pengujian menggunakan ASTM C 1557-03. Seperti terlihat pada Gambar 1.



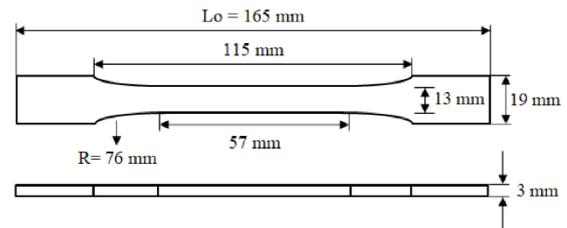
Gambar 1. Uji tarik serat tunggal

Dari pengujian tarik serat tunggal didapat kekuatan serat tunggal :

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \quad \epsilon = \frac{L - L_0}{L_0} \quad E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\epsilon} \quad (3)$$

## 2.6 Uji Tarik Komposit

Pengujian ini bertujuan agar mengetahui sifat mekanis kekuatan tegangan tarik komposit. Spesimen pengujian Tarik mengacu pada standar ASTM D638, seperti yang dapat terlihat pada Gambar 2 di bawah ini :



Gambar 2. Uji Tarik Komposit

Perhitungan Tegangan, Regangan dan Modulus elastisitas komposit :

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \quad \epsilon = \frac{L - L_0}{L_0} \quad E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\epsilon} \quad (4)$$

## 2.7 Pengamatan Permukaan Patah menggunakan Mikroskop Makro

Pengamatan ini bertujuan untuk mengetahui jenis patahan pada permukaan komposit setelah pengujian tarik. Dilihat pada Gambar 4 terjadi overload di titik A, overload disebabkan oleh batas kekuatan serat dengan ikatan-ikatan antara serat yang kuat. Pada titik B terdapat pullout atau ikatan antara matriks dan serat yang lemah membuat serat terlepas dari ikatan matriks. Di titik C terjadi delamination ini terjadi dikarenakan tegangan yang tinggi di interlaminar. Dan pada titik D terjadi campuran matriks terlalu berlebihan dibanding serat sehingga mengakibatkan pergeseran jalur pada matriks atau di sebutnya matrix flow.



**Gambar 3. Mekanisme Kegagalan Pada Patahan**

### 3. Metode Penelitian

#### 3.1 Alat Penelitian

1. Alat uji Tarik Serat Tunggal
2. Alat uji Tarik Komposit
3. Mikroskop
4. Lensa Perbesaran 40x dan 100x
5. Cetakan bahan kaca 25 x 25 x 0,3 cm
6. Timbangan digital
7. Oven
8. Gelas Ukur 1 liter
9. Suntikan 5 mm

#### 3.2 Bahan Penelitian

1. Resin Yukalac 157 BQTN-EX
2. Katalis MEKPO
3. Serat Bambu Tabah
4. NaOH
5. Gliserin

#### 3.3 Prosedur Penelitian

##### 3.3.1 Proses membuat serat Bambu Tabah

- Siapkan bambu tabah yang sudah di potong 30 cm
- Memisahkan kulit bagian luar dan dalam bambu, lalu di belah menjadi potongan-potongan kecil berbentuk pipih dengan tebal berkisar antara 0,5 sampai 1 mm
- Melakukan proses ekstraksi water retting terhadap bambu yang sudah di belah tipis dengan durasi perendaman kurang lebih 4 – 7 hari, sebelum di masukan ke dalam air bambu di pukul dengan palu terlebih dahulu agar membentuk sedikit celah di antara serat
- Setelah melalui proses pengeringan. Kemudian bambu di sikat dengan sikat kawat dengan arah sikatnya searah untuk mencari serat dengan kekuatan terbaik, serat yang kurang kuat akan ikut terbawa bersama sikat, sedangkan serat yang kuat akan bertahan setelah di sikat

##### 3.3.2 Uji Tarik Serat Tunggal

- Serat Bambu di beri perlakuan NaOH dengan Variasi 0% ; 2% ; 5% ; dan 7% dengan durasi perendaman konstan (tetap) yaitu 2 jam
- mempersiapkan spesimen yang mengacu pada standar ASTM C 1557-03.

- Pembuatan sample uji tarik serat tunggal dengan memakai kertas karton.
- selanjutnya adalah pemasangan serat tunggal bambu dan grip pada spesimen karton dengan bantuan lem epoxy
- mengambil foto makro dan mencari diameter serat bambu tabah, menggunakan mikroskop dengan lensa pembesaran 40x yang dihubungkan ke komputer menggunakan aplikasi Future winjoe untuk mendapatkan gambar makro serat bambu, sedangkan untuk mengetahui diameter serat menggunakan aplikasi tambahan yaitu imageJ
- Kemudian memasang spesimen ke alat uji Tarik serat tunggal. Gunting bagian sisi kiri dan kanan karton. Set 0 pada dial gauge dan posisikan jarum ke 0 pada manometer indicator uji tarik.
- Melakukan pengujian, setelah mendapatkan diameter serat.
- Perhatikan setiap 0,2 mm pertambahan panjang serat pada dial gauge dan catat pembebanan yang terjadi.
- Masukkan data pengujian kedalam tabel uji tarik serat tunggal kemudian dibuat grafik antara pertambahan panjang terhadap beban. Hitung nilai tegangan, regangan dan modulus elastisitas lalu dibuat grafik antara tegangan dengan regangan.
- Serat tunggal dengan kekuatan tarik tertinggi digunakan untuk membuat komposit.

##### 3.3.3 Proses Pembuatan Komposit

Proses dari metode ini yaitu dengan menuangkan resin ke dalam serat kemudian memberikan tekanan sekaligus meratakan dengan menggunakan rol. Proses ini dilakukan secara berulang kali dengan ketebalan yang dibutuhkan terpenuhi [7]. berikut langkah-langkah pembuatannya :

- Pemotongan serat dengan panjang yaitu 3 cm
- mengukur resin sesuai dengan volume komposit yang akan dicetak.
- Campurkan resin polyester dengan 1% hardener Methyl Ethyl Ketone Peroxide (MEKPO) ke dalam gelas ukur.
- gunakan gliserin untuk melapisi cetakan komposit bertujuan untuk mempermudah proses pemisahan komposit dari cetakan.
- Campuran poliester, hardener, dan serat bambu sesuai hitungan, lalu dituangkan pada cetakan kaca.
- tutup cetakan dan berikan beban yang menekan cetakan sekitar 5 kg lalu diamankan minimal selama 24 jam.
- setelah 24 jam, masukan komposit kedalam oven dengan durasi 2 jam di temperatur 65°C.
- Memotong spesimen sesuai standar ASTM D 638 untuk uji tarik.

### 3.3.4 Uji Tarik Komposit

- spesimen diukur terlebih dahulu sebelum diuji.
- Persiapkan mesin yang digunakan untuk uji tarik.
- Pasangkan spesimen uji tarik di mesin dan pastikan spesimen terjepit sangat baik.
- Mulai pengujian tarik pada komposit
- Perhatikan pertambahan panjang, hentikan mesin uji tarik ketika sudah patah, tulis gaya tarik maksimal serta pertambahan panjangnya.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Uji Tarik Serat Tunggal

**Tabel 2. Data Perhitungan Uji tarik Serat Bambu Tabah Tanpa Perlakuan**

Kode Spesimen	$\sigma$ (Mpa)	$\epsilon$ (%)	E (Gpa)
TP 1	49,32	18,8	0,26
TP 2	83,46	16,40	0,51
TP 3	114,84	17,60	0,65
TP 4	120,58	15,60	0,77
TP 5	100,69	21,60	0,47
TP 6	67,59	14,00	0,48
TP 7	95,00	14,80	0,64
<b>RATA -RATA</b>	<b>90,21</b>	<b>16,97</b>	<b>0,54</b>

**Tabel 3. Data Hasil Perhitungan Uji Tarik Serat Bambu Tabah Perlakuan 2% NaOH**

Kode Spesimen	$\sigma$ (Mpa)	$\epsilon$ (%)	E (Gpa)
A 1	208,25	9,20	2,26
A 2	130,67	6,00	2,18
A 3	88,20	5,20	1,70
A 4	132,30	8,40	1,58
A 5	110,25	6,00	1,84
A 6	205,80	11,20	1,84
A 7	155,17	5,20	2,98
<b>RATA -RATA</b>	<b>142,51</b>	<b>14,68</b>	<b>1,96</b>

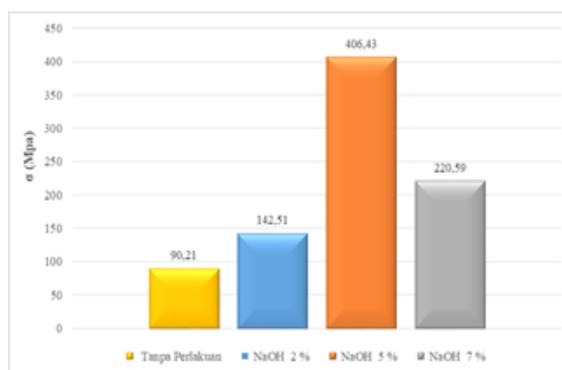
**Tabel 4. Data Hasil Perhitungan Uji Tarik Serat Bambu Tabah Perlakuan 5% NaOH**

Kode Spesimen	$\sigma$ (Mpa)	$\epsilon$ (%)	E (Gpa)
C 1	235,20	12,00	1,96
C 2	161,41	9,20	1,75
C 3	58,07	6,40	0,91
C 4	155,91	9,60	1,62
C 5	473,67	8,80	5,38
C 6	315,7	9,20	3,43
C 7	144,12	8,00	1,80
<b>RATA -RATA</b>	<b>220,59</b>	<b>16,28</b>	<b>2,41</b>

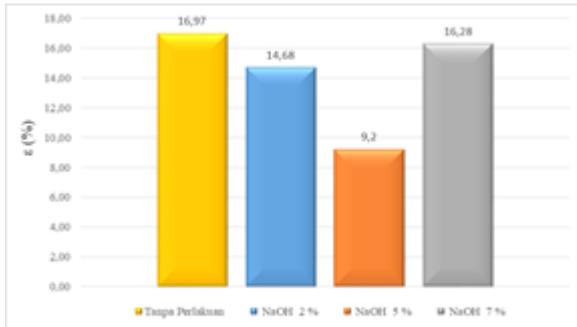
**Tabel 5. Data Hasil Perhitungan Uji Tarik Serat Bambu Tabah Perlakuan 7% NaOH**

Kode Spesimen	$\sigma$ (Mpa)	$\epsilon$ (%)	E (Gpa)
B 1	453,25	10,40	4,36
B 2	250,44	7,20	3,48
B 3	862,40	11,20	7,70
B 4	283,11	8,00	3,5
B 5	418,73	11,60	3,61
B 6	294,00	8,00	3,68
B 7	283,11	8,00	3,54
<b>RATA -RATA</b>	<b>406,43</b>	<b>9,2</b>	<b>4,27</b>

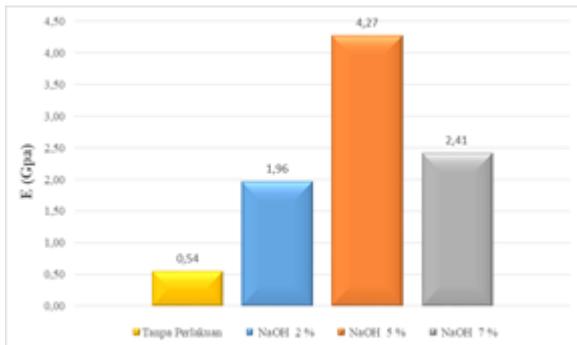
Berdasarkan data yang di dapat, maka bisa dibuat grafik hubungan antara tegangan, regangan dan modulus elastisitas seperti berikut:



**Gambar 4. Grafik Tegangan Tiap Perlakuan**



Gambar 5. Grafik Regangan Tiap Perlakuan



Gambar 6. Grafik Modulus Elastisitas Tiap Perlakuan

Bedasarkan pada Gambar 5 dan Gambar 6 bahwa serat tunggal bambu tabah tanpa perlakuan mempunyai kekuatan tegangan tarik rata-rata sebesar 90,21 MPa dengan regangan rata-rata sebesar 16,97 %, untuk serat dengan perlakuan NaOH 2% mempunyai kekuatan tegangan tarik rata-rata sebesar 142,51 MPa, dengan regangan rata-rata sebesar 14,68 %, pada perlakuan NaOH 5% mempunyai kekuatan tegangan tarik rata-rata sebesar 406,43 MPa dengan regangan rata-ratanya sebesar 9,2 %, sementara untuk perlakuan NaOH 7% pada serat mempunyai kekuatan tegangan tarik sebesar 220,59 MPa, dengan regangan sebesar 16,28 %.

Dari data di atas di ketahui rata-rata kekuatan tarik tertinggi terdapat pada perlakuan NaOH 5% pada serat yaitu sebesar 406,43 MPa, kekuatan tarik tertinggi serat sabut kelapa berada pada kadar NaOH 5% [6]. kekuatan terendah terdapat pada perlakuan NaOH 0% pada serat sebesar 90,21 MPa. Dan nilai rata-rata regangan tertinggi didapat pada perlakuan serat dengan NaOH 0% sebesar 16,97%, dan terendah pada perlakuan NaOH 5% serat dengan nilai sebesar 9,2%. Terdapat data kekuatan tegangan tarik serat dengan perlakuan 5% NaOH serat lebih besar, ini bisa terjadi karena lapisan lignin dan kotoran yang awalnya menempel pada permukaan serat terdegradasi oleh proses alkalisasi yang menyebabkan penyusutan diameter serat.

Pada gambar 6 dapat dilihat regangan maksimum serat dengan perlakuan NaOH 0% lebih besar dari serat dengan perlakuan 5% NaOH. Serat tanpa perlakuan meregang sebesar 16,97 %

sedangkan serat perlakuan 5% NaOH meregang sebesar 9,2 %. Hal tersebut terjadi karena serat perlakuan 0% NaOH mengalami patahan yang natural akibat saling mengelupasnya permukaan serat. Pada gambar 7 nilai elastisitas terkecil didapat pada serat perlakuan NaOH 0% sebesar 0,54 GPa. Sedangkan nilai elastisitas paling tinggi dimiliki oleh serat perlakuan NaOH 5% sebesar 4,27 GPa. Maka di dapat modulus elastisitas yang paling besar di perlakuan 5% NaOH pada serat ini dikarenakan oleh tegangan tarik dari serat juga besar. Hal ini sesuai dengan hukum *Hooke* bahwa modulus elastisitas berbanding terbalik dengan regangan dan berbanding lurus dengan tegangan.

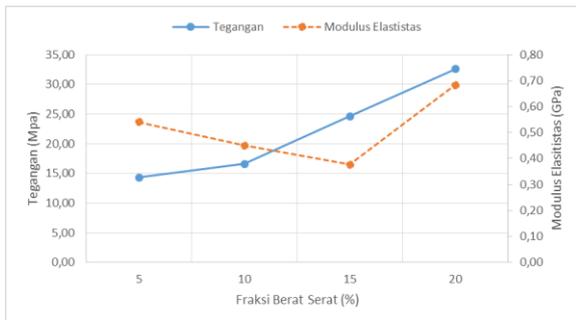
#### 4.2 Uji Tarik Komposit

Tabel 6. Perhitungan Kekuatan Tarik

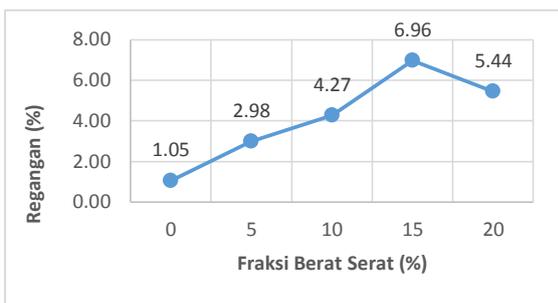
Pengujian Tarik Komposit							
Fraksi Berat Serat 0%							
Lo = 57 mm, Tebal = 3 mm, Lebar = 13 mm							
Kode Spesimen	ΔL (m)	m (kg)	P (N)	A (mm <sup>2</sup> )	σ (MPa)	ε (%)	E(GPa)
TP 1	0,5	48,00	470,40	39,00	12,06	0,88	1,38
TP 2	0,7	53,00	519,40	39,00	13,32	1,23	1,08
TP 3	0,6	56,00	548,80	39,00	14,07	1,05	1,34
Rata – Rata					13,15	1,05	1,26
Fraksi Berat Serat 5%							
Lo = 57 mm, Tebal = 3 mm, Lebar = 13 mm							
Kode Spesimen	ΔL (m)	m (kg)	P (N)	A (mm <sup>2</sup> )	σ (MPa)	ε (%)	E(GPa)
A 1	1,3	67,00	656,60	39,00	16,84	2,28	0,74
A 2	2,6	55,00	539,00	39,00	13,82	4,56	0,30
A 3	1,2	49,00	480,20	39,00	12,31	2,11	0,58
Rata – Rata					14,32	2,98	0,54
Fraksi Berat Serat 10%							
Lo = 57 mm, Tebal = 3 mm, Lebar = 13 mm							
Kode Spesimen	ΔL (m)	m (kg)	P (N)	A (mm <sup>2</sup> )	σ (MPa)	ε (%)	E(GPa)
B 1	3,8	66,00	646,80	39,00	16,58	6,67	0,25
B 2	1,9	55,00	539,00	39,00	13,82	3,33	0,41
B 3	1,6	77,00	754,60	39,00	19,35	2,81	0,69
Rata – Rata					16,58	4,27	0,45
Fraksi Berat Serat 15%							
Lo = 57 mm, Tebal = 3 mm, Lebar = 13 mm							
Kode Spesimen	ΔL (m)	m (kg)	P (N)	A (mm <sup>2</sup> )	σ (MPa)	ε (%)	E(GPa)
C 1	3,5	126,00	1234,80	39,00	31,66	6,14	0,52
C 2	4,9	68,00	666,40	39,00	17,09	8,60	0,20
C 3	3,5	100,00	980,00	39,00	25,13	6,14	0,41
Rata – Rata					24,63	6,96	0,38
Fraksi Berat Serat 20%							
Lo = 57 mm, Tebal = 3 mm, Lebar = 13 mm							
Kode Spesimen	ΔL (m)	m (kg)	P (N)	A (mm <sup>2</sup> )	σ (MPa)	ε (%)	E(GPa)
D 1	3,2	114,00	1117,20	39,00	28,65	5,61	0,51
D 2	4,2	129,00	1264,20	39,00	32,42	7,37	0,44
D 3	1,9	146,00	1430,80	39,00	36,69	3,33	1,10
Rata – Rata					32,59	5,44	0,68

Selesai melakukan pengujian, didapatkan hasil dari kekuatan tarik komposit berupa tegangan maksimum, regangan maksimum dan modulus elastisitas. komposit poliester diperkuat serat bambu tabah yang ditampilkan pada Tabel 6.

Diambil dari data diatas maka bisa di buat grafik hubungan antara tegangan tarik, regangan tarik dan modulus elastisitas komposit terhadap fraksi berat serat sebagai berikut :



**Gambar 7. Grafik Hubungan Fraksi Berat Serat Untuk Tegangan Tarik dan Modulus Elastisitas Komposit**



**Gambar 8. Grafik Hubungan Fraksi Berat Serat Untuk Regangan Tarik Komposit**

Berdasarkan Tabel 6 menunjukan bahwa kekuatan tarik pada komposit dapat meningkat seiring ditambahnya fraksi berat serat. Nilai kekuatan tarik tertinggi komposit polyester berpenguat serat bambu tabah terjadi di spesimen fraksi berat serat 20% dengan nilai sebesar 32,59, MPa dengan nilai modulus elastisitas sebesar 0,68 GPa. Sementara nilai tegangan tarik terendah terjadi pada fraksi 0% serat sebesar 13,15 MPa dengan modulus elastisitas sebesar 1,26 GPa. Pada fraksi 5% serat, kekuatan mengalami peningkatan sebesar 14,32 MPa dengan modulus elastisitas sebesar 0,54 GPa. Dilain sisi Kekuatan tarik terhadap fraksi serat 10% memiliki peningkatan kekuatan dengan rata - rata sebesar 16,58 MPa dan modulus elastisitas sebesar 0,54 GPa. Kemudian fraksi berat 15% serat mempunyai kekuatan tarik sebesar 24,63 MPa dengan modulus elastisitas sebesar 0,38 GPa.

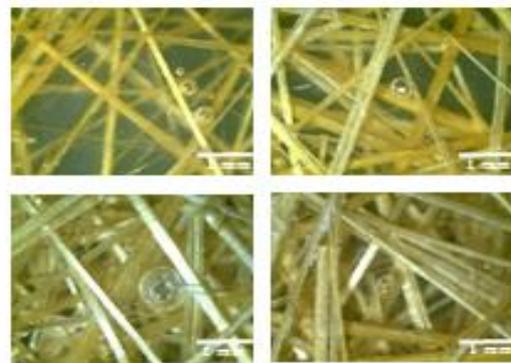
Dalam Tabel 6 terlihat pada fraksi tanpa serat (0% serat) memiliki nilai regangan sebesar 1,05%. Regangan rata-rata pada 5% sebesar 2,98%. Pada

fraksi serat 10%, nilai regangan meningkat dengan rata-rata sebesar 4,27%. Terjadi penurunan regangan pada fraksi berat serat 15% nilai rata-rata sebesar 6,96%. Pada fraksi berat 20%, mempunyai nilai regangan rata-rata tertinggi sebesar 5,44%.

### 4.3 Pengamatan Makro

#### 4.3.1 Void

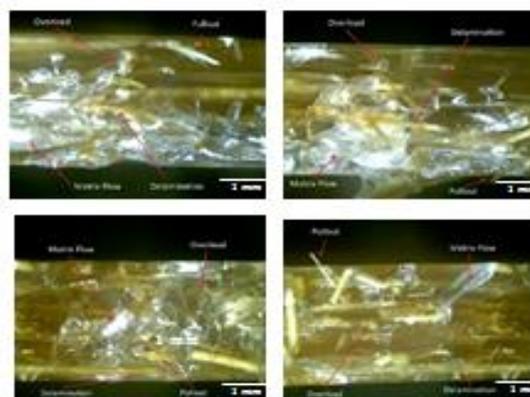
Spesimen pengujian dilakukan pengamatan makro untuk mengetahui adanya void. Sewaktu pencetakan komposit yang kurang hati – hati dapat menimbulkan rongga-rongga udara yang menyebabkan munculnya void. Void dapat menurunkan kekuatan yang dipunyai oleh komposit itu, ini disebabkan karena void termasuk golongan cacat pada suatu material komposit, berikut merupakan foto void pada komposit yang di tampilkan pada gambar 9.



**Gambar 9. Foto Makro Void**

Pada Gambar 4.18 menunjukkan adanya void pada spesimen uji tarik dengan fraksi berat serat 5% sebanyak 3 void dengan jumlah luas area sebesar 1,37%. Kemudian Gambar 4.19 terdapat 1 void dengan jumlah luas area sebesar 1,08% pada fraksi berat serat 10%. Gambar 4.20 pada fraksi berat serat 15% terdapat 4 void dengan total luasan area sebesar 4,53%. Luas area void terkecil terdapat pada fraksi berat serat 20% sebanyak 2 void yaitu 0,77%.

#### 4.3.2 Patahan



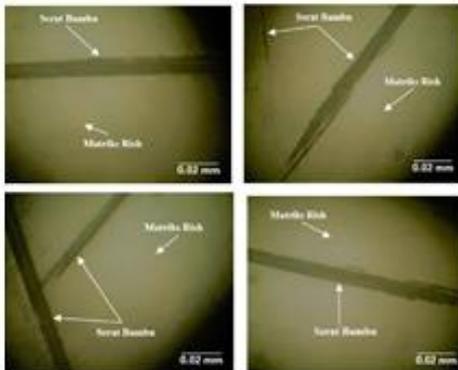
**Gambar 10. Foto Makro Patahan**

Pada spesimen uji tarik fraksi berat serat 5% terdapat patahan *matrix flow* dengan luas area sekitar 50,97%. Hal ini dapat terjadi dikarenakan serat yang kurang terdistribusi dalam komposit tersebut, sehingga pada bagian patahan di dominasi oleh *matrix*. Pada patahan fraksi berat serat 10% terdapat *matriks flow* dengan luas area sebesar 42,99%. Di fraksi ini juga terdapat *delamination* dan sedikit *overload* pada patahan tersebut. Pada fraksi berat serat 15% terjadi patahan dengan luas area *matrix flow* sebesar 34,63%. Selain itu terdapat patahan berupa *pullout*, *delamination* dan juga *overload*. Kekuatan tegangan tarik tertinggi terdapat di fraksi berat serat 20%, dengan patahan *matrix flow* yang memiliki perbandingan luas sebesar 6,55% yang di dominasi oleh patahan *delamination* sedangkan patahan *overload* dan *pullout* terlihat lebih sedikit.

#### 4.4 Pengamatan Mikro

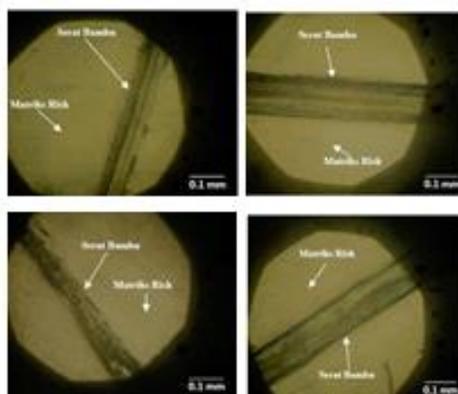
Setelah permukaan komposit dipoles dengan autosol dan kain dilakukan proses pengamatan mikrostruktur menggunakan alat uji foto mikro perbesaran lensa 40x dan 100x yang dihubungkan ke komputer menggunakan aplikasi Future Winjoe. Dibawah ini merupakan hasil dari foto mikro komposit :

##### 4.4.1 Perbesaran 40x



Gambar 11. Hasil Foto Mikro Perbesaran 40x

##### 4.4.2 Perbesaran 100x



Gambar 12. Hasil Foto Mikro Perbesaran 100x

Hasil foto mikro menunjukkan bahwa komposit terdapat serat bambu tabah, beberapa void dan *matrix rich* yaitu kekurangan serat di daerah matriks sehingga mengakibatkan komposit menjadi tidak terlalu kuat dan lebih mudah patah pada saat menerima beban tertentu.

#### 5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan juga pembahasan pada bab dan subbab sebelumnya dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Kekuatan tarik serat tunggal bambu tabah setelah diberikan variasi perlakuan alkali NaOH mempengaruhi kekuatan tarik dari serat bambu tabah, dimana serat dengan kekuatan tertinggi terdapat pada variasi alkali NaOH 5% yang di rendam selama 2 jam, memiliki nilai rata-rata sebesar 406,43 MPa, dan regangan mencapai 9,2% sementara modulus elastisitasnya sebesar 4,27 GPa.
- Kekuatan tarik komposit polyester berpenguat serat bambu tabah memiliki peningkatan kekuatan tarik seiring fraksi berat yang di tambahkan, kekuatan tertinggi terjadi pada fraksi berat serat 20% dengan nilai rata-rata sebesar 32,59 MPa dengan regangan sebesar 5,44% serta modulus elastisitasnya 0,68 GPa. sedangkan kekuatan tarik terendah terjadi pada fraksi berat 0% dengan nilai rata-rata 13,15 MPa dengan regangan sebesar 1,05% dan modulus elastisitasnya sebesar 1,26 GPa.

#### Daftar Pustaka

- [1] Chawla, 1987, *Composite Materials: Science and Engineering*, Springer, New York
- [2] Surata, 201,., *Kekuatan Tarik Dan Lentur Komposit Berpenguat Serat Bambu Orientasi Acak yang Di Cetak dengan Teknik Hand Lay-Up*, Jurnal Teknik Mesin Universitas Udayana, Bali
- [3] Lumintang, dkk, 2011, *Komposit Hibrid Polyester Berpenguat Serbuk Batang dan Serat Sabut Kelapa*, Jurnal Rekayasa Mesin Vol.2, No. 2 Tahun 2011 : 145-153, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang
- [4] Himawan, 2020, *Karakteristik Kekuatan Tarik Dan Lentur Komposit Polyester Berpenguat Serat Sisal Yang Di Ekstraksi Dengan Metode Water Retting*, Jurnal Teknik Mesin Universitas Udayana, Bali
- [5] Mishra, S., et.al, 2002, *The Influence of Chemical Surface Treatment Modification on the Performance of Sisal- Polyester Biocomposite*, Polymer Composite. Vol.23 No.2, pp.164-170.

- [6] Wirawan, I G. R. T., Surata, I W., Nindhia, T. G. T., 2018, *Pengaruh Fraksi Berat Terhadap Kekuatan Tarik dan Lentur Komposit Polyester Serat Sabut Kelapa* , Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Desain Mekanika, Vol.7 No.2, pp. 109-114.
- [7] Setyanto R. H., 2012, Review : *Teknik Manufaktur Komposit Hijau dan Aplikasinya*, Jurnal Teknik Industri Universitas Sebelas Maret, Performa, Vol.11 No. 1, pp. 9-18.

	<p>I Made Dwi Pica Harsa Nadi merupakan mahasiswa dari Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana. telah menyelesaikan studi program sarjana S1 dengan topik penelitian Kekuatan Tarik Komposit Polyester Berpenguat Serat Bambu Tabah Dengan Fraksi Berat Serat.</p>
<p>Bidang penelitian yang diminati ialah bahasan-bahasan yang terkait dengan rekayasa manufaktur, khususnya di material komposit serat alam.</p>	