

# Pengaruh Komposisi Matriks Gypsum Berserat Limbah Masker Medis Terhadap Kemampuan Bending

Edo Andreas Sitorus, Ngakan Putu Gede Suardana, Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati

Program Studi Teknik mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

Limbah medis infeksius menjadi permasalahan di masa pandemic covid-19 dimana terjadi peningkatan sampai dengan 30% sedangkan kapasitas pengolahannya masih terbatas. Salah satunya adalah limbah masker medis, sempat menjadi konflik dikarenakan banyaknya masker yang dibuang sembarangan dan mengakibatkan pencemaran lingkungan sekitar. Penelitian ini menggunakan gypsum sebagai matriks dan limbah masker medis yang sudah disterilisasi serta dicacah berukuran  $\pm 1 \text{ cm}^2$  sebagai serat dengan variasi fraksi volume 0% limbah masker medis, 5% limbah masker medis, 10% limbah masker medis, 15% limbah masker medis, dicetak dengan metode hand lay up menggunakan cetakan akrilik dan serat disusun secara acak. Komposit dipotong sesuai acuan ASTM D790, diuji untuk mencari tahu tegangan, regangan, dan modulus elastisitas. Data pengujian bending mengalami penurunan, dimana tegangan tertinggi didapat pada fraksi 0% limbah masker medis dengan nilai rata-rata 5,448 MPa sedangkan yang terendah didapat pada fraksi 15% limbah masker medis dengan nilai rerata 0,842 MPa, regangan bending memiliki peningkatan dimana regangan tertinggi didapat pada fraksi 10% limbah masker medis dengan nilai rata-rata 0,695%, sedangkan yang terendahnya didapat pada fraksi 0% limbah masker medis dengan nilai rata-rata 0,103%, modulus elastisitas mengalami penurunan, dimana modulus elastisitas tertinggi didapat pada fraksi 0% limbah masker medis dengan nilai rata-rata 6472,858 MPa, sedangkan yang terendah didapat pada fraksi 15% limbah masker medis dengan nilai rata-rata 261,144 MPa.

Kata Kunci: gypsum, limbah masker medis, fraksi volume, kekuatan bending

## Abstract

Wasted medical infectious becomes the problems during the Covid-19 pandemic. Occur enhancement until with 30% while capacity processing still limited. One of is them medical mask waste, becomes conflict for several because how many wasted masks are thrown away reckless and result in pollution environment around. This research used gypsum as matrix and waste medical masks sterilized as well as chopped sized  $\pm 1 \text{ cm}^2$  as reinforcement with variation fraction volume 0%, 5%, 10%, and 15% medical mask waste, manufactured with hand lay up method implanted using an acrylic mold with disordered oriented reinforcement. Composite cut in accordance ASTM D790, tested looking stress, strain, and modulus of elasticity. Bending test data experienced decrease, where highest stress obtained in the 0% fraction of medical mask waste with the average value is 5,448 MPa while the lowest is obtained in the 15% fraction of medical mask waste with the average is 0.842 MPa, the bending strain has enhancement where strain highest obtained in the 10% fraction of medical mask waste with the average value is 0.695%, while the lowest is obtained in the 0% fraction of medical mask waste with average value 0.103%, modulus of elasticity experience decrease, where the modulus of elasticity highest obtained in the 0% fraction of medical mask waste with the average value is 6472.858 MPa, while the lowest obtained in the 15% fraction of medical mask waste with the average value is 261.144 MPa.

Keywords: Gypsum, medical mask waste, volume fraction, bending strength

## 1. Pendahuluan

Sampah adalah masalah yang selalu ada di kehidupan kita setiap harinya. Dimana-mana banyak sekali sampah yang tertimbun dan tidak dapat didaur ulang secara maksimal khususnya di Indonesia. Selain itu limbah masker juga menjadi perhatian di masa COVID-19 ini. Setiap hari kita beraktifitas wajib menggunakan masker dan setiap hari juga kita harus mengganti masker. Tercatat jumlah limbah medis meningkat 30% sedangkan kapasitas untuk mengolah limbah B3 medis masih terbatas diberbagai daerah khususnya di luar jawa. Gypsum sangat mudah ditemukan di Kalimantan dan Jawa Barat, namun selama ini pendaayagunaannya belum

maksimal di Indonesia. Dari total penduduk Indonesia yang 260 juta jiwa, pengaplikasiannya saat ini sudah mencapai

1. Matriks yang digunakan merupakan gypsum casting dengan larutan air dan perbandingan 2:1.
2. Serat yang digunakan yaitu cacahan limbah masker dengan ukuran  $\pm 1 \text{ cm}^2$ .
3. Pengaruh suhu diabaikan.
4. Pengujian yang digunakan adalah bending (ASTM D790) dan uji mikrostruktur.

## 2.1. Uji Bending

Pengujian bending merupakan pengujian yang memberikan data kuat Bending dari material yang

diuji. Pada pengujian kali ini penelitian mengacu kepada ASTM D790. Pengujian *bending* memiliki dua metode pengolahan yaitu 3 titik bending dan 4 titik *bending*. Pengujian bending menghasilkan tegangan bending, regangan bending dan modulus elastisitas yang terjadi:



Gambar 1. Ukuran spesimen uji bending

Pengujian bending menghasilkan tegangan bending, regangan bending dan modulus elastisitas yang terjadi:

$$\sigma l = \frac{3PL}{2bd^2} \dots\dots\dots(1)$$

$$el = \frac{6\delta.d}{L^2} \dots\dots\dots(2)$$

$$El = \frac{l^3.m}{4bd^3} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

- $\sigma l$  = Tegangan bending (MPa)
- $El$  = Modulus elastisitas bending (MPa)
- $el$  = Regangan bending
- $P$  = Beban (N)
- $L$  = Jarak Point (mm)
- $b$  = Lebar benda uji (mm)
- $d$  = Ketebalan benda uji (mm)
- $\delta$  = Defleksi benda uji (mm)
- $m$  = Tangen garis lurus pada *stress strain curve*(MPa)

### 2.2 Uji mikrostruktur

Foto mikrostruktur berfungsi untuk menentukan homogenitas dari spesimen. Foto mikro juga berfungsi sebagai penentu distribusi ikatan antara masing-masing bahan penyusun spesimen, yaitu distribusi serat limbah masker medis dan *gypsum*. Proses pengamatan mikro dilakukan di laboratorium Metalurgi Teknik Mesin Universitas Udayana.

## 3. Metode Penelitian

### 3.1 Proses Pembuatan Spesimen

Komposisi bahan berat spesimen dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Tabel komposisi Bahan

fraksi volume	volume matriks (cm <sup>3</sup> )	volume serat (cm <sup>3</sup> )	berat matriks (gr)	berat serat (gr)	berat total (gr)
0%	900	0	2.079	0	2.079
5%	855	45	1.975,05	25,02	2.000,07
10%	810	90	1.871,1	50,04	1.921,14
15%	765	135	1.767,15	75,06	1.842,21

### 3.2 Pengujian bending

Pengujian komposit *gypsum*/limbah masker medis dilakukan di Laboratorium Metalurgi Teknik Mesin Universitas Udayana. Pengujian dilakukan mengacu pada ASTM D790 [1] dimana pengujian menggunakan alat uji mekanik Tensilon RTG 1250.

Penambahan defleksi sebesar 0,01 mm sampai spesimen mengalami deformasi. Pengujian bending menggunakan 6 spesimen setiap variasi fraksi volume dengan total spesimen uji adalah 24.

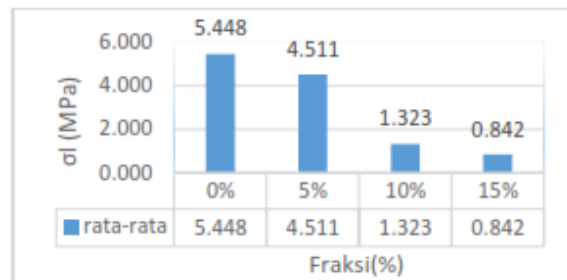


Gambar 2. Proses pengujian bending

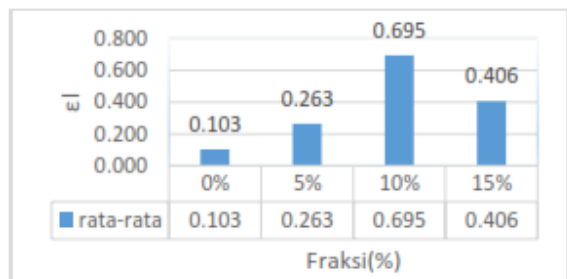
## 4. Hasil Dan Pembahasan

### 4.1. Hasil Uji Bending

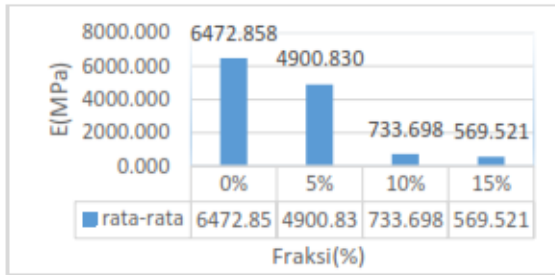
Data hasil uji bending merupakan hasil dari pengujian komposit *gypsum* berserat limbah masker medis. Setelah melakukan pengujian dan pengolahan data, hasil uji dirata-ratakan dan dapat dilihat pada gambar 4,5 dan 6.



Gambar 4. Grafik rata-rata tegangan bending komposit variasi 0%,5%,10%, dan 15%



Gambar 5. Grafik rata-rata tegangan bending komposit variasi 0%,5%,10%, dan 15%



**Gambar 6. Grafik rata-rata tegangan bending komposit variasi 0%,5%,10%, dan 15%**

Fraksi volume mempengaruhi nilai tegangan bending dari komposit [2]. Tanpa penambahan serat, kemampuan komposit untuk menahan beban yang diberikan berkurang, sehingga dapat terlihat berupa patahan setelah tampak lebih getas akibat kurangnya penambahan serat. Terlalu banyak serat juga meningkatkan kemungkinan rongga dan celah terbentuk [3].

Seperti yang terlihat pada grafik tegangan semakin besar presentase serat limbah masker medis, semakin menurun tegangan bending dari komposit *gypsum* berserat limbah masker medis. Tegangan bending tertinggi ditunjukkan pada komposit variasi fraksi volume 0% serat yaitu sebesar 5,448MPa, sedangkan tegangan terendah ditunjukkan pada komposit variasi fraksi volume 15% serat yaitu sebesar 0,832 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan serat berpengaruh pada tegangan, dimana adanya penurunan nilai tegangan seiring meningkatnya persentase serat. Hal ini mengindikasikan bahwa beban yang diterima pada pengujian bending berpusat searah seratnya sesuai patahan pada gambar 7 serta adanya distribusi serat yang kurang baik serta ikatan antara matriks dan serat yang lemah akan membuat nilai kekuatan bendingnya menurun seiring dengan penambahan komposisi seratnya.



**Gambar 7. Visualisasi patahan fraksi volume 15%**

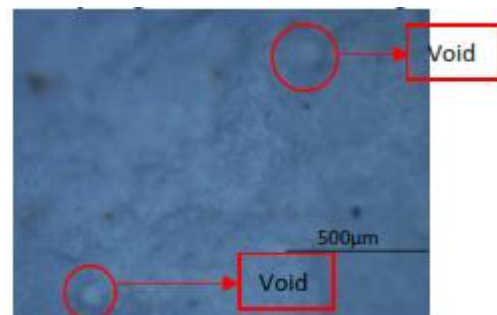
Seperti yang terlihat pada grafik regangan semakin besar presentase serat limbah masker medis, semakin meningkat regangan bending dari komposit. Regangan bending tertinggi ditunjukkan pada komposit variasi fraksi volume 10% serat yaitu sebesar 0,695, sedangkan regangan bending terendah ditunjukkan pada komposit variasi fraksi volume 0% serat yaitu sebesar 0,103. Peningkatan

regangan bending pada komposit *gypsum* berserat limbah masker medis tidak terlalu signifikan dari variasi fraksi volume 0% serat sampai variasi fraksi volume 10% serat. Hal ini terjadi dikarenakan terlalu banyak serat juga meningkatkan kemungkinan rongga dan celah terbentuk. Maka dapat dilihat pada fraksi variasi 15% ada penurunan dikarenakan ikatan matrik dan serat melemah karena serat lebih banyak daripada matriks. variasi fraksi volume 15% serat yaitu sebesar 569,521 MPa. Hal ini terjadi dikarenakan serat yang ditambahkan terlalu banyak maka serat juga meningkatkan kemungkinan rongga dan celah terbentuk. Maka dapat dilihat pada fraksi variasi 15% ada penurunan dikarenakan ikatan matrik dan serat melemah karena serat lebih banyak daripada matriks.

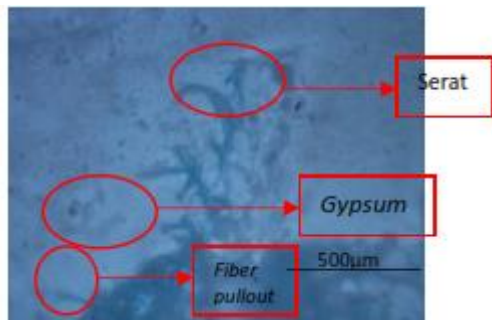
Seperti yang terlihat pada grafik diatas semakin besar presentase serat limbah masker medis, semakin menurun modulus elastisitasnya. Modulus elastisitas tertinggi dimiliki oleh komposit variasi fraksi 0% serat yaitu sebesar 6472,858 MPa, sedangkan modulus elastisitas terendah ditunjukkan pada komposit variasi fraksi volume 15% serat yaitu sebesar 569,521 MPa. Berdasarkan hasil pengujian, komposit variasi fraksi 0% serat memiliki sifat lebih getas dibandingkan dengan komposit variasi fraksi volume 15% serat. Dengan demikian penambahan serat berpengaruh pada tegangan, regangan serta modulus elastisitas.

#### 4.2. Hasil Uji Mikrostruktur

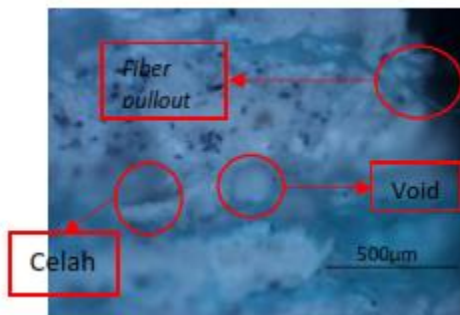
Pengamatan foto mikro dilakukan untuk mengetahui kondisi patahan dari material uji. Pengamatan yang dilakukan biasanya melibatkan batas butir dari fasa-fasa yang ada dalam suatu bahan atau material tersebut. Perbesaran yang digunakan adalah 5x. Uji foto mikro dilakukan di Laboratorium Metalurgi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana dengan menggunakan alat uji microscope Nikon LV 150NL. Pengamatan dapat dilihat pada gambar dibawah ini sebagai berikut:



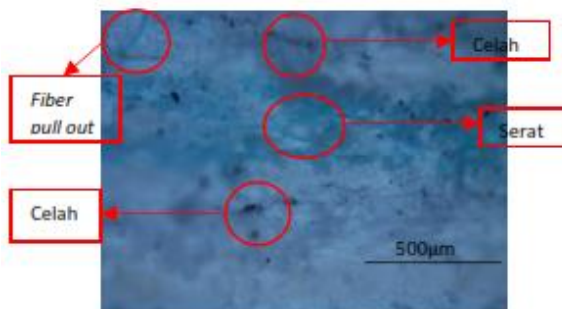
**Gambar 8. Foto Mikrostruktur Fraksi Volume 0% Serat**



Gambar 9. Foto Mikrostruktur Fraksi Volume 5% Serat



Gambar 10. Foto Mikrostruktur Fraksi Volume 10% Serat



Gambar 11. Foto Mikrostruktur Fraksi Volume 15% Serat

Berdasarkan pada gambar foto mikrostruktur patahan pada komposit dengan variasi fraksi volume 0% serat dapat dilihat adanya beberapa *void* yang terperangkap. Hal tersebut dapat terjadi karena kurangnya pembebanan pada saat proses pencetakan spesimen sehingga udara masih terperangkap. Pada komposit dengan variasi fraksi volume 5%, 10%, dan 15% serat dapat dilihat adanya *fiber pull-out*, celah antara serat dan matriks, Hal tersebut dapat terjadi karena orientasi serat acak dimana ikatan antara serat dan matriks melemah pada saat beban yang diberikan terus bertambah sehingga mengalami pelepasan serat pada komposit, namun matriks mengalami retak dan pecah atau yang disebut *delamination*. Pada saat matriks mengalami kegagalan, serat masih dapat menanggung beban, sehingga proses terjadinya patahan tidak berlangsung secara bersamaan. Celah terjadi dikarenakan banyaknya serat pada komposit tersebut serta sifat fisik serat yang berbahan dasar dari kain spunbond bersifat anti air, pada saat proses

manufaktur, serat tidak menyatu dengan matriks mengakibatkan ikatan antara matriks dan serat melemah *Fiber pull-out* terjadi karena ikatan antara serat dan matriks melemah pada saat beban meningkat [4]. Saat matriks tidak mampu lagi menanggung beban, serat masih dapat menanggung beban, sehingga proses terjadinya patahan tidak bersama.

### 5.Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian terhadap pengaruh komposisi matriks *gypsum* berserat limbah masker medis dapat disimpulkan bahwa variasi fraksi volume serat (limbah masker medis) berpengaruh terhadap kekuatan bending. Kekuatan menurun seiring dengan meningkatnya persentase komposisi serat yang digunakan. Hal ini terjadi karena serat memiliki karakteristik anti air, pada saat proses pencetakan serat menolak untuk merekat pada matriks cair sehingga terjadi ikatan yang lemah antara matriks dan serat.

### Daftar Pustaka

- [1] ASTM, D. 2002. ASTM D-790. *Standard Test Method for Bending Properties of Plastics*, ASTM Int
- [2] Lokantara I. P., Suardana N.P.G, Karohika I M.G.,2009, **Efek Fraksi Volume Serat dan Penyerapan Air Tawar Terhadap Kekuatan Bending Komposit Tapis Kelapa/Polyester**, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin *CakraM* , Vol 3 No 2, 138-143
- [3] Dyah E., dkk,2012, **Pengaruh Panjang Serat dan Fraksi Volume terhadap Kekuatan Impact dan Bending Material Komposit Polyester-Fiberglass dan Polyester-Pandan Wangi**, *Dinamika Teknik Mesin*, Vol. 2 No 1.
- [4] Leiwakabessy A.Y., Purnowidodo A., Soenoko R.,2013, **Perubahan Sifat Mekanis Komposit Hibrid Polyester yang Diperkuat Serat Sabut Kelapa dan Ampas Empulur Sagu**, *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol. 4, No. 3.

	<p>Edo Andreas Sitorus menyelesaikan studi program sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas</p>
<p>Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik yang berkaitan dengan rekayasa manufaktur</p>	