

## PENGARUH PERSENTASE KANDUNGAN PLASTICIZER PADA MATRIKS GONDORUKEM DAN TREATMENT METANOL TERHADAP KEMAMPUAN REKAT KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT RAMI

Naufal Fajar Pramudya<sup>1</sup>, Sulardjaka<sup>2</sup>, Norman Iskandar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

\*E-mail: [naufalfajar.nfp@gmail.com](mailto:naufalfajar.nfp@gmail.com)

### Abstrak

Komposit memiliki jangkauan penggunaan industri yang luas karena sifatnya yang kuat namun tetap ringan. Untuk mengurangi penggunaan bahan-bahan sintesis yang merusak lingkungan, maka dikembangkanlah komposit dengan serat dan matriks dari bahan alami. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh plasticizer pada kekuatan rekat matriks gondorukem pada serat rami yang diberi *treatment*. *Plasticizer* yang digunakan adalah gliserol yang dicampur dengan pati jagung dengan variasi 10% wt, 15% wt, 20% wt, dan 25% wt. Sedangkan *treatment* yang digunakan adalah maserasi menggunakan metanol dengan dilakukan perendaman selama satu jam. Untuk mengetahui sifat mekanik, maka dilakukan pengujian *pull-out* pada komposit. Dari hasil pengujian, didapat bahwa semakin tinggi presentase dari *plasticizer*, maka semakin kecil kekuatan rekat dari komposit. Untuk kekuatan rekat tertinggi dimiliki oleh 10% wt *plasticizer* dengan nilai 1,605 MPa dan menurun hingga 0,801 MPa di variasi 25% wt *plasticizer*.

**Kata kunci** : gondorukem; kekuatan rekat; pati jagung; plasticizer; serat rami

### Abstract

*Composites have a wide range of industrial uses because they are strong but still light. To reduce the use of synthetic materials that damage the environment, composites with fibers and matrices made of natural materials have been developed. This research aims to determine the effect of plasticizers on the interfacial strength on gondorukem matrix of treated hemp fibers. The plasticizer used was glycerol mixed with corn starch with variations of 10% wt, 15% wt, 20% wt, and 25% wt, while the treatment used was maceration using methanol by soaking for one hour. To determine the mechanical properties, pull-out test were carried out on the composite. From the test results, it can be seen that the higher the percentage of plasticizer, the smaller the interfacial strength of the composite. The highest interfacial strength is owned by 10%wt plasticizer with a value of 1.605 MPa and decreases to 0.801 MPa in the 25%wt plasticizer variation.*

**Keywords** : corn starch; gondorukem; hemp fiber; interfacial strength; plasticizer

### 1. Pendahuluan

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Kelebihan material komposit jika dibandingkan dengan logam adalah memiliki sifat mekanik yang baik, tidak mudah korosi, bahan baku yang mudah diperoleh dengan harga yang lebih murah, dan memiliki massa jenis yang lebih rendah dibanding dengan serat mineral [1].

Aldas dkk melakukan penelitian mengenai pengaruh penggunaan plasticizer berupa pati jagung dan gliserol pada matriks gondorukem dan modifikasinya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua aditif berbasis gondorukem mampu meningkatkan stabilitas termal pati termoplastik yang memberikan efek meluasnya kemungkinan proses lebih lanjut pada spesimen. Penelitian tersebut berkesimpulan bahwa Gondorukem dan modifikasinya menunjukkan kompatibilitas yang baik jika dicampurkan dengan resin-pati termoplastik yang berasal dari pati jagung dan gliserol. Hal ini akan memberikan efek terbentuknya material homogen yang sepenuhnya berbasis bahan terbarukan [2].

Selain itu, pada penelitian oleh Yao dkk mengenai pengaruh dari *treatment* metanol pada serat Polyvinyl Alcohol (PVA), ditemukan adanya peningkatan pada kekuatan mekanik karena peningkatan kristalinitas setelah dilakukan *treatment* menggunakan metanol. Kesimpulan dari penelitian tersebut adalah dengan rendaman sederhana dalam metanol, serat PVA elektrospun dapat distabilkan terhadap disintegrasi dalam air. Selain itu, dapat disimpulkan bahwa perlakuan metanol dapat meningkatkan derajat kristalinitas serat PVA, sehingga jumlah ikatan silang fisik yang bertanggung jawab

untuk stabilisasi serat dalam air juga meningkat. yang akan berakhir dengan peningkatan dari *mechanical properties* serat [3].

penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh persentase kandungan *plasticizer* pati jagung dan gliserol pada matriks gondorukem terhadap kemampuan rekat komposit berpenguat serat rami yang sudah di treatment menggunakan metanol. Pada tugas akhir ini, penulis melakukan penelitian melalui eksperimen dan pengujian dengan presentase *plasticizer* sebesar 10%, 15%, 20%, dan 25%. Pengujian dilakukan dengan pengujian *pull-out* pada masing-masing variasi spesimen.

## 2. Bahan dan Metode Penelitian

### 2.1 Serat Rami

Serat rami adalah serat alami atau kulit pohon yang dapat digunakan sebagai penguat pada material komposit. Komposit yang terbuat dari serat rami dengan matriks termoplastik, termoset, dan biodegradable telah menunjukkan sifat mekanik yang baik [4]. Sifat fisik dan sifat kimia rami ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Dapat dilihat di Tabel 2 bahwa serat rami memiliki kandungan selulosa dan hemiselulosa yang cukup tinggi, dimana kedua kandungan ini yang akan memainkan peran penting terhadap kekuatan dan kekakuan dari komposit secara keseluruhan.

**Tabel 1** Sifat fisik serat rami [4].

Sifat	Nilai
Panjang ( <i>ultimate</i> ) (mm)	8,3-14,0
Diameter ( <i>ultimate</i> ) (mm)	0,10-0,50
<i>Aspect ratio</i> (panjang / diameter)	549,00
<i>Specific apparent density</i> (Gravitasi)	1.500
Kelembapan (%)	12,00
Tensile strength (MPa)	310–750
Young's modulus (GPa)	30–60
Failure strain (%)	2,00–4,00

**Tabel 2** Perbandingan komposisi kimia serat rami dengan beberapa serat alam lainnya [5].

Serat	Selulosa (wt.%)	Hemiselulosa (wt.%)	Lignin (wt.%)
<i>Bamboo</i>	73-83	10-15	3,2
<i>Banana</i>	63-68	5-10	4,6
<i>Flax</i>	71-78	2,2	1,5-3,3
<b><i>Hemp</i></b>	<b>70,2-74,4</b>	<b>3,7-5,7</b>	<b>0,9-1,7</b>
<i>Jute</i>	61-71	12-13	0,7
<i>Kenaf</i>	45-57	8-13	-

Serat rami memiliki beberapa keunggulan dalam hal sifat mekanis material, seperti sifatnya yang kuat dan kaku, yang merupakan sifat yang sering dibutuhkan pada sebuah material. Selain itu, serat rami memiliki kemampuan untuk digunakan sebagai penguat dalam komposit karena sifat biodegradabilitasnya, kelimpahannya di alam, dan kecepatan produksi seratnya yang tinggi. Serat rami adalah salah satu serat alami terkuat dan paling kaku yang tersedia, menjadikannya bahan yang menjanjikan untuk digunakan dalam komposit.

### 2.2 Gondorukem

Gondorukem atau bisa disebut dengan rosin, didapatkan dari getah pohon pinus merkusii. Getah pohon pinus merupakan zat substansi yang memiliki sifat transparan, kental, dan memiliki daya rekat yang tinggi. Getah pohon pinus didapatkan dari penyadapan pohon pinus. Kemudian getah tersebut jika dipanaskan akan menguapkan kandungan terpentin yang ada didalam getah. Pemanasan ini nantinya akan menyisakan ampas getah yang disebut dengan gondorukem. Karakteristik *hydrophobic* (anti terhadap air) getah pohon pinus memungkinkan untuk larut dalam pelarut netral atau pelarut organik *non polar* seperti etil eter, hexan, dan pelarut minyak. Getah pinus adalah jenis oleoresin (perpaduan resin dan minyak pohon) yang mengandung senyawa terpenoid, hidrokarbon, dan senyawa netral. Jika didestilasikan akan menghasilkan 15-25% terpenin (C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>), 70-80% gondorukem, dan 5-10% kotoran [6].

### 2.3 Plasticizer

*Plasticizer* adalah sebuah substansi yang ditambahkan ke dalam suatu bahan untuk membuatnya lebih lembut, lebih fleksibel, dan lebih lentur (lebih ulet). *Plasticizer* biasanya ditambahkan ke polimer seperti plastik dan karet untuk memudahkan pemrosesan bahan baku selama proses manufaktur. Dalam komposit yang diperkuat serat alami, *plasticizer* biasa ditambahkan pada campuran matriks untuk meningkatkan kemampuan pengerjaan dan fluiditas komposit untuk

pencetakan dan penuangan. *Plasticizer* juga dapat ditambahkan untuk meningkatkan sifat mekanik komposit, seperti sifat keuletan dan *elongation* [7]. Pada penelitian ini, *plasticizer* yang digunakan adalah gliserol yang kemudian dicampurkan dengan pati jagung.

## 2.4 MEKPO

MEKPO (Metil Etil Keton Peroksida) adalah bahan yang sering digunakan sebagai unsur katalis pada proses pembuatan komposit. Fungsi dari katalis MEKPO adalah mempercepat laju reaksi yang terjadi pada resin atau bioresin, yang mempercepat proses pengeringan (*curing*) lebih cepat pada bahan suatu komposit. Namun penggunaan dari MEKPO harus diatur pada penggunaan bioresin. Pemakaian katalis dibatasi sampai dengan 5% dari volume bioresin, jika lebih dari persentase yang direkomendasikan akan menyebabkan tidak adanya laju pengeringan atau bioresin akan tetap pada fase cair [6].

## 2.5 Terpentin

Terpentin adalah suatu cairan yang diproduksi dari olahan getah pohon *Pinus Merkusii*. Seperti yang dijelaskan pada sub bab 2.9, bahwa getah pohon pinus merupakan oleoresin. Zat ini kemudian akan dilakukan proses distilasi yang berfungsi untuk memisahkan kandungan minyak dan zat-zat lain dari getah pohon. Penyulingan akan menghasilkan 15-25% terpentin ( $C_{10}H_{16}$ ), 70-80% gondorukem, dan 5-10% kotoran [6].

## 2.6 Variasi Komposisi Dalam Pembuatan Komposit untuk uji *pull-out*

Dalam penelitian ini, pembuatan komposit yang dilakukan oleh penulis dilakukan sebuah variasi untuk setiap spesimen untuk dilakukan uji *pull-out*. Hal ini didasarkan pada rasio larutan gondorukem dan *plasticizer* yang memiliki empat variasi berbeda. Variasi dalam pembuatan komposit ditunjukkan pada Tabel 3.

Setelah melalui proses eksperimen menggunakan metode *trial and error* dengan larutan gondorukem dan *plasticizer* yang didasari penelitian yang dilakukan oleh Aldas dkk. (2020) [2], maka didapatkan presentase larutan gondorukem dan *plasticizer* seperti pada Tabel 4.

**Tabel 3** Presentase Variasi Dalam Pembuatan Komposit

Variasi Larutan Gondorukem (%wt)	Variasi Larutan <i>Plasticizer</i> (%wt)
90	10
85	15
80	20
75	25

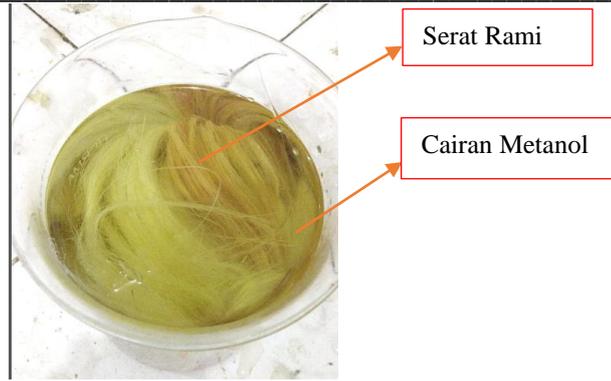
**Tabel 4** Komposisi Larutan Gondorukem dan *plasticizer* Dalam Pembuatan Spesimen Komposit.

Jenis larutan	Jenis Bahan	Presentase (%wt)
Larutan Gondorukem (100% wt)	Gondorukem	90
	Turpentine	8,5
	MEKPO	1,5
Larutan <i>Plasticizer</i> (100% wt)	Pati Jagung	55
	Gliserol	30
	Akuades	15

## 2.7 Prosedur Pembuatan Spesimen Komposit

Karena pengujian yang dilakukan adalah pengujian *pull-out* dan hanya digunakan satu helai serat, maka pembuatan spesimen tidak sama dengan pembuatan komposit secara umum. Tahapan proses pembuatan komposit berpenguat serat rami dengan untuk pengujian *pull-out* adalah sebagai berikut.

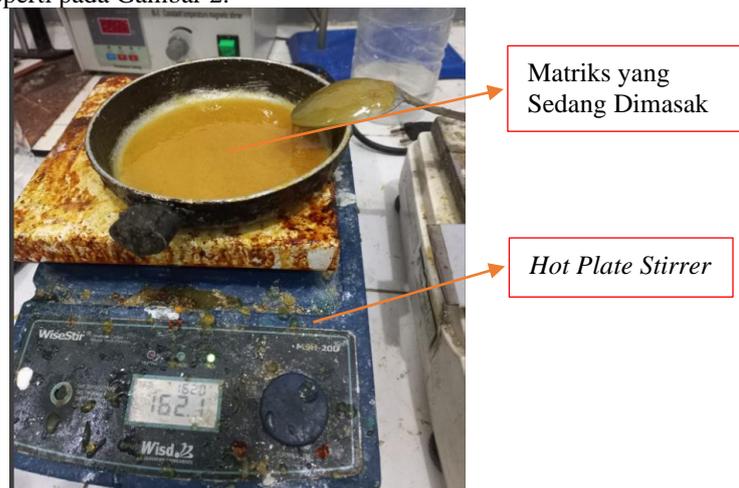
Pertama adalah melakukan *treatment* maserasi menggunakan metanol pada serat rami. Perendaman dilakukan mengacu pada penelitian yang sebelumnya telah dilakukan, yaitu dengan cara merendam serat rami di baskom dengan akuades untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang menempel di serat. Kemudian perendaman dengan metil alkohol/metanol ( $CH_3OH$ ) dilakukan selama satu jam untuk mempercepat proses perlakuan maserasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Selanjutnya dilakukan pencucian kedua dengan menggunakan akuades untuk menghilangkan zat pengotor setelah dilakukannya *treatment*. Terakhir serat dikeringkan di dalam ruangan selama 24 jam atau dibawah sinar matahari sampai benar-benar kering.



**Gambar 1** Proses Perendaman Serat Rami

Kemudian melakukan pembuatan plat besi sebagai wadah matriks. Plat besi perlu dilubangi dan dilakukan pemotongan. Diameter yang digunakan pada lubang untuk matriks yang digunakan adalah 10mm [8]. Kemudian dipilih ketebalan plat 1mm dengan pertimbangan matriks yang tidak boleh terlalu tebal agar serat tidak putus ketika ditarik pada saat pengujian *pull-out*. Untuk panjang dan lebar plat tidak ada pertimbangan spesifik, namun disesuaikan dengan penjepit yang tersedia di mesin pengujian.

Langkah selanjutnya adalah mencampurkan bahan-bahan yang telah ditimbang kedalam teflon untuk dimasak dan dicampur dengan durasi dan suhu yang telah ditentukan dengan pertimbangan titik didih pada masing-masing bahan. Hal ini dilakukan supaya semua bahan-bahan matriks dapat tercampur dengan homogen dan diharapkan properties dari komposit akan merata di seluruh tempat seperti pada Gambar 2.



**Gambar 2** Proses Memasak dan Mencampurkan Matriks

Sambil menunggu proses memasak dan mencampurkan matriks selesai, perlu juga disiapkan plat besi yang sebelumnya sudah dipotong dan dilubangi yang kemudian digabungkan dengan serat rami seperti pada Gambar 3. Proses ini dilakukan untuk membuat serat rami berada kira-kira di tengah dari matriks yang nantinya akan dituang.

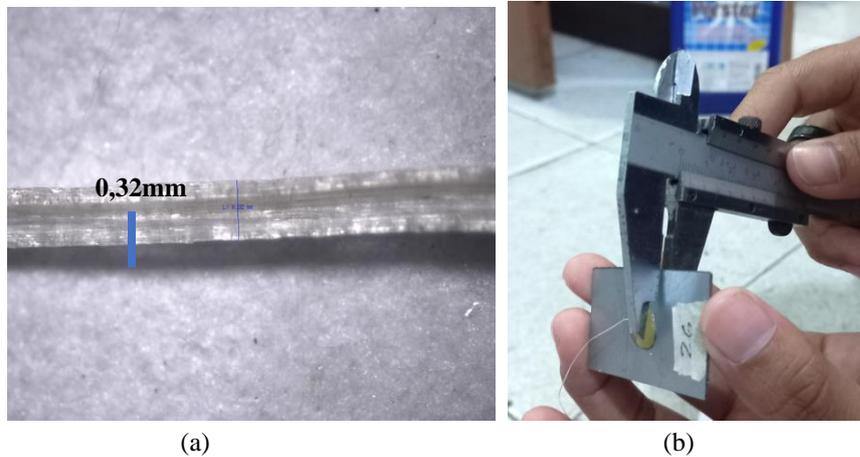


**Gambar 3** Proses Persiapan Plat Besi Dan Serat Rami

Ketika campuran matriks sudah siap dituang dan serat rami sudah siap pada tempatnya, maka langkah selanjutnya adalah menuangkan matriks kedalam plat besi dan serat rami. Langkah ini merupakan langkah yang

membutuhkan ketelitian, karena durasi waktu yang tidak boleh terlalu lama karena matriks akan mengeras, namun matriks harus mengikuti ketebalan tertentu, yaitu antara 1-2 mm.

Terakhir adalah melakukan pengukuran pada diameter serat dan ketebalan matriks. Diameter serat rami diukur dengan menggunakan mikroskop digital seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4a, sedangkan ketebalan matriks dapat diukur dengan menggunakan *vernier calliper* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4b. Diameter serat dan ketebalan matriks diperlukan dalam menghitung rumus kekuatan rekat.



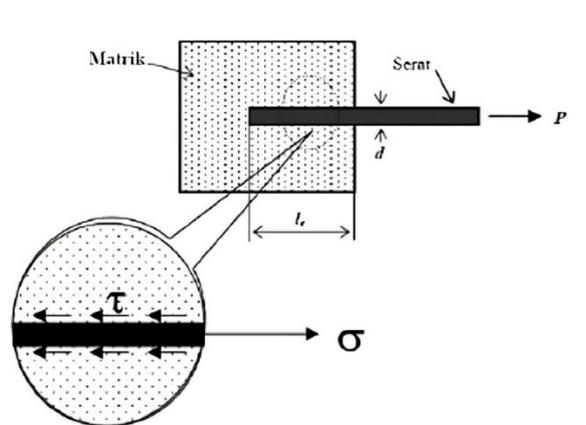
Gambar 4 (a) Melakukan Pengukuran Diameter Serat Dan (b) Ketebalan Matriks

## 2.8 Pengujian *Pull-Out*

Untuk mengetahui sifat mekanik sebuah material, diperlukan adanya sebuah pengujian, salah satu pengujian yang dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik adalah uji *pull-out*. Pengujian *pull-out* bertujuan untuk mendapatkan tegangan geser antara matriks dan serat pada komposit, serta memberi informasi mengenai kegagalan antara serat dan matriks jika kompatibilitas antara kedua bahan tersebut yang rendah. Untuk prosedur pelaksanaan dijelaskan pada Gambar 5, di mana serat tunggal ditanam di dalam matriks dengan kedalaman tanam sebesar  $l_x$  kemudian diberi beban tarik axial sebesar  $P$ . Beban  $P$  yang sudah diberikan diharapkan mampu mencabut serat yang tertanam dan diasumsikan tegangan geser di sepanjang permukaan serat tertanam adalah seragam [9].

Dengan memberikan beban tarik tersebut kita dapat mengevaluasi karakteristik material sehingga akan diperoleh sifat sifat mekanik dari material tersebut. Sifat yang diperoleh dari uji *pull-out* adalah kemampuan rekat atau biasa disebut juga dengan *interfacial strength*.

Kemampuan rekat (*Interfacial strength*) serat-matriks merupakan salah satu faktor utama yang menentukan sifat mekanik material komposit. Secara teori, komposit yang lebih kuat memiliki kekuatan rekat yang lebih baik antara serat dan matriksnya. Besarnya kekuatan rekat didasarkan pada sifat permukaan kedua komponen matriks dan serat tersebut [10]. Komposit serat harus mempunyai kemampuan untuk dapat menahan gaya yang diberikan. karena serat dan matriks akan berinteraksi dan pada akan terjadi pendistribusian tegangan, maka kemampuan ini harus dimiliki oleh matriks dan komposit.



Gambar 5 Kesetimbangan Gaya Antara Gaya Tarik Dan Gaya Geser Interfacial Antara Serat Dan Matriks Untuk Uji *Pull-Out* [11]

Tegangan rekat rata-rata dapat dihitung menurut Persamaan 1 [12].

$$\tau = \frac{F}{C_b l} \quad (1)$$

Dimana:

- $\tau$  = Tegangan geser interfasial matrik serat (MPa)
- $F$  = Beban (Newton)
- $C_b$  = lingkaran efektif batang FRP (*Fiber-Reinforcement Polymer*), yang dapat dihitung dengan rumus  $3,14d_b$ , dimana  $d_b$  adalah diameter dari serat yang digunakan.
- $l$  = panjang serat yang tertanam

Uji *pull-out* dilakukan di Laboratorium Riset Terpadu Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Gajah Mada. Alat yang digunakan yaitu *Universal Testing Machine* dengan merk Tensilon seperti yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 *Universal Testing Machine* Tensilon

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil Pengujian *Pull-Out*

Hasil pengujian *pull-out* dengan ASTM D7913 komposit berpenguat serat rami dengan matriks gondorukem dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Hasil Pengujian *Pull-Out* Komposit

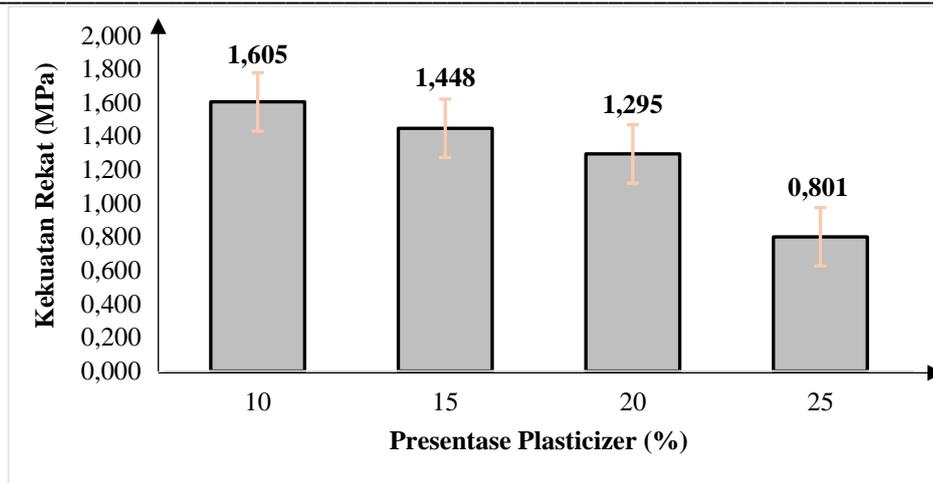
Presentase Plasticizer (%)	Kode Spesimen	Kode Pengujian	Beban Maksimum (N)	Rata-rata Beban Maksimum (N)
10	T.10.1	1	2,568	2,091
	T.10.2	2	2,015	
	T.10.3	3	1,690	
15	T.15.1	1	2,338	2,040
	T.15.2	2	1,993	
	T.15.3	3	1,790	
20	T.20.1	1	2,209	2,222
	T.20.2	2	2,172	
	T.20.3	3	2,284	
25	T.25.1	1	1,565	1,501
	T.25.2	2	1,586	
	T.25.3	3	1,351	

Setelah pengujian selesai dilakukan, selanjutnya adalah menganalisis perhitungan menggunakan persamaan 1 untuk menemukan berapa nilai kekuatan rekat yang dimiliki komposit pada penelitian ini. Hasil pengukuran diameter serat rami, tebal matriks, dan hasil kekuatan rekat yang dihitung dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5** Hasil Perhitungan Kekuatan Rekat Komposit

Kode Spesimen	Diameter Serat Rami (mm)	Rata-rata Diameter Serat Rami (mm)	Tebal Matriks (mm)	Kekuatan Rekat ( $\tau$ ) (MPa)	Rata-rata $\tau$ (MPa)
T.10.1	0,160	0,183	2,200	2,028	1,605
	0,170				
	0,220				
T.10.2	0,340	0,280	1,700	1,348	
	0,270				
	0,230				
T.10.3	0,230	0,220	1,700	1,439	
	0,200				
	0,230				
T.15.1	0,240	0,247	2,000	1,509	
	0,290				
	0,210				
T.15.2	0,190	0,190	2,000	1,670	
	0,190				
	0,190				
T.15.3	0,250	0,233	2,100	1,163	
	0,250				
	0,200				
T.20.1	0,230	0,283	2,100	1,182	
	0,360				
	0,260				
T.20.2	0,280	0,217	2,200	1,451	
	0,180				
	0,190				
T.20.3	0,260	0,277	2,100	1,252	
	0,300				
	0,270				
T.25.1	0,370	0,393	2,200	0,576	
	0,370				
	0,440				
T.25.2	0,470	0,397	1,500	0,849	
	0,310				
	0,410				
T.25.3	0,210	0,220	2,000	0,978	
	0,230				
	0,220				

Untuk mempermudah penggambaran dari hasil Tabel 5 yang sudah dibuat, maka Gambar 7 yang berisi grafik hubungan kekuatan rekat dengan presentase *plasticizer* dibuat.



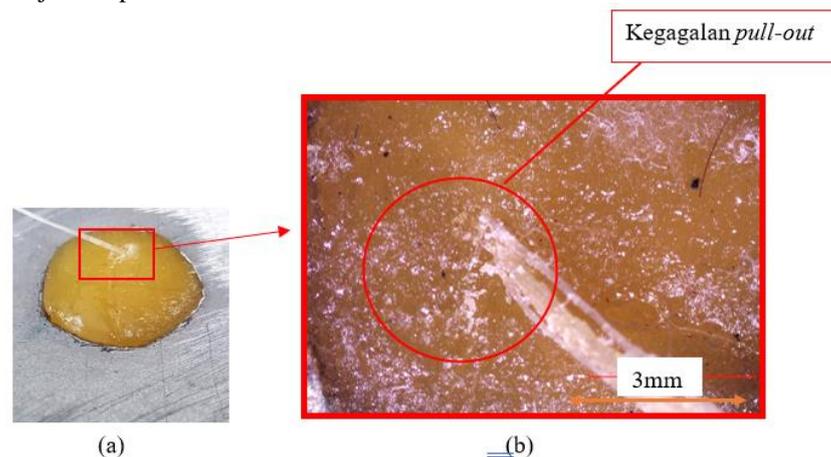
Gambar 7 Grafik Nilai Kekuatan Rekat Rata-Rata Untuk Setiap Variasi

### 3.2 Analisis Hasil Pengujian

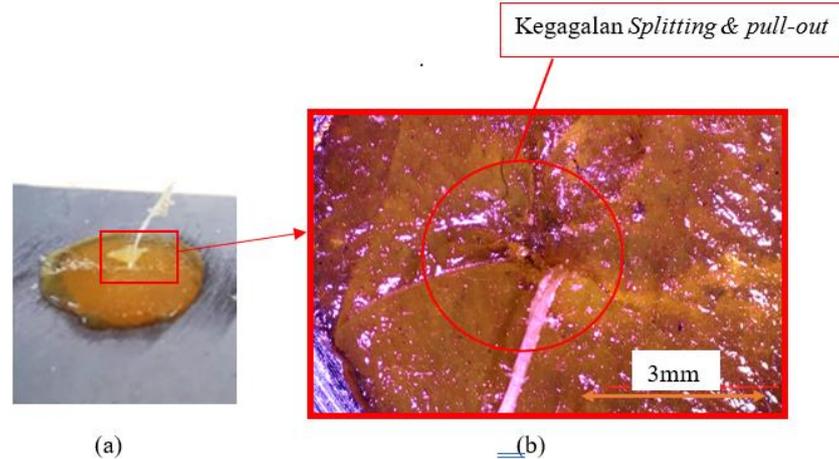
Dari Gambar 7, dapat disimpulkan bahwa pada komposit berpenguat serat rami cenderung memiliki penurunan kekuatan rekat seiring dengan penambahan unsur *plasticizer*. Pada Gambar 7 menunjukkan bahwa semakin tinggi presentase unsur *plasticizer* yang ditambahkan pada matriks, maka kekuatan rekat antara matriks dan serat pada komposit berpenguat serat rami semakin menurun. Kekuatan rekat rata-rata tertinggi dimiliki oleh variasi 10%wt *plasticizer*, yaitu sebesar 1,605 MPa. Kemudian untuk kekuatan rekat rata-rata terendah dimiliki oleh variasi 25%wt *plasticizer*, yaitu sebesar 0,801 MPa.

Penurunan kekuatan pada spesimen didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Wang dkk, 2019 [13] yang mengatakan bahwa adanya *plasticizer* meningkatkan sifat plastisitas dan keuletan dari polimer, namun melemahkan ikatan sekunder antara polimer organik dan menyebabkan berkurangnya gaya antarmolekul. Dalam eksperimennya juga menghasilkan kesimpulan bahwa *tensile strength* akan menurun pada spesimen yang diuji seiring dengan penambahan unsur *plasticizer* dengan rasio tiap penambahan 4% *plasticizer*, maka *tensile strength* akan menurun sebesar 29,8%.

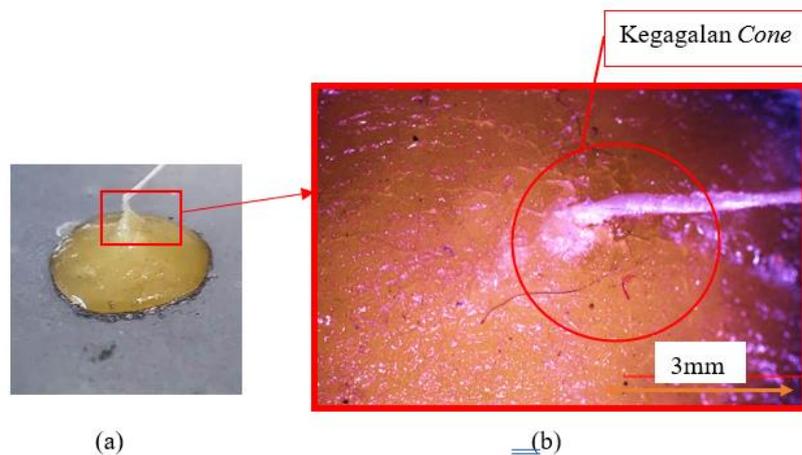
Untuk melihat lebih jelas hasil dari pengujian spesimen yang telah dilakukan uji *pull-out*, maka dilakukan pengambilan gambar secara makro menggunakan mikroskop. Hal ini berguna untuk mengamati jenis-jenis kegagalan yang terjadi pada komposit karena pengujian *pull-out*. Pada penelitian ini ketiga kegagalan yang paling banyak terjadi adalah kegagalan jenis *pull-out*, namun ada juga kegagalan-kegagalan lain yang terjadi di sebagian spesimen. Sampel kegagalan *pull-out* ditunjukkan pada Gambar 8, sampel kegagalan *splitting & pull-out* ditunjukkan pada Gambar 9, dan sampel kegagalan *cone* ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 8 (a) Foto Spesimen Dengan Kegagalan *Pull-Out*. (b) Foto Makro Spesimen Dengan Kegagalan *Pull-Out*



**Gambar 9** (a) Foto Spesimen Dengan Kegagalan *Splitting & Pull-Out*. (b) Foto Makro Spesimen Dengan Kegagalan *Splitting & Pull-Out*



**Gambar 10** (a) Foto Spesimen Dengan Kegagalan *Cone*. (b) Foto Makro Spesimen Dengan Kegagalan *Cone*

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian pull-out untuk variasi kandungan plasticizer pada matriks gondorukem yang sebelumnya diberikan treatment menggunakan metanol pada serat rami, ditemukan bahwa kekuatan rekat pada komposit berpenguat rami akan semakin melemah seiring dengan bertambahnya unsur plasticizer pada matriks gondorukem. Selain itu, dari hasil pengujian pull-out untuk variasi kandungan plasticizer pada matriks gondorukem tanpa diberikan treatment menggunakan metanol pada serat rami, ditemukan bahwa tidak adanya perubahan yang signifikan pada kekuatan rekat dari komposit berpenguat serat rami.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] Porwanto D. A. dan Lizda J. 2006. "Karakteristik Komposit Berpenguat Serat Bambu dan Serat Gelas Sebagai alternatif Bahan Baku Industri". *Jurnal Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- [2] Aldas M., Pavon C., Martinez J. L., dan Arrieta M. P. 2020. "Pine Resin Derivatives as Sustainable Additives to Improve the Mechanical and Thermal Properties of Injected Moulded Thermoplastic Starch". *Applied Sciences*. Vol. 10, No. 2561.
- [3] Yao L., Haas T., Guiseppi E.A., Gary B., David S., dan Gary W. 2003. "Electrospinning and Stabilization of Fully Hydrolyzed Poly (Vinyl Alcohol) Fibers". *Chemistry of Materials - CHEM MATER*. Vol.15, No.10.
- [4] Shahzad A. 2012. "Hemp Fiber And Its Composites - A review". *Journal of Composite Materials - J COMPOS MATER*. Vol.46. pp. 973-986.
- [5] Sahayaraj A.F., Muthukrishnan M., Kumar R.P., Ramesh, M., dan Kannan M. 2021. "PLA based Bio Composite reinforced with natural fibers – review". *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*. Vol.1145.

- [6] Kencanawati C., Suardana N., Sugita I. K. G., & Suyasa I. W. B. 2019. “Karakteristik Fisik Dan Mekanik Pine Resin Sebagai Matriks Dengan Variasi Aditif MEKPO”. *Prosiding Konferensi Nasional Engineering Perhotelan X*, Vol.22.
- [7] Jia P., Xia H., Tang K., dan Zhou Y. 2018. “Plasticizers Derived from Biomass Resources: A Short Review”. *Polymers*. Vol.10, No. 1303.
- [8] Mo Li dan Victor C. Li. 2012. “Cracking and Healing of Engineered Cementitious Composites under Chloride Environment”. *Aci Materials Journal*. pp. 6
- [9] Chandrabakty S. 2011. “Pengaruh Panjang Serat Tertanam Terhadap Kekuatan Geser Interfacial Komposit Serat Batang Melinjo-Matriks Resin Epoxy”. *Jurnal Mekanikal*. Vol 2, No.1, pp. 1-9.
- [10] Thodsaratpreeyakul W., Uawongsuwan P., Kataoka A., Negoro T., dan Hamada H. 2017. “The Determination of Interfacial Shear Strength in Short Fiber Reinforced Poly Ethylene Terephthalate by Kelly-Tyson Theory”. *Open Journal of Composite Materials*. Vol.7 No.4.
- [11] Marsyahyo E., 2009, “Perlakuan Permukaan Serat Rami (*Boehmeria nivea*) dan kompatibilitas serat-matrik pada komposit matrik polimer”. *Disertasi, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta*
- [12] Annual Book of ASTM Standars. 2020. “ASTM D7913 - D7913M”. *Standard Test Method for Bond Strength of Fiber-Reinforced Polymer Matrix Composite Bars to Concrete by Pullout Testing*. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- [13] Wang T., Xu J., Zhu C., dan Ren W. 2019. “Comparative Study on the effects of Various Modified Admixtures on the Mechanical Properties of Styrene-Acrylic Emulsion-Based Cement Composite Materials”. *Materials*. Vol.13, pp. 8.