

## BAB IV

### HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Spesimen Hasil Fabrikasi Mesin *Plastic Injection Molding*

Proses fabrikasi spesimen uji tarik komposit Kenaf/PP-CaCO<sub>3</sub> telah berhasil dilakukan menggunakan mesin *plastic injection molding* dengan standar ISO 294 dalam siklus proses 43 detik, massa 10 gram, panjang spesimen 150 mm, tebal spesimen 4 mm dan lebar spesimen 20 mm. Berikut hasil spesimen yang telah berhasil dibuat melalui mesin *injection molding*.



**Gambar 4.1.** Spesimen Fabrikasi Mesin *Plastic Injection Molding*

#### 4.2. Kekuatan Tarik

Pengujian kekuatan tarik dilakukan dengan laju pembebanan 1 mm/min, dan didapatkan nilai beban tarik maksimal  $F_{max}$  (N) saat spesimen patah dan perubahan panjang  $\Delta L$  (mm) saat  $F_{max}$  (N). Berikut hasil pengujian kuat tarik dari setiap spesimen:

#### 4.2.1. Hasil pengujian kuat tarik material kenaf/PP

Dari hasil pengujian kuat tarik didapatkan nilai gaya maksimum yang diterima spesimen 1, 2 dan 3 sebesar 127,693 kgf, 126,812 kgf dan 121,159 kgf. Setelah dikonversi ke satuan Newton dan dibagi luas area 40 mm<sup>2</sup>, maka didapatkan nilai kuat tarik untuk spesimen 1, 2 dan 3 yaitu 31,32 Mpa, 31,1 Mpa dan 29,71 MPa. Dari 3 spesimen yang telah diuji dan dihitung, maka nilai kuat tarik terbesar ada pada spesimen ke 1 dengan nilai 31,32 MPa.

#### 4.2.2. Hasil pengujian kuat tarik material kenaf/PP-CaCO<sub>3</sub> 10%

Dari hasil pengujian kuat tarik didapatkan nilai gaya maksimum yang diterima spesimen 1, 2 dan 3 sebesar 124,984 kgf, 140,017 kgf dan 124,966 kgf. Setelah dikonversi ke satuan Newton dan dibagi luas area 40 mm<sup>2</sup>, maka didapatkan nilai kuat tarik untuk spesimen 1, 2 dan 3 yaitu 30,65 Mpa, 34,34 Mpa dan 30,64 MPa. Dari 3 spesimen yang telah diuji dan dihitung, maka nilai kuat tarik terbesar ada pada spesimen ke 2 dengan nilai 34,34 MPa.

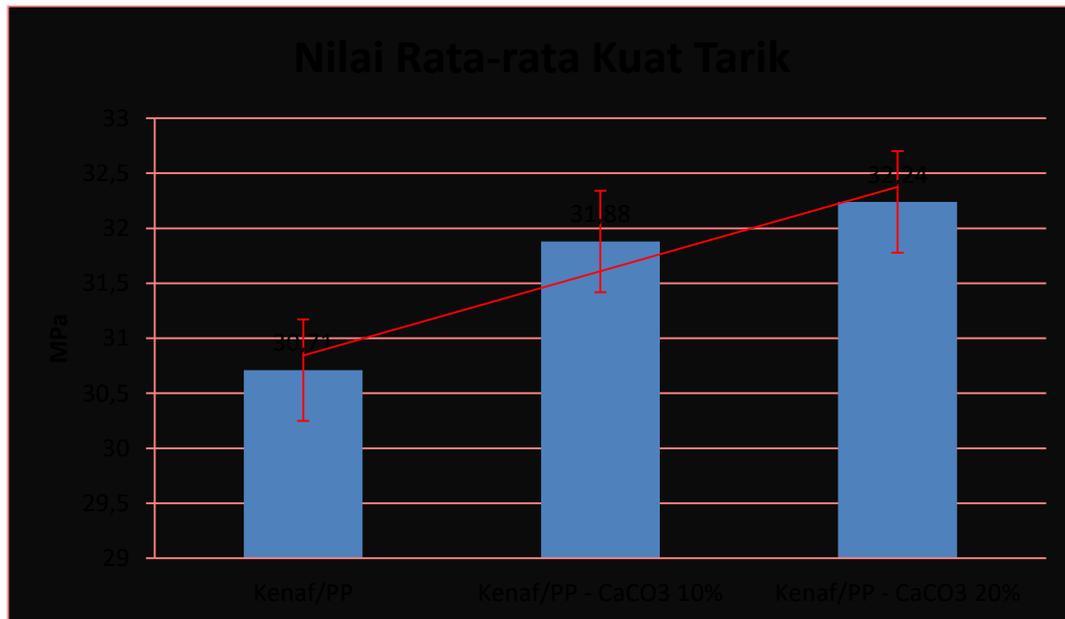
#### 4.2.3. Hasil pengujian kuat tarik material kenaf/PP-CaCO<sub>3</sub> 20%

Dari hasil pengujian kuat tarik didapatkan nilai gaya maksimum yang diterima spesimen 1, 2 dan 3 sebesar 136,939 kgf, 128,086 kgf dan 129,424 kgf. Setelah dikonversi ke satuan Newton dan dibagi luas area 40 mm<sup>2</sup>, maka didapatkan nilai kuat tarik untuk spesimen 1, 2 dan 3 yaitu 33,58 Mpa, 31,41 Mpa dan 31,74 MPa. Dari 3 spesimen yang telah diuji dan dihitung, maka nilai kuat tarik terbesar ada pada spesimen ke 1 dengan nilai 33,58 MPa.

**Tabel 4.1.** Kuat Tarik Hasil Pengujian

Nilai Kuat Tarik (MPa)			
Nomor Spesimen	Kenaf/PP	Kenaf/PP – CaCO <sub>3</sub> 10%	Kenaf/PP – CaCO <sub>3</sub> 20%
1	31,32	30,65	33,58
2	31,1	34,34	31,41
3	29,71	30,64	31,74
AVERAGE	30,71	31,88	32,24

STDV	0,87	2,13	1,17
MIN	29,71	30,64	31,41
MAX	31,32	34,34	33,58
Coefficient of Variation (%)	2,84	6,69	3,62



**Gambar 4.2.** Kuat tarik spesimen komposit kenaf/PP dengan variasi perbandingan kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>)

Tabel 4.1 dan gambar 4.2 menunjukkan nilai kuat tarik rata-rata spesimen komposit kenaf/PP, kenaf/PP - CaCO<sub>3</sub> 10% dan kenaf/PP – CaCO<sub>3</sub> 20% sebesar 30,71±0.87MPa, 31,88±2,13 MPa dan 32,24±1,17 MPa dengan *coefficient of variation* 2,84%, 6,69% dan 3,62%. Berdasarkan data hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan tarik komposit meningkat seiring bertambahnya fraksi massa kalsium karbonat. Kekuatan tarik komposit memiliki harga paling tinggi pada perbandingan fraksi massa kalsium karbonat sebanyak 20%wt kenaf yakni dengan nilai kekuatan tarik rata-rata sebesar 32,24± 1,17 MPa dan *coefficient of variation* 3,62%.

Berdasarkan data hasil pegujian yang telah dilakukan oleh adeosun et al (2013) bahwa meningkatnya nilai kekuatan tarik komposit sesuai dengan meningkatnya fraksi massa kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>). Kekuatan tarik yang terus

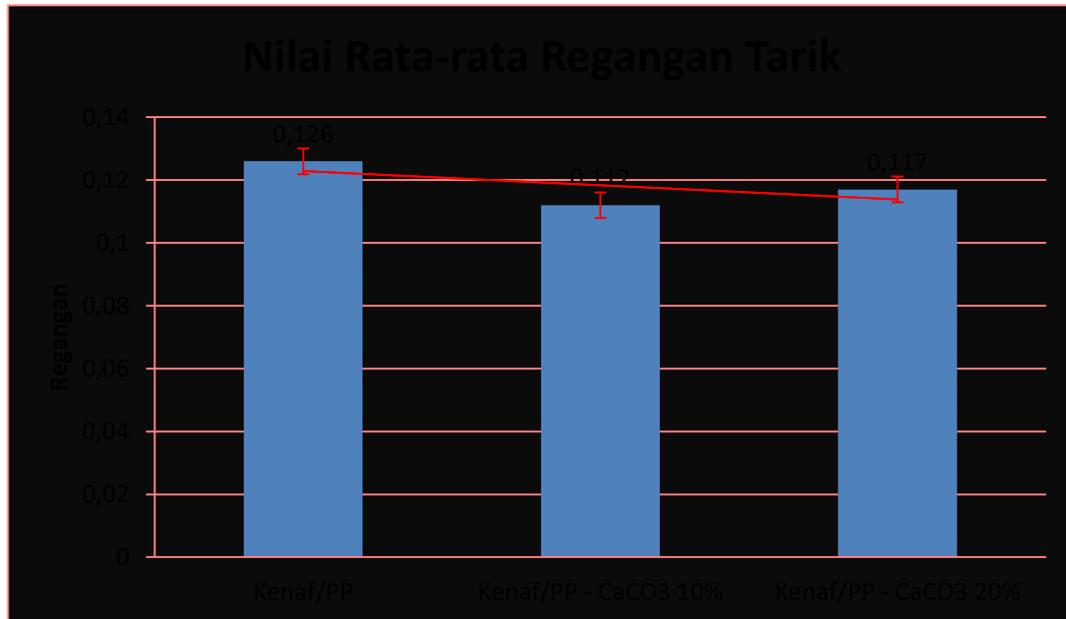
meningkat dengan semakin bertambahnya fraksi massa kalsium karbonat disebabkan oleh ikatan permukaan yang baik antara polypropylene dengan kalsium karbonat, dibandingkan dengan ikatan dengan kenaf.

#### 4.3. Regangan Tarik

Berdasarkan data nilai kekuatan tarik yang telah diperoleh, maka didapatkan regangan tarik seperti pada tabel 4.2 yang menunjukkan bahwa regangan tarik rata-rata spesimen kenaf/PP, kenaf/PP – CaCO<sub>3</sub> 10%wt dan kenaf/PP – CaCO<sub>3</sub> 20% sebesar  $0,126 \pm 0,00265$ ,  $0,112 \pm 0,0225$  dan  $0,117 \pm 0,0142$  dengan *coefficient of variation* 2,0833%, 20,249% dan 12,127%.

**Tabel 4.2.** Regangan Tarik Hasil Pengujian

Nilai Regangan Tarik			
Nomor Spesimen	Kenaf/PP	Kenaf/PP – CaCO <sub>3</sub> 10%	Kenaf/PP – CaCO <sub>3</sub> 20%
1	0,126	0,095	0,104
2	0,13	0,104	0,114
3	0,131	0,137	0,138
AVERAGE	0,127	0,112	0,117
STDV	0,00265	0,0225	0,0142
MIN	0,126	0,095	0,104
MAX	0,131	0,138	0,132
Coefficient of Variation (%)	2,0833	20,249	12,127



**Gambar 4.3.** Regangan tarik spesimen komposit kenaf/PP dengan variasi perbandingan kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>)

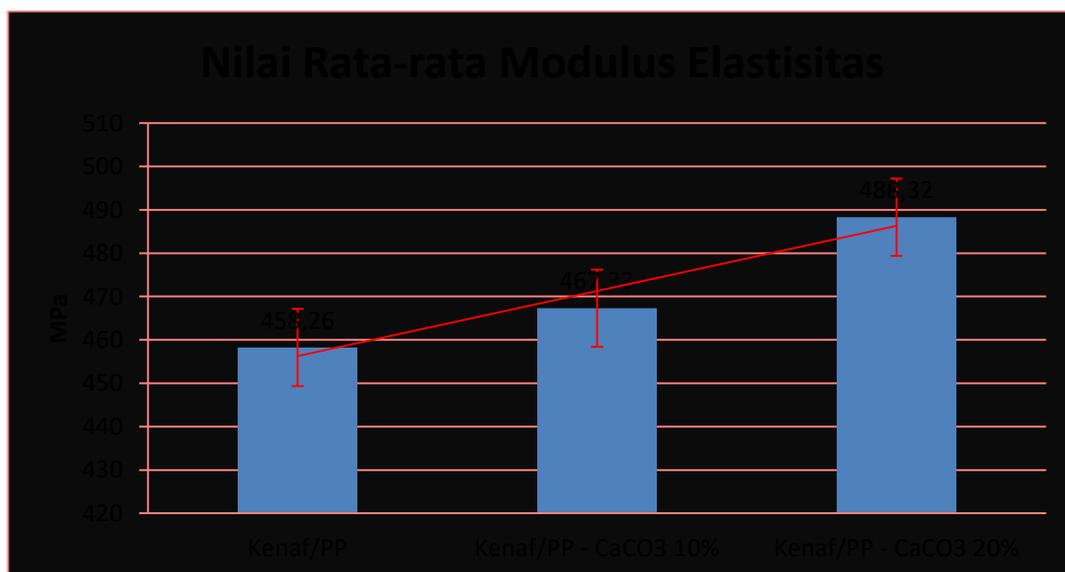
Pada gambar 4.3 ditunjukkan bahwa nilai regangan tertinggi yaitu pada spesimen komposit kenaf/PP dengan nilai regangan tarik sebesar  $0,126 \pm 0,00265$  dengan nilai *coefficient of variation* sebesar 2,0833%. Berdasarkan data hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai regangan tarik komposit menurundengan semakin bertambahnya fraksi massa kalsium karbonat. Menurunnya nilai regangan tarik terjadi dikarenakan penambahan kalsium karbonat yang membuat komposit menjadi semakin getas.

#### 4.4. Modulus Elastisitas Tarik

Pada tabel 4.3, memberikan keterangan bahwa nilai rata-rata modulus elastisitas spesimen komposit kenaf/PP, kenaf/PP – CaCO<sub>3</sub> 10% dan kenaf/PP – CaCO<sub>3</sub> 20% sebesar 458,26 ± 13,135 MPa, 467,33± 14,026 MPa dan 488,32 ± 25,575 MPa dengan *coefficient of variation* 2,866%, 3,0014% dan 5,237%.

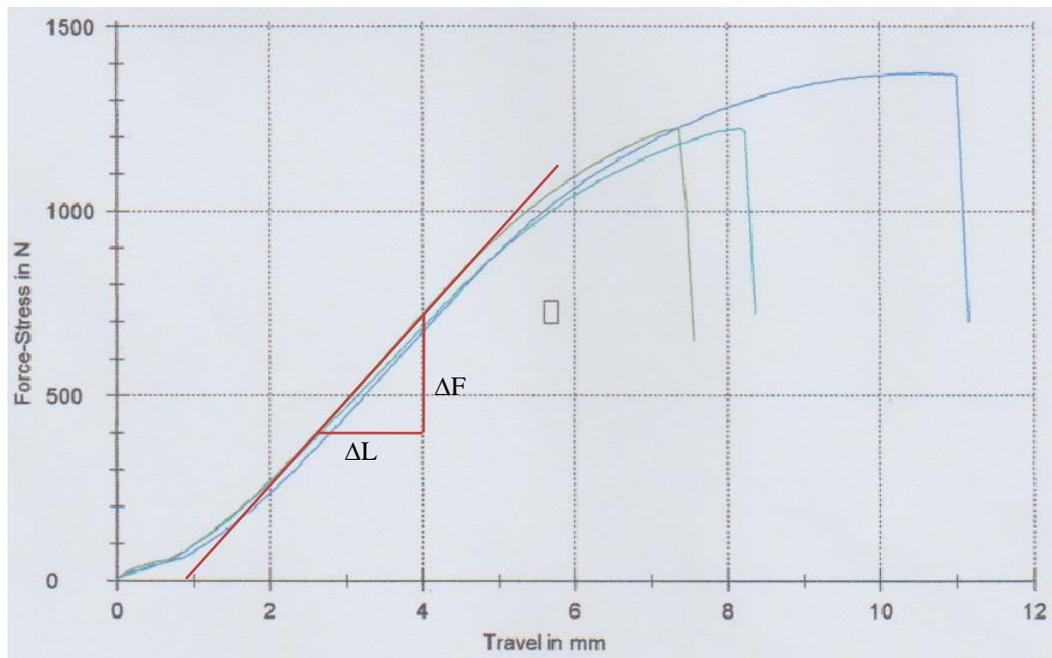
**Tabel 4.3.**Modulus Elastisitas Tarik Hasil Pengujian

Nilai Modulus Elastisitas Tarik (MPa)			
Nomor Spesimen	Kenaf/PP	Kenaf/PP – CaCO <sub>3</sub> 10%	Kenaf/PP – CaCO <sub>3</sub> 20%
1	444,44	457,14	463,16
2	470,58	461,53	487,5
3	459,77	483,33	514,29
AVERAGE	458,26	467,33	488,32
STDV	13,135	14,026	25,575
MIN	444,44	457,14	463,16
MAX	470,58	483,33	514,29
Coefficient of Variation (%)	2,866	3,0014	5,237



**Gambar 4.4.** Modulus elastisitas tarik spesimen komposit kenaf/PP dengan variasi perbandingan kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>)

Berikut contoh perhitungan untuk modulus elastisitas pada fraksi volume serat Kenaf/PP – CaCO<sub>3</sub> 10% pada spesimen 1:



**Gambar 4.5.** Perhitungan Modulus Elastisitas Tarik

Sebelum dihitung, grafik terlebih dahulu dianalisa untuk menghitung modulus elastisitas. Pada daerah elastisitas ditarik garis lurus (linier) yang sejajar dengan grafik, kemudian dibentuk segitiga seperti pada Gambar 4.5,  $\Delta F$  dan  $\Delta L$  dicari menggunakan perbandingan pada hasil uji tarik pada grafik.

Diketahui :

$$A = 40 \text{ mm}^2$$

$$L_{ASTM} = 80 \text{ mm}$$

$$\Delta F = 320 \text{ N}$$

$$\Delta L = 1,4 \text{ mm}$$

Maka :

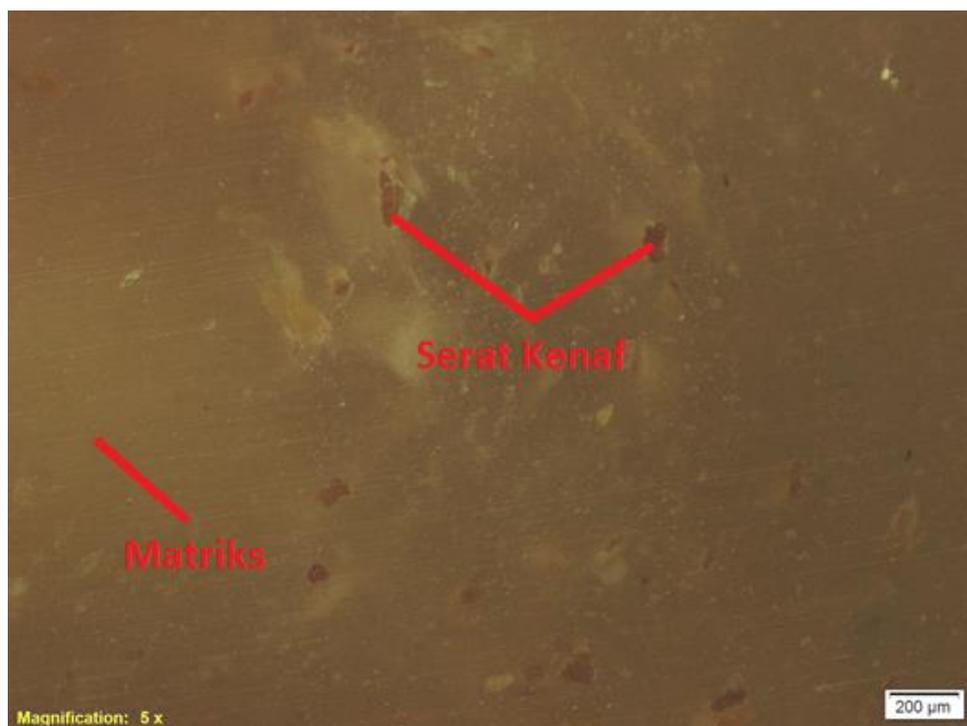
$$\text{Modulus Elastisitas (E)} = \frac{\frac{\Delta F}{A}}{\frac{\Delta L}{L}} = \frac{\frac{320}{40}}{\frac{1,4}{80}} = 457,14 \text{ MPa}$$

Pada gambar 4.5. diperlihatkan bahwa nilai modulus elastisitas tarik tertinggi didapatkan oleh spesimen komposit kenaf/PP dengan nilai  $488,32 \pm 25,575 \text{ MPa}$  dengan *coefficient of variation* 5,237%. Nilai modulus elastisitas cenderung menurun seiring dengan bertambahnya fraksi massa kalsium karbonat, hal ini dikarenakan penambahan kalsium karbonat membuat spesimen menjadi semakin

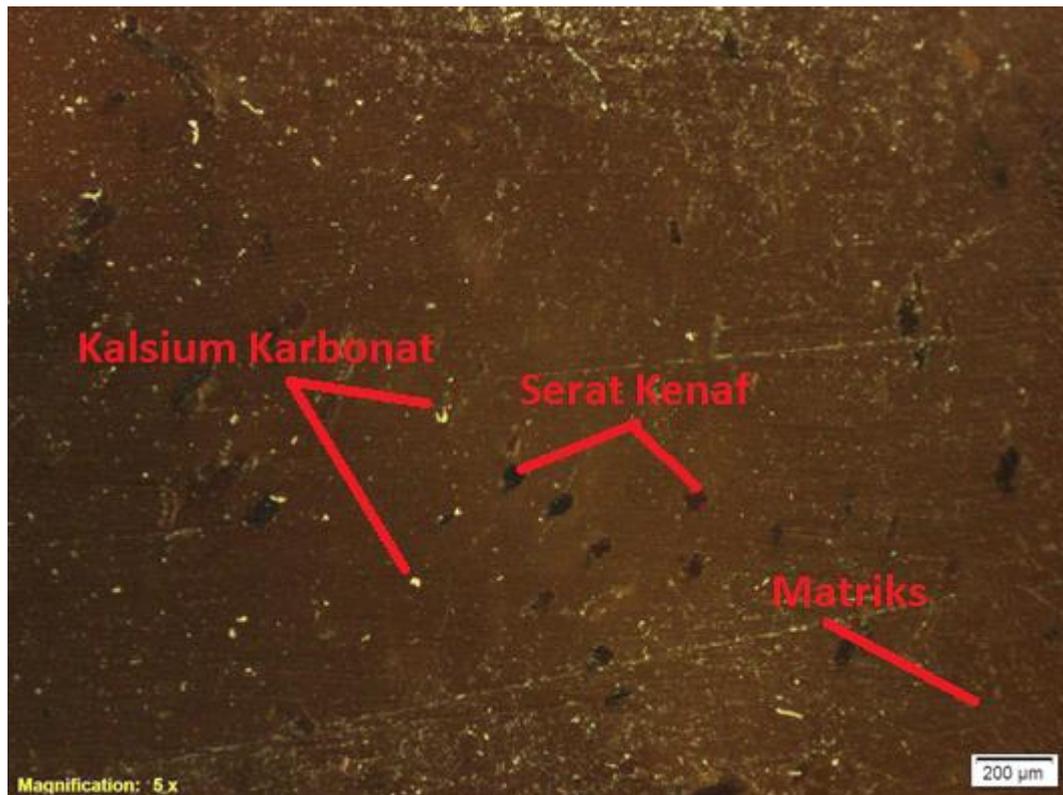
getas. Selain itu, spesimen komposit kenaf/PP memiliki kemampuan untuk menahan deformasi elastis yang lebih tinggi dibandingkan dengan kenaf/PP – CaCO<sub>3</sub> 10% dan kenaf/PP CaCO<sub>3</sub> 20%. Hal ini sejalan dengan data hasil pengujian tarik yang telah dilakukan oleh Jun Zhuo et al (2015) bahwa menurunnya nilai modulus elastisitas komposit selaras dengan meningkatnya fraksi massa kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>).

#### 4.5. Morfologi Permukaan Patahan Komposit

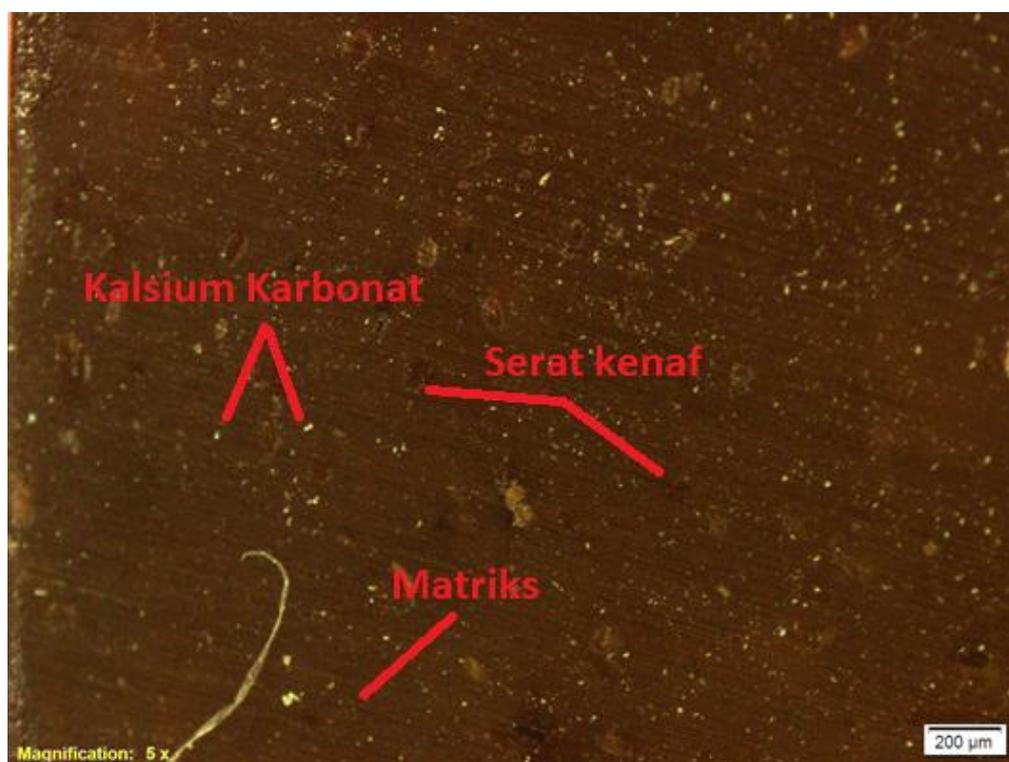
Setelah menganalisa hasil pengujian tarik, dilakukan analisa pada potongan permukaan komposit menggunakan mikroskop optik untuk mengetahui ikatan serat, matriks dan filler yang ada didalam komposit. Sample uji foto mikro yang diuji adalah sample komposit kenaf/PP, kenaf/PP – CaCO<sub>3</sub> 10% dan kenaf/PP – CaCO<sub>3</sub> 20%. Untuk hasil uji foto mikro dapat dilihat pada gambar 4.5.



(a)



(b)

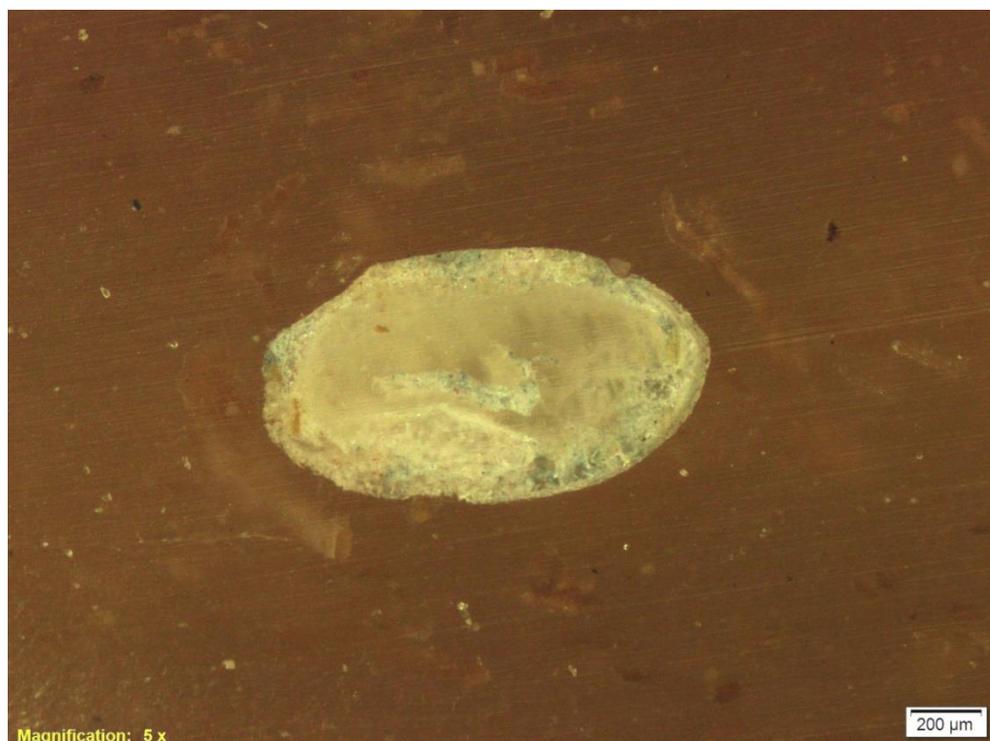


(c)

**Gambar 4.6.** Foto mikro komposit (a) Kenaf/PP (b) Kenaf/PP - CaCO<sub>3</sub> 10% (c) kenaf/PP - CaCO<sub>3</sub> 20%.

Hasil uji foto mikro pada gambar 4.6 menunjukkan struktur mikro dari permukaan struktur patahan komposit. Dari hasil foto mikro dapat terlihat bahwa adanya ikatan antara matriks polypropylene dengan serat kenaf (gambar 4.6a) dan *filler* kalsium karbonat (gambar 4.6b dan 4.6c). Gambar hasil uji foto mikro pun menunjukkan bahwa serat kenaf tidak terisi penuh kedalam komposit disebabkan oleh proses injeksi yang tidak sempurna, hal ini terjadi karena ukuran diameter lubang *nozzle* yang terlalu kecil sehingga membuat serat kenaf menggumpal pada lubang *nozzle* dan sulit keluar menuju *molding*. Penggumpalan serat kenaf pada lubang *nozzle* pun menyebabkan distribusi kalsium karbonat didalam komposit menjadi tidak merata, sehingga membuat nilai kekuatan tariknya tidak seperti yang diharapkan.

Berdasarkan hasil analisis foto mikro, terlihat pula adanya gumpalan kalsium karbonat didalam komposit yang ditunjukkan pada gambar 4.7. Gumpalan kalsium karbonat terlihat semakin jelas pada penambahan kalsium karbonat dengan fraksi massa yang semakin tinggi. Adanya penggumpalan kalsium karbonat didalam komposit disebabkan oleh proses pencampuran yang tidak sempurna ketika pengadukan didalam *barrel* pada mesin *injection molding*.



**Gambar 4.7.** Foto mikro komposit dengan gumpalan kalsium karbonat

Dalam penelitian ini, banyak kendala yang dihadapi saat proses fabrikasi spesimen komposit kenaf/PP-CaCO<sub>3</sub> dengan menggunakan mesin *plastic injection molding*. Kendala-kendala yang dihadapi selama proses fabrikasi yaitu serbuk serat kenaf yang sulit keluar dari *nozzle* mesin *plastic injection molding* disebabkan oleh serbuk serat kenaf yang menggumpal pada lubang *nozzle* sehingga membuat serbuk serat kenaf tidak terisi penuh kedalam komposit, dengan begitu mengakibatkan tidak meratanya distribusi serat kenaf dan kalsium karbonat yang ada pada setiap spesimen komposit kenaf/PP-CaCO<sub>3</sub>, pencampuran kalsium karbonat yang tidak sempurna didalam mesin *plastic injection molding*, sehingga membentuk gumpalan kalsium karbonat yang dibuktikan dengan ditemukannya gumpalan kalsium karbonat pada permukaan patahan spesimen hasil uji tarik dari gambar foto mikro (Gambar 4.7) dan banyaknya serat kenaf yang hangus atau gosong ketika keluar dari mesin *plastic injection molding* (Gambar 4.8) dikarenakan bersentuhan yang cukup lama dengan dinding barrel.



**Gambar 4.8.** Spesimen dengan serat kenaf yang gosong