

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

Dalam penelitian terdapat 3 pengujian yang dilakukan ialah pengujian tarik, pengujian *impact* dan struktur makro. Data yang sudah diperoleh dari hasil pengujian, kemudian dilakukan pengolahan data. Hasil pengujian yang diperoleh ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

##### 4.1.1 Data Hasil Pengujian Tarik

1. Data Hasil Pengujian Tarik dengan Tambahan *Zinc Oxide* 0% dan *Alumina* 10%.

Tabel 4. 1 Data hasil pengujian tarik dengan tambahan 0% ZnO dan 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Spesimen	Variasi Tambahan	Area (mm)	Max.Force (Kgf)	0,2% Y.S (Kgf/mm <sup>2</sup> )	Tensile Strenght (Kgf/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)	Modulus Elastisitas (Mpa)
1	0% ZnO dan 10% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	187.00	222	0.49	1.19	10	0,119
2		187.00	156	0.83	0.83	16	0,051
3		176.46	431	1.11	2.44	9	0,271
Rata- rata			269	0,81	1,48	11	0,147

Perhitungan spesimen 1 variasi 0% ZnO dan 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

- Tensile Strenght :  $\sigma = \frac{f}{A_0}$

$$\sigma = \frac{222}{187.00} = 1.19 \text{ Kgf/mm}^2$$

- Modulus Elastisitas :  $E = \frac{\sigma}{\epsilon}$

$$E = \frac{1.19}{10} = 0,119 \text{ Mpa}$$

2. Data Hasil Pengujian Tarik dengan Tambahan *Zinc Oxide* 5% dan *Alumina* 10%.

Tabel 4. 2 Data hasil pengujian tarik dengan tambahan 5% ZnO dan 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Spesimen	Variasi Tambahan	Area (mm)	Max.Force (Kgf)	0,2% Y.S (Kgf/mm <sup>2</sup> )	Tensile Strenght (Kgf/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)	Modulus Elastisitas (Mpa)
1	5% ZnO dan 10% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	213.90	312	1.04	1.46	11	0,132
2		231.00	389	1.57	1.69	10	0,169
3		220.00	473	1.97	2.15	10.3	0,208
Rata- rata			391	1,52	1,76	10,4	0,169

Perhitungan spesimen 1 variasi 5% ZnO dan 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

- Tensile Strenght :  $\sigma = \frac{f}{A_0}$

$$\sigma = \frac{312}{213.90} = 1.46 \text{ kgf/mm}^2$$

- Modulus Elastisitas :  $E = \frac{\sigma}{\epsilon}$

$$E = \frac{1.46}{11} = 0,132 \text{ Mpa}$$

3. Data Hasil Pengujian Tarik dengan Tambahan *Zinc Oxide* 10% dan *Alumina* 10%.

Tabel 4. 3 Data hasil pengujian tarik dengan tambahan 10% ZnO dan 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Spesimen	Variasi Tambahan	Area (mm)	Max.Force (Kgf)	0,2% Y.S (Kgf,mm)	Tensile Strenght (Mpa)	Elongation (%)	Modulus Elastisitas (Mpa)
1	10% ZnO dan 10% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	208.80	440	0.87	2.11	7.7	0,274
2		231.00	474	0.95	2.05	7.7	0,266
3		213.90	352	0.73	1.65	6.8	0,242
Rata- rata			422	0,85	1,93	7,4	0,260

Perhitungan spesimen 1 variasi 10% ZnO dan 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

- Tensile Strength :  $\sigma = \frac{f}{A_0}$

$$\sigma = \frac{440}{208.80} = 2.11 \text{ Kgf/mm}^2$$

- Modulus Elastisitas :  $E = \frac{\sigma}{\epsilon}$

$$E = \frac{2.11}{7.7} = 0,274 \text{ Mpa}$$

#### 4.1.2 Data Hasil Pengujian *Impact*

1). Data Hasil Pengujian *Impact* dengan Tambahan *Zinc oxide* 0% dan *Alumina* 10%.

Spesimen dengan tambahan *zinc oxide* 0% dan *alumina* 10% diperoleh energi *impact* dan harga *impact* pada tabel berikut ini :

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian *Impact* dengan tambahan *Zinc oxide* 0% dan *Alumina* 10%

Spesimen	P (mm)	L (mm)	T (mm)	H (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	$\alpha$ (°)	$\beta$ (°)	Energi Impact (J)	Harga Impact (J/mm <sup>2</sup> )
1	60	13	12,5	11,5	149,5	90	85	4,396	0,0294
2	60	13	12,5	11,5	149,5	90	66	20,495	0,1370
3	60	13	12,5	11,5	149,5	90	84	5,250	0,0351
<b>Rata – rata</b>									<b>0,0671</b>

Perhitungan spesimen 1 variasi 0% ZnO dan 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

- Energi Impact :  $E = m \times g \times R (\cos\beta - \cos\alpha)$

$$E = 8,3 \times 9,81 \times 0,62 (\cos 85 - \cos 90)$$

$$= 50,482 \times 0,0871$$

$$= 4,396 \text{ j}$$

- Harga Impact :  $HI = \frac{E}{A}$

$$= \frac{4,396}{149,5}$$

$$= 0,0294 \text{ J/mm}^2$$

**Keterangan:**

P = Panjang Spesimen (mm)

A = Luas Penampang di Bawah Takik (mm<sup>2</sup>)

L = Lebar Spesimen (mm)

$\alpha$  = Sudut Awal Pendulum (°)

T = Tinggi Spesimen (mm)

$\beta$  = Sudut Akhir Pendulum (°)

H = Tinggi Spesimen di Bawah Takik (mm)

2). Data Hasil Pengujian *Impact* dengan Tambahan *Zinc oxide* 5% dan *Alumina* 10%.

Spesimen dengan tambahan *zinc oxide* 5% dan *alumina* 10% diperoleh energi *impact* dan harga *impact* pada tabel berikut ini :

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian *Impact* dengan tambahan *Zinc oxide* 5% dan *Alumina* 10%

Spesimen	P (mm)	L (mm)	T (mm)	H (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	$\alpha$ (°)	$\beta$ (°)	Energi Impact (J)	Harga Impact (J/mm <sup>2</sup> )
1	60	13	12,5	11,5	149,5	90	82	7,016	0,0469
2	60	13	12,5	11,5	149,5	90	83	6,108	0,0408
3	60	13	12,5	11,5	149,5	90	88	1,716	0,0114
<b>Rata – rata</b>									<b>0,0330</b>

Perhitungan spesimen 1 variasi 5% ZnO dan 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

- Energi Impact :  $E = m \times g \times R (\cos \beta - \cos \alpha)$

$$\begin{aligned} E &= 8,3 \times 9,81 \times 0,62 (\cos 82 - \cos 90) \\ &= 50,482 \times 0,0139 \\ &= 7,016 \text{ j} \end{aligned}$$

- Harga Impact :  $HI = \frac{E}{A}$

$$\begin{aligned} &= \frac{7,016}{149,5} \\ &= 0,0469 \text{ J/mm}^2 \end{aligned}$$

**Keterangan:**

P = Panjang Spesimen (mm)                      A = Luas Penampang di Bawah Takik (mm<sup>2</sup>)

L = Lebar Spesimen (mm)                      α = Sudut Awal Pendulum (°)

T = Tinggi Spesimen (mm)                      β = Sudut Akhir Pendulum (°)

H = Tinggi Spesimen di Bawah Takik (mm)

3). Data Hasil Pengujian *Impact* dengan Tambahan *Zinc oxide* 10% dan *Alumina* 10%.

Spesimen dengan tambahan *zinc oxide* 10% dan *alumina* 10% diperoleh energi *impact* dan harga *impact* pada tabel berikut ini :

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian *Impact* dengan tambahan *Zinc oxide* 10% dan *Alumina* 10%

Spesimen	P (mm)	L (mm)	T (mm)	H (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	α (°)	β (°)	Energi Impact (J)	Harga Impact (J/mm <sup>2</sup> )
1	60	13	12,5	11,5	149,5	90	88	1,716	0,0114
2	60	13	12,5	11,5	149,5	90	86	3,483	0,0232
3	60	13	12,5	11,5	149,5	90	85	4,396	0,0294
<b>Rata – rata</b>									<b>0,0213</b>

Perhitungan spesimen 1 variasi 10% ZnO dan 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

- Energi Impact :  $E = m \times g \times R (\cos\beta - \cos\alpha)$

$$\begin{aligned} E &= 8,3 \times 9,81 \times 0,62 (\cos 88 - \cos 90) \\ &= 50,482 \times 0,034 \\ &= 1,716 \text{ j} \end{aligned}$$

- Harga Impact :  $HI = \frac{E}{A}$

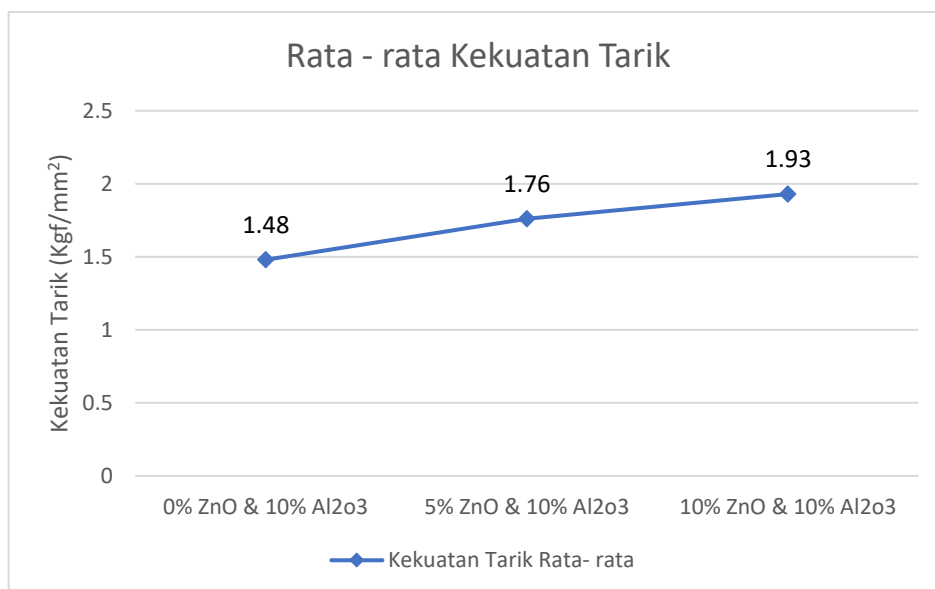
$$\begin{aligned} &= \frac{1,716}{149,5} \\ &= 0,0114 \text{ J/mm}^2 \end{aligned}$$

**Keterangan:**

P = Panjang Spesimen (mm)	A = Luas Penampang di Bawah Takik (mm <sup>2</sup> )
L = Lebar Spesimen (mm)	$\alpha$ = Sudut Awal Pendulum (°)
T = Tinggi Spesimen (mm)	$\beta$ = Sudut Akhir Pendulum (°)
H = Tinggi Spesimen di Bawah Takik (mm)	

**4.2 Pembahasan****4.2.1 Pembahasan Pengujian Tarik**

- 1) Data hasil pengujian tarik dengan tambahan 0% ZnO dan 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Berdasarkan data pada tabel 4.1 dapat dilihat bahwa pada spesimen uji dengan tambahan 0% ZnO dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dengan rata – rata yang didapat dari nilai kekuatan tarik sebesar 1,48 Kgf/mm<sup>2</sup>, sedangkan rata- rata nilai modulus elastisitas sebesar 0,147 Mpa.
- 2) Data hasil pengujian tarik dengan tambahan 5% ZnO dan 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Berdasarkan data pada tabel 4.2 dapat dilihat bahwa pada spesimen uji dengan tambahan 5% ZnO dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dengan rata – rata yang didapat dari nilai kekuatan tarik sebesar 1,76 Kgf/mm<sup>2</sup>, sedangkan rata- rata nilai modulus elastisitas sebesar 0,169 Mpa.
- 3) Data hasil pengujian tarik dengan tambahan 10% ZnO dan 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Berdasarkan data pada tabel 4.3 dapat dilihat bahwa pada spesimen uji dengan tambahan 10% ZnO dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dengan rata – rata yang didapat dari nilai kekuatan tarik sebesar 1,93 Kgf/mm<sup>2</sup>, sedangkan rata- rata nilai modulus elastisitas sebesar 0,260 Mpa.



Grafik 4. 1 Nilai Rata - Rata Kekuatan Tarik

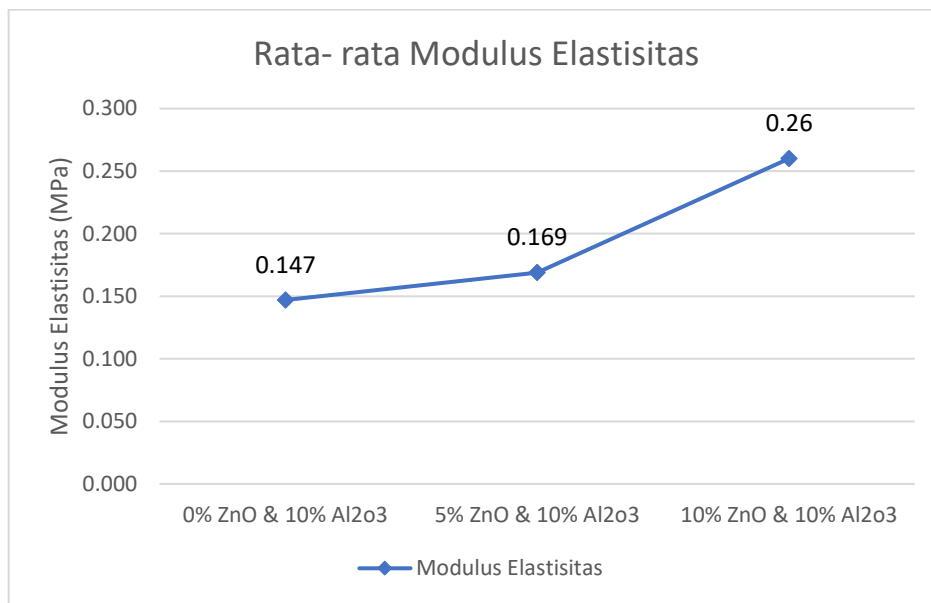
Analisa kekuatan tarik komposit dengan tambahan ZnO dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ditampilkan pada grafik 4. 1. Nilai kekuatan tarik dari variasi 0% ZnO dan 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ialah sebesar 1,48 Kgf/mm<sup>2</sup>. Setelah ditambahkan variasi ZnO sebanyak 5% dan 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nilai kekuatan yang didapat sebesar 1,76 Kgf/mm<sup>2</sup>. Dan saat variasi ditambahkan menjadi 10% ZnO dan 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mengalami kenaikan sebesar 1,93 Kgf/mm<sup>2</sup>. Hal ini karena ZnO dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sebagai pengisi mampu mengisi ruang ruang kosong pada matriks resin epoxy, sehingga perpindahan tegangan dari pengisi ke matriks semakin seragam dan juga ZnO dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang ditambahkan meningkatkan kuat tarik dari komposit yang dihasilkan. Maka kuat tarik yang dihasilkan akan semakin baik.

Menurut (Mandasari dkk, 2018) Pada penelitiannya nilai kuat tarik *biodegradable film* yang diperoleh yaitu bersikar antara 0,686- 12,642 Mpa dengan nilai tertinggi sebesar 12,642 Mpa dengan variasi 9% ZnO dan gliserol. Hal ini Menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan komposisi gliserol dan ZnO maka kuat tarik plastik akan semakin baik.

Menurut (Jufri, 2012) dengan penambahan partikel nanopartikel alumina yang dicampurkan kedalam matrik bijik plastik polypropylene hasil daur ulang dengan proses *injection moulding* menunjukkan bahwa kekuatan tarik dan modulus elastisitas menurun ketika dengan penambahan sampai 2% dan mengalami

peningkatan ketika prosentase nanoalumina meningkat di atas 2% hingga sampai 7%.

Hasil dari penelitian ini berbanding lurus dengan penelitian yang dilakukan oleh (Mandasari dkk, 2018) dan (jufri, 2012) bahwa dengan penambahan ZnO dan Alumina yang semakin banyak kuat tarik akan semakin baik.



Grafik 4. 2 Nilai Rata - Rata Modulus Elastisitas

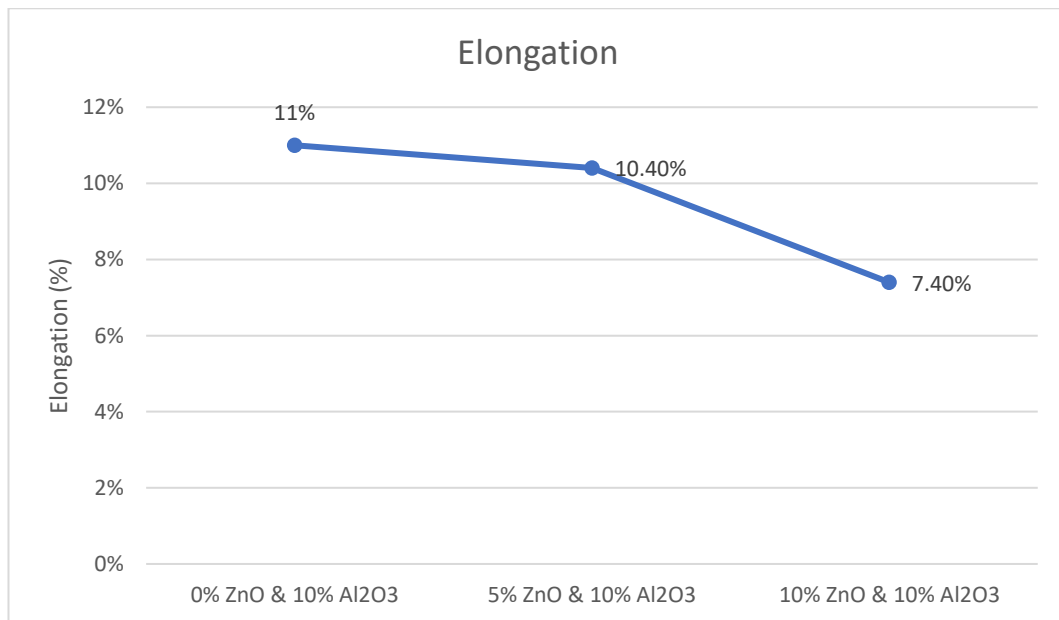
Berdasarkan grafik 4.2 modulus elastisitas tarik dari komposit berpenguat serat ampas tebu bermatrik resin *epoxy* dengan variasi 0%, 5%, 10% ZnO dan 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mengalami peningkatan. Terlihat pada Grafik 4.2, peningkatan modulus elastisitas terjadi pada variasi 5% ZnO dan 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sebesar 0,169 Mpa dan variasi 10% ZnO dan 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sebesar 0,260 Mpa. Peningkatan ini disebabkan oleh bertambahnya fraksi volume ZnO, meningkatnya modulus elastisitas komposit dengan tambahan ZnO dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ini menunjukkan ZnO dan Alumina memiliki kekakuan yang tinggi dalam bentuk partikel yang ditambahkan pada matrik. Ketika ZnO dan Alumina terdistribusi secara merata kedalam matrik, mereka berperan sebagai penguat mekanik, meningkatkan kekuatan dan kekakuan material.

Menurut (Ahsan, Diniyah, dan Firmana, 2022) menyatakan bahwa penambahan ZnO ke dalam PLA menyebabkan nilai kekuatan tarik dan modulus young meningkat. Ini artinya ZnO dapat meningkatkan kekuatan dan kekakuan pada



matrik PLA. Peningkatan kekuatan PLA oleh filler ZnO dapat diartikan bahwa filler jenis ZnO cukup baik untuk menahan deformasi plastis yang terjadi saat penarikan. Menurut (Jufri, 2012) dengan penambahan partikel nanopartikel alumina yang dicampurkan kedalam matrik bijik plastik polypropylene hasil daur ulang dengan proses *injection moulding* menunjukkan menunjukkan bahwa kekuatan tarik dan modulus elastisitas menurun ketika dengan penambahan sampai 2% dan mengalami peningkatan ketika prosentase nanoalumina meningkat di atas 2% hingga sampai 7%.

Hasil dari penelitian ini berbanding lurus dengan penelitian (Ahsan, Diniyah, dan Firmana, 2022) dan (Jufri, 2012) semakin ditambah fraksi volume ZnO dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nilai modulus elastisitas semakin meningkat.

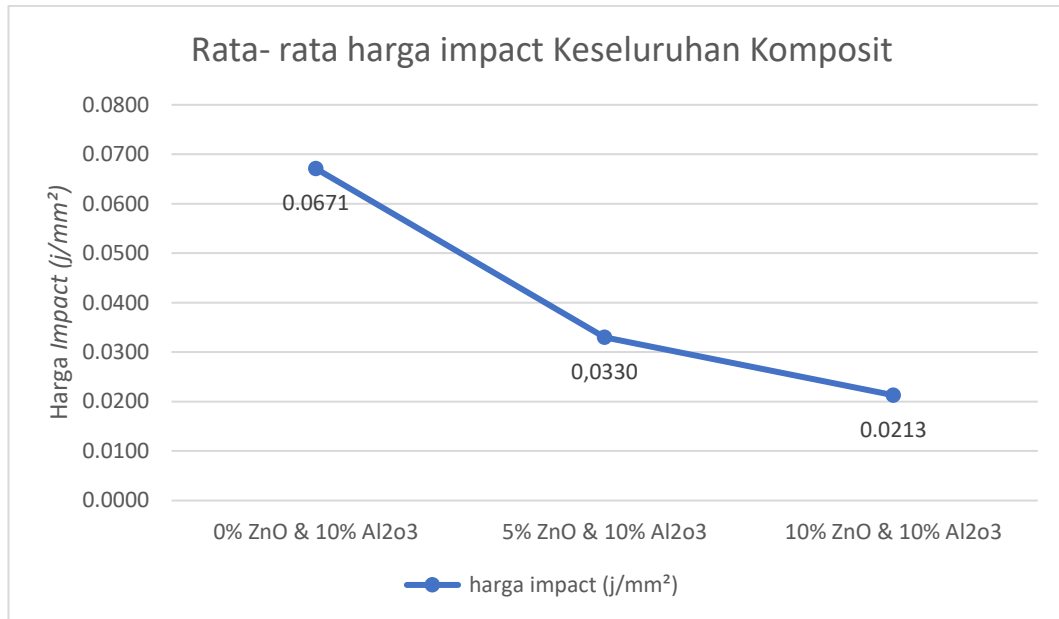


Grafik 4. 3 Regangan

Berdasarkan grafik rata – rata diatas dapat dijelaskan bahwa regangan variasi 0% ZnO dan 10% Alumina memiliki nilai sebesar 11%, sedangkan pada variasi 5% ZnO dan 10% Alumina mengalami penurunan dengan nilai sebesar 10,4 % dan pada variasi 10% ZnO dan 10% Alumina dengan persen regangan menurun memiliki nilai 7,4 %. Hal ini dikarenakan ZnO dan Alumina tidak memiliki pengikat yang cukup sehingga dapat menurunkan nilai regangan pada variasi 10% ZnO dan Alumina.

#### 4.2.2 Pembahasan Pengujian Impact

1. Berdasarkan Tabel 4.1 hasil pengujian *impact* spesimen dengan tambahan *Zinc Oxide* 0% dan *Alumina* 10%. Pada spesimen 1 diperoleh harga *impact* sebesar 0,0294 joule/mm<sup>2</sup> dengan energi *impact* sebesar 4,396 joule. Pada spesimen 2 diperoleh harga *impact* sebesar 0,1370 joule/mm<sup>2</sup> dengan energi *impact* sebesar 20,495 joule. Pada spesimen 3 diperoleh harga *impact* sebesar 0,0351 joule/mm<sup>2</sup> dengan energi *impact* sebesar 5,250 joule. Dari ketiga spesimen komposit resin epoxy dan serat ampas tebu dengan tambahan *Zinc Oxide* 0% dan *Alumina* 10% memperoleh harga *impact* rata-rata sebesar 0,0671 joule/mm<sup>2</sup>.
2. Berdasarkan Tabel 4.2 hasil pengujian *impact* spesimen dengan tambahan *Zinc Oxide* 5% dan *Alumina* 10%. Pada spesimen 1 diperoleh harga *impact* sebesar 0,0469 joule/mm<sup>2</sup> dengan energi *impact* sebesar 7,016 joule. Pada spesimen 2 diperoleh harga *impact* sebesar 0,0408 joule/mm<sup>2</sup> dengan energi *impact* sebesar 6,108 joule. Pada spesimen 3 diperoleh harga *impact* sebesar 0,0114 joule/mm<sup>2</sup> dengan energi *impact* sebesar 1,716 joule. Dari ketiga spesimen komposit resin epoxy dan serat ampas tebu dengan tambahan *Zinc Oxide* 5% dan *Alumina* 10% memperoleh harga *impact* rata-rata sebesar 0,0330 joule/mm<sup>2</sup>.
3. Berdasarkan Tabel 4.3 hasil pengujian *impact* spesimen dengan tambahan *Zinc Oxide* 5% dan *Alumina* 10%. Pada spesimen 1 diperoleh harga *impact* sebesar 0,0469 joule/mm<sup>2</sup> dengan energi *impact* sebesar 7,016 joule. Pada spesimen 2 diperoleh harga *impact* sebesar 0,0408 joule/mm<sup>2</sup> dengan energi *impact* sebesar 6,108 joule. Pada spesimen 3 diperoleh harga *impact* sebesar 0,0114 joule/mm<sup>2</sup> dengan energi *impact* sebesar 1,716 joule. Dari ketiga spesimen komposit resin epoxy dan serat ampas tebu dengan tambahan *Zinc Oxide* 5% dan *Alumina* 10% memperoleh harga *impact* rata-rata sebesar 0,0330 joule/mm<sup>2</sup>.



Grafik 4. 4 Nilai Rata- rata Harga Impact

Pada grafik 4.3 di atas, komposit serat ampas tebu dengan tambahan 0% ZnO dan 10% serbuk alumina menghasilkan harga *impact* tertinggi, yaitu 0,0671 Joule/mm<sup>2</sup>. Namun, komposit serat ampas tebu dengan variasi penambahan serbuk *zinc oxide* 10% dan 10% serbuk *alumina* memiliki harga *impact* paling rendah, yaitu 0,0213 Joule/mm<sup>2</sup>. Ini menunjukkan pada spesimen dengan tambahan *zinc oxide* 10% dan 10% alumina mengalami penurunan harga *impact*, hal ini dikarenakan penambahan *zinc oxide* dan alumina terlalu banyak sehingga resin tidak dapat mengikat dengan sempurna dan juga ZnO dan Alumina memiliki kekerasan yang cukup baik, jika penambahan ZnO dan Alumina terlalu banyak spesimen semakin keras yang dapat mengakibatkan nilai harga *impak* menurun.

Menurut (Adlie dkk. 2023) menyatakan bahwa penambahan ZnO ke dalam komposit busa tandan kosong kelapa sawit polimer mengalami peningkatan pada variasi 15% ZnO dengan nilai harga *impak* sebesar 2,067 j/mm<sup>2</sup>. Sedangkan pada variasi 20% ZnO nilai harga *impak* menurun dengan nilai sebesar 1,564 j/mm<sup>2</sup>. Hal ini dikarenakan terlalu banyak presentasi ZnO. Karena ZnO memiliki kekerasan yang cukup baik, jika penambahan ZnO terlalu banyak material semakin keras yang dapat mengakibatkan menurunnya nilai harga *impak*. Nilai harga *impak* komposit busa tandan kosong kelapa sawit polimer dengan penambahan ZnO menurun dengan seiring peningkatan konsentrasi dari ZnO.

Menurut (Dwi Tjahyaning Putranti, Ludwika Patricia Razalie, 2019) pengaruh yang signifikan dalam penambahan bubuk aluminium oksida pada bahan basis gigi tiruan RAPP terhadap kekuatan fleksural karena diperoleh signifikansi  $p = 0,0001$  ( $p < 0,05$ ). Nilai kekuatan fleksural resin akrilik polimerisasi panas meningkat seiring peningkatan konsentrasi dari aluminium oksida. Ada pengaruh yang signifikan dalam penambahan bubuk aluminium oksida pada bahan basis gigi tiruan RAPP terhadap kekuatan impak karena diperoleh signifikansi  $p = 0,038$  ( $p < 0,05$ ). Nilai kekuatan impak resin akrilik polimerisasi panas menurun seiring peningkatan konsentrasi dari aluminium oksida.

Hasil dari penelitian ini berbanding lurus dengan penelitian (Dwi Tjahyaning Putranti, Ludwika Patricia Razalie, 2019) bahwa dengan penambahan alumina terlalu tinggi menyebabkan penurunan harga *impact*. Menurut (Adlie dkk, 2023) ZnO memiliki kekerasan yang cukup baik, jika terlalu banyak penambahan ZnO material semakin keras dan membuat material tersebut mudah patah yang menyebabkan nilai harga impak menurun.

#### 4.2.3 Pembahasan Struktur Makro Hasil Uji Impact dan Uji Tarik

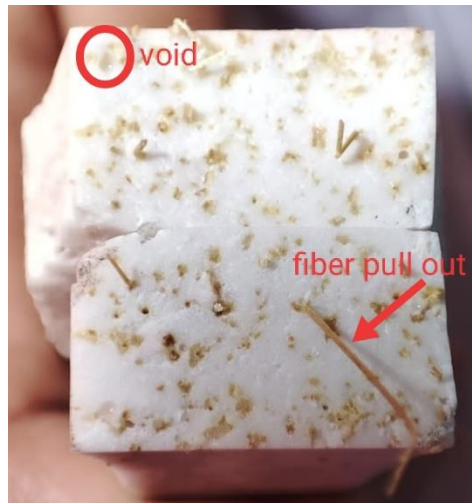
Spesimen struktur makro yang diambil ialah hasil terbaik di setiap variasi yang telah di uji tarik dan uji impact dengan 5x pembesaran. Berikut ini adalah foto makro patahan hasil uji tarik dan uji impact :

##### ❖ Foto Makro Uji Tarik



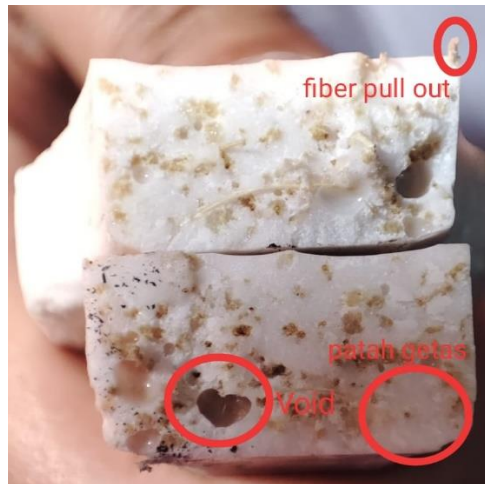
Gambar 4. 1 Permukaan Patahan Uji Tarik 0% ZnO & 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Pada gambar 4. 1 dijelaskan bentuk patahan sampel uji tarik komposit resin *epoxy* dengan serat ampas tebu berpenguat 0% ZnO dan 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ialah patah getas. Terdapat void pada spesimen ada kemungkinan kekuatan tarik menurun jika ada void pada spesimen. Void ini berasal dari proses pencetakan yang kurang sempurna. Udara yang ada di dalam matrik tidak dapat keluar, menyebabkan kekosongan (void) dan pelepasan serat pada spesimen (Widi, Tito Arif Sutrisno, dan Rochim, 2022).



Gambar 4. 2 Permukaan Patahan Uji Tarik 5% ZnO & 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Pada gambar 4. 2 dengan variasi 5% ZnO dan 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ialah patah getas. Terdapat kekosongan (void) pada spesimen ada kemungkinan kekuatan tarik menurun jika ada kekosongan (void) pada spesimen. Void ini berasal dari proses pencetakan yang kurang sempurna. Udara yang ada di dalam matrik tidak dapat keluar, menyebabkan kekosongan (void) dan pelepasan serat pada spesimen. Terdapat juga *fiber pull out* terjadi karena kurangnya ikatan serat ampas tebu dan matrik resin *epoxy*. Sehingga serat ampas tebu terlepas dari ikatan matrik. Menurut (Lutfinandha, 2020) *Fiber pull out* pada spesimen ini disebabkan karena ketidakmampuan matrik menahan beban yang diterimanya sehingga menyebabkan serat terlepas kemudian patah karena gaya searah yang diterimanya.



Gambar 4. 3 Permukaan Patahan Uji Tarik 10% ZnO & 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Pada gambar 4. 3 dijelaskan bentuk patahan sampel uji tarik komposit resin *epoxy* dengan serat ampas tebu berpenguat 10% ZnO dan 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ialah patah getas. Terdapat void pada spesimen ada kemungkinan kekuatan tarik menurun jika ada void pada spesimen. Void ini berasal dari proses pencetakan yang kurang sempurna. Udara yang ada di dalam matrik tidak dapat keluar, menyebabkan kekosongan (void) dan pelepasan serat pada spesimen. Terdapat juga *fiber pull out* terjadi karena kurangnya ikatan serat ampas tebu dan matrik resin *epoxy*. Sehingga serat ampas tebu terlepas dari ikatan matrik.

❖ Perbandingan Hasil foto makro uji tarik

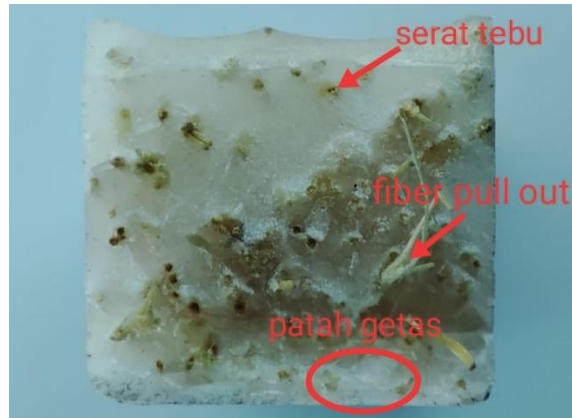
Pada penelitian ini hasil foto makro patahan uji tarik dapat dilihat bahwa spesimen foto makro variasi 0%, 5%, 10% ZnO dan 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> memiliki ciri – ciri jenis patahan getas yang ditandai mengkilapnya permukaan pada patahan spesimen uji tarik hanya sedikit mengalami *fiber pull out* dan terdapat void pada spesimen.

Sedangkan pada penelitian (**Widi, Tito Arif Sutrisno, dan Rochim, 2022**) dengan variasi ZnO 0%, 2,5%, 5% dan 7,5% hasil foto makro patahan yang terjadi rata – rata patahan getas dan terdapat *fiber pull out* dan void (kekosongan) dikarenakan lemahnya ikatan antar serat dengan matrik mengakibatkan banyaknya terjadi *fiber pull out*.

Pada penelitian (Hermawan dkk, 2020) dengan variasi tambahan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5 gram, 7,5 gram dan 10 gram dengan hasil foto makro patahan hanya terdapat *fiber pull out* pada spesimen.

❖ Foto Makro Uji Impact

- a. Struktur Makro Patahan Uji Impact 0% Zinc Oxide dan Alumina  
10%



Gambar 4. 4 Permukaan Patahan Uji Impact 0% ZnO & 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Pada gambar 4.4 Dapat dilihat permukaan patahan spesimen uji *impact* material komposit resin *epoxy* dengan penguat serat ampas tebu dan tambahan 10% alumina merupakan patah getas, karena pada permukaan spesimen uji mengkilap. Pada spesimen uji impact dengan tambahan 10% alumina dan 0% *zinc oxide* mengalami sedikit *fiber pull out*, dikarenakan tidak menyatunya antara serat dan matrik dengan sempurna.

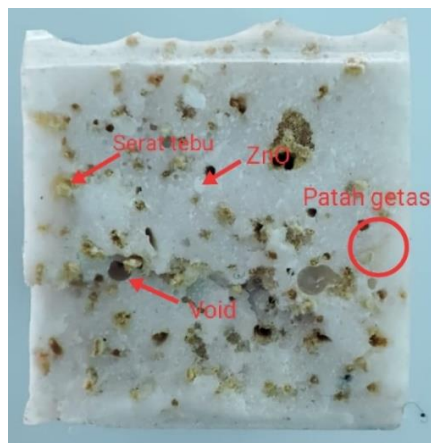
- b. Struktur Makro Patahan Uji Impact 5% Zinc Oxide Dan Alumina  
10%



Gambar 4. 5 Permukaan Patahan Uji Impact 5% ZnO & 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Pada gambar 4.5 diatas spesimen uji *impact* dengan tambahan 5% *zinc oxide* dan *alumina* 10% tidak mengalami *fiber pull out*. Proses terjadinya patahan tersebut secara bersamaan antara serat dan matrik. Akan tetapi pada gambar 4.1 tersebut terdapat void disebabkan saat pembuatan komposit serat *hand lay up* terdapat udara yang terjebak pada saat pencampuran matrik ke serat kurang maksimal sehingga menyebabkan terbentuknya rongga udara didalam matrik (Mulyo dan Yudiono, 2018).

c. Struktur Makro Patahan Uji Impact 10% *Zinc Oxide* Dan *Alumina* 10%



Gambar 4. 6 Permukaan Patahan Uji Impact 10% ZnO & 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Pada Gambar 4.6 diatas spesimen uji *impact* mengalami sedikit patah getas, karena terdapat kilauan sehingga termasuk kedalam patah getas (Rendy & Syahrizal, 2021). Pada spesimen uji *impact* dengan tambahan 10% *zinc oxide* dan 10% *alumina* adanya kekosongan (void), rongga udara terbentuk karena terlalu banyak penambahan *zinc oxide* sehingga menyebabkan kecacatan pada komposit (Sim dkk. 2020). Keberadaan void didalam komposit menyebabkan penurunan harga *impact* pada komposit.

❖ Perbandingan hasil foto makro uji *impak*

Pada penelitian ini hasil foto makro patahan uji *impak* dapat dilihat bahwa spesimen foto makro variasi 0%, 5%, 10% ZnO dan 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> memiliki ciri – ciri jenis patahan getas yang ditandai mengkilapnya permukaan pada patahan spesimen uji *impak*, hanya sedikit mengalami *fiber pull out* dan terdapat banyak void pada spesimen.



- ❖ Pada penelitian (**Widi, Tito Arif Sutrisno, dan Rochim, 2022**) dengan variasi ZnO 0%, 2,5%, 5% dan 7,5% hasil foto makro patahan yang terjadi rata – rata patahan getas dan terdapat *fiber pull out* dan *void* (kekosongan) dikarenakan lemahnya ikatan antar serat dengan matrik mengakibatkan banyaknya terjadi *fiber pull out*.
- ❖ Pada penelitian (**Hermawan dkk, 2020**) dengan variasi tambahan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5 gram, 7,5 gram dan 10 gram dengan hasil foto makro patahan hanya terdapat *fiber pull out* dan tidak terdapat *void* pada spesimen.