

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Pengujian Tarik Komposit

Pada Gambar 4.1 adalah spesimen komposit hibrid yang telah berhasil difabrikasi dan dibentuk menjadi spesimen uji tarik yang mengacu pada standar ASTM D638-02a, sedangkan pada Gambar 4.2 menunjukkan spesimen komposit hibrid serat kenaf bermatriks PP dan LDPE dengan perbandingan 2 : 1 yang telah dilakukan uji tarik.



Gambar 4.1 Spesimen Sebelum Uji Tarik

Gambar 4.2 Spesimen 2:1 Sesudah Uji Tarik

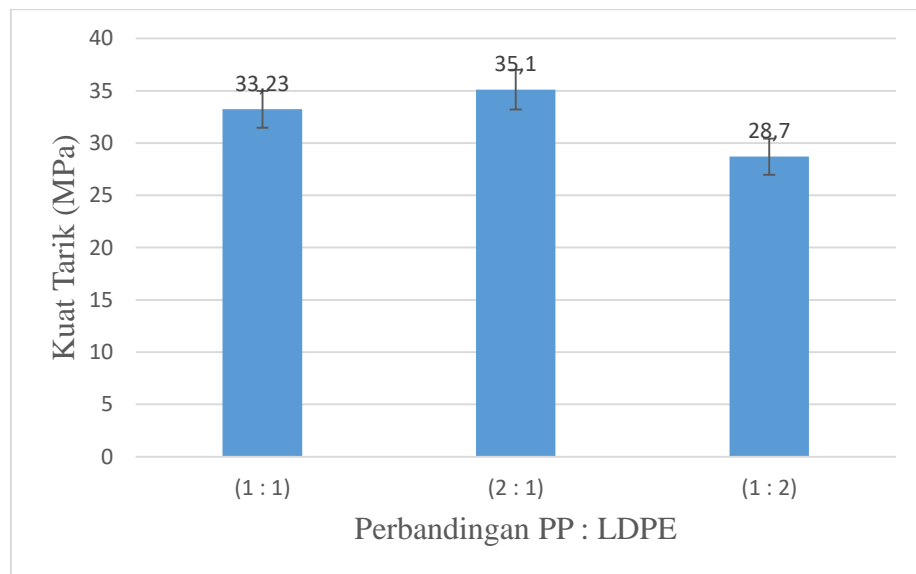
Penelitian ini diarahkan untuk mengetahui kekuatan tarik komposit hibrida serat kenaf dengan matriks *polypropilene* (PP) dan *low density polyethylene* (LDPE). Hasil pengujian tarik ini juga digunakan untuk mengetahui karakteristik patahan komposit tersebut menggunakan uji SEM. Hasil pengujian tarik komposit hibrida menghasilkan tiga parameter kekuatan mekanik komposit diantaranya sebagai berikut :

##### (a). Kekuatan Tarik Komposit Hibrida

Hasil pengolahan data uji tarik didapatkan nilai kekuatan tarik komposit yang ditunjukkan pada Tabel 4. Perhitungan uji tarik merupakan nilai rata-rata dari 4 spesimen dengan nilai tertinggi.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Kuat Tarik Komposit

No	Perbandingan PP : LDPE	Kekuatan Tarik (MPa)			SD
		Minimal	Maksimal	Rata-Rata	
1	(1 : 1)	30,93	35,1	33,23	1,76
2	(2 : 1)	32,98	37,32	35,1	1,9
3	(1 : 2)	25,16	28,81	28,7	1,72



Gambar 4.3 Grafik kekuatan tarik terhadap perbandingan PP : LDPE

Grafik yang ditunjukkan pada Gambar 4.3 adalah hubungan antara kekuatan tarik terhadap perbandingan matriks PP : LDPE. Hasil pengujian menunjukkan peningkatan nilai kekuatan tarik dari setiap bertambahnya volume matriks PP didalam komposit hibrid. Hal ini dikarenakan nilai kekuatan tarik dari kedua jenis matriks tersebut berbeda dimana nilai kekuatan tarik PP 41,4 MPa lebih tinggi dari pada nilai LDPE 31,4 MPa (Callister 2007), sehingga semakin bertambah volume PP pada matriks maka akan meningkatkan kuat tarik dari komposit hibrid serat kenaf dengan matriks PP dan LDPE.

Jika dibandingkan dengan penelitian Dairi, et al., (2015) yang menggunakan serbuk kayu sebagai penguat serta PP dan r-PET sebagai matriks, maka penelitian ini memiliki peningkatan kekuatan tarik yang lebih tinggi. Dimana penelitian Dairi, et al., kekuatan tarik tertinggi pada perbandingan PP/r-PET/serbuk kayu (70% / 20% / 10%) yaitu sebesar 27 MPa, sedangkan pada perbandingan (60% / 20% /

20%), dan (50% / 20% / 30%) masing-masing sebesar 25 MPa dan 24 MPa. Hal ini kemungkinan dikarenakan penelitian Dairi, et al., menggunakan komposit dengan penguat serbuk kayu, sedangkan pada penelitian ini menggunakan penguat serat acak dengan panjang serat  $\pm 6$  mm yang memiliki kekuatan tarik lebih tinggi dibandingkan dengan komposit yang menggunakan jenis serbuk (Callister, 2009).

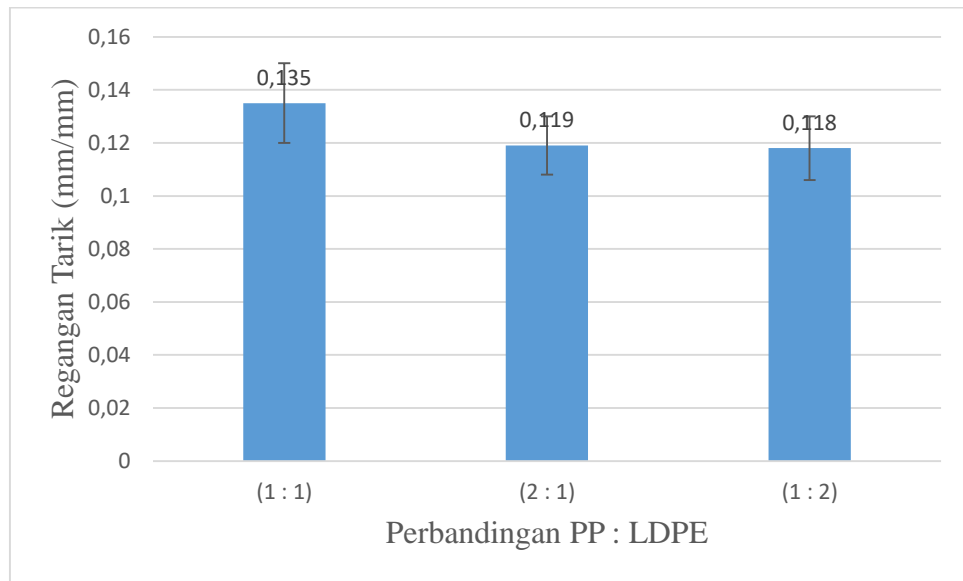
Hasil penelitian ini juga menunjukkan peningkatan kekuatan tarik komposit jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Putra (2013) yang menyatakan kekuatan tarik tertinggi komposit serat kenaf-PP pada konsentrasi alkalisasi 6 % NaOH yaitu sebesar 15,5 MPa. Pada penelitian ini terlihat bahwa PP dan LDPE yang berperan sebagai matriks mempunyai kontribusi tinggi terhadap komposit hibrid. Hal tersebut terlihat dari meningkatnya nilai kekuatan tarik komposit.

#### (b) Regangan Tarik Komposit

Hasil pengolahan data uji traik didapat nilai regangan tarik komposit hibrida yang ditunjukkan pada Tabel 5. Regangan tarik adalah perbandingan antara panjang komposit sesudah putus terhadap panjang komposit sebelum putus.

Tabel 5. Perhitungan Regangan Komposit

No	Perbandingan PP : LDPE	Regangan (mm/mm)			SD
		Minimal	Maksimal	Rata-Rata	
1	(1 : 1)	0,121	0,158	0,135	0,015
2	(2 : 1)	0,108	0,135	0,119	0,011
3	(1 : 2)	0,118	0,144	0,118	0,012



**Gambar 4.4 Grafik regangan tarik terhadap perbandingan PP : LDPE**

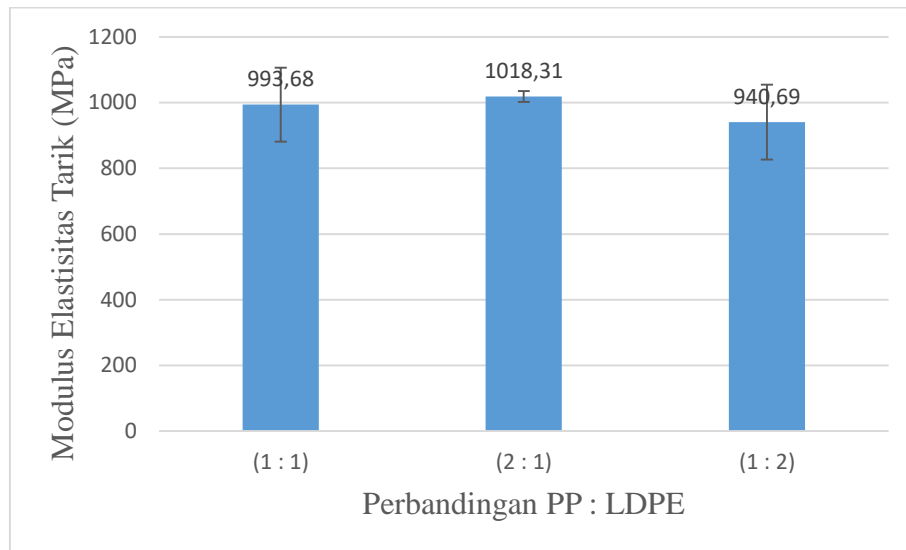
Gambar 4.4 menunjukkan nilai regangan tarik komposit tertinggi pada perbandingan PP:LDPE 1:1, kemudian diikuti oleh PP:LDPE 2:1 dan 1:2. Hal ini menunjukkan bahwa semakin bertambahnya fraksi volume matriks PP semakin tinggi nilai regangan, namun terjadi lonjakan nilai regangan pada perbandingan PP:LDPE 1:1. Hal itu kemungkinan dipengaruhi oleh lapisan pada saat penyusunan matriks PP dan LDPE pada komposit hibrid, dimana pada fraksi volume PP dan LDPE 1:1 memiliki jumlah fraksi volum yang sama, sehingga campuran PP dan LDPE merata pada serat dan mengakibatkan nilai regangan yang tinggi pada komposit hibrid serat kenaf bermatriks PP dan LDPE.

#### (c) Modulus Elastisitas Tarik Komposit Hibrida

Hasil pengolahan data uji tarik yang terakhir adalah modulus elastisitas tarik komposit yang dapat dilihat pada Tabel 6. sebagai berikut.

**Tabel 6. Perhitungan Modulus Komposit**

No	Perbandingan PP : LDPE	Modulus Elastis (MPa)			SD
		Minimal	Maksimal	Rata-Rata	
1	(1 : 1)	816,01	1092,35	993,68	112,53
2	(2 : 1)	985,68	1023,36	1018,31	16,89
3	(1 : 2)	713,66	986,68	940,69	113,87



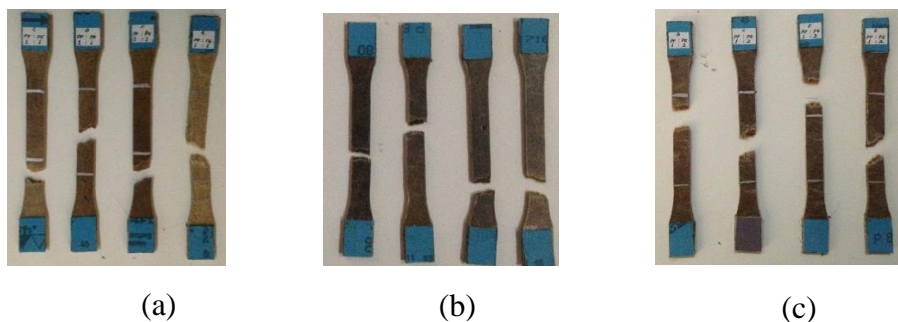
**Gambar 4.5 Grafik modulus elastis terhadap perbandingan PP : LDPE**

Gambar 4.5 adalah grafik hasil pengujian tarik pada komposit hibrida kenaf bermatriks PP dan LDPE yang menunjukkan nilai modulus elastisitas tertinggi pada perbandingan PP : LDPE 2:1. Hal ini membuktikan bahwa nilai modulus elastisitas dari komposit hibrid serat kenaf bermatriks PP dan LDPE dengan perbandingan volume PP dan LDPE 1:1, 2:1, dan 1:2 meningkat dengan semakin banyaknya volume dari PP. Hal tersebut dikarenakan nilai modulus elastisitas PP lebih tinggi yaitu sebesar 1,55 GPa, sedangkan nilai modulus elastisitas LDPE hanya sebesar 0,172 Gpa (Callister,2007).

Jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Putra (2013) maka hasil modulus elastis pada penelitian ini jauh lebih tinggi. Hasil penelitian Putra (2013) komposit serat kenaf-PP pada konsentrasi alkalisasi 6 % NaOH mendapatkan nilai modulus elastisitas sebesar 912 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa distribusi PP dan LDPE pada matriks komposit hibrid sangat berpengaruh kepada modulus elastisitas tarik komposit hibrid.

### 4.3 Analisis Penampang Lintang Komposit

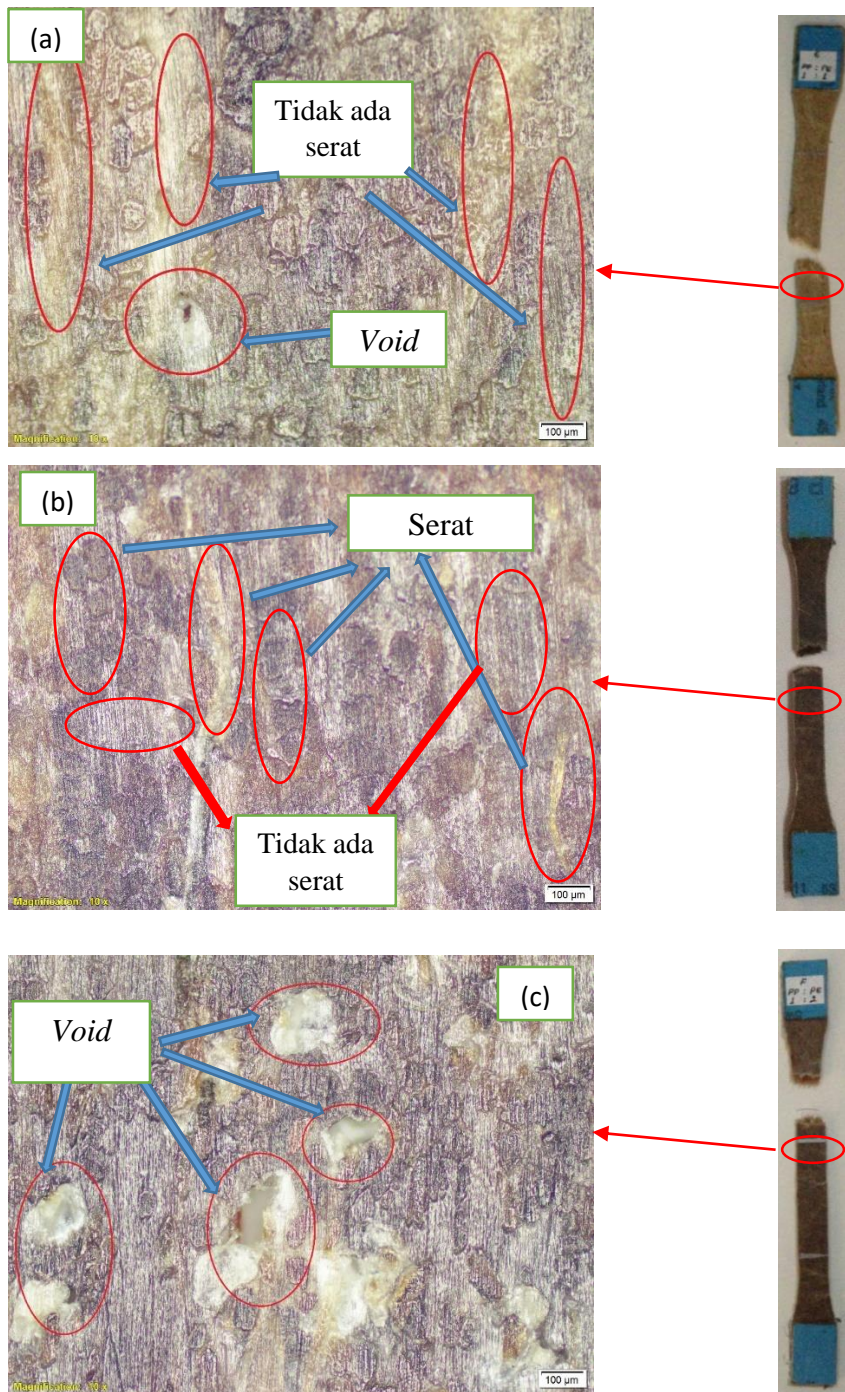
Pada Gambar 4.6 menunjukkan foto komposit hibrid yang telah dilakukan uji tarik. Komposit hibrid dengan nilai uji tarik tertinggi tersebut kemudian dijadikan acuan untuk selanjutnya dilakukan uji optik penampang lintang. Analisis penampang lintang digunakan untuk mengetahui dan mempelajari struktur permukaan penampang lintang komposit, sehingga dapat terlihat distribusi serat serta ikatan antara matriks dan serat.



**Gambar 4.6. Foto patahan hasil uji tarik PP : LDPE (a) 1:1, (b) 2:1, (c) 1:2**

Gambar 4.7 menunjukkan hasil foto penampang lintang komposit menggunakan perbesaran 10 kali dengan skala 100  $\mu\text{m}$  menunjukkan struktur mikro pada penampang lintang komposit. Dari Gambar 4.7 (a) komposit hibrida serat kenaf / PP:LDPE 1:1 terlihat adanya *void* pada komposit dan kurang meratanya distribusi serat (lihat anak panah biru). Hal ini disebabkan karena proses pencampuran serat hibrida terjadi secara tidak sempurna serta kurangnya tekanan pada saat melakukan pencetakan komposit yang menyebabkan timbulnya *void*.

Pada Gambar 4.7 (b) menunjukkan bahwa pada spesimen PP:LDPE 2:1 terlihat tidak adanya *void* dan terlihat distribusi serat cukup merata, namun ada beberapa bagian yang masih terlihat kosong atau tidak terdapat serat (lihat anak panah merah). Hal ini yang menyebabkan kekuatan tarik pada variasi fraksi volume PP:LDPE 2:1 meningkat, karena adanya rambatan tegangan pada saat komposit diberi pembebanan.



**Gambar 4.7** Foto penampang lintang komposit serat kenaf / PP:LDPE (a) 1:1, (b) 2:1, dan (c) 1:2

Gambar 4.7 (c). menunjukkan hasil uji optik pada spesimen PP:LDPE 1:2 terdapat banyak *void* yang menyebabkan lemahnya kekuatan mekanik dari

komposit hibrid serat kenaf/ PP:LDPE (lihat anak panah biru). Hal ini terjadi kemungkinan dikarenakan kurangnya penekanan saat proses pencetakan spesimen komposit sehingga gelembung udara yang terjebak tidak dapat keluar dengan sempurna, atau bisa terjadi dikarenakan serat kenaf yang digunakan sebagai penguat pada komposit hibrid masih dalam keadaan lembab sehingga pada saat pencetakan menggunakan suhu panas membuat serat yang lembab menimbulkan uap air yang terjebak didalam komposit.

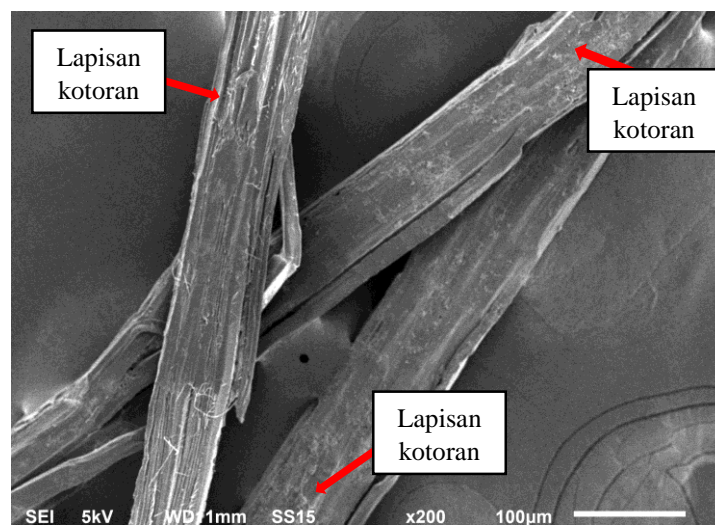
Jadi, bila dilihat dari hasil uji optik pada penampang lintang komposit hibrid serat kenaf bermatriks PP:LDPE, penyebab dari menurunnya kekuatan tarik dari komposit adalah terdapat *void* pada komposit hibrid dan distribusi serat pada komposit yang tidak merata. *Void* pada komposit sangat berpengaruh pada kekuatan mekanik dari komposit tersebut, karena apabila komposit menerima beban, maka daerah tegangan akan langsung berpindah ke daerah *void* sehingga akan mengurangi kekuatan komposit tersebut (Rusmiyanto, 2007).



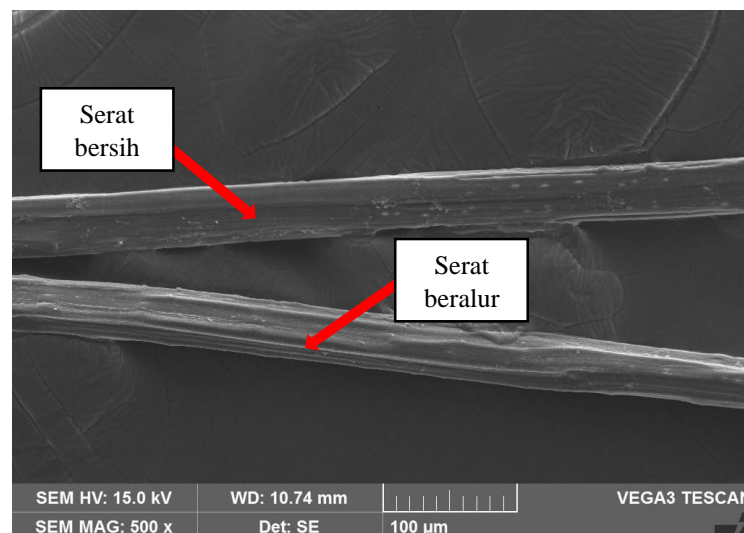
### 4.3 Hasil Uji SEM

#### 4.3.1 Morfologi Permukaan Serat Kenaf

Foto SEM Gambar 4.8. dan Gambar 4.9 masing-masing menunjukkan morfologi permukaan serat kenaf sebelum dilakukannya proses alkalisasi dan sesudah proses alkalisasi.



**Gambar 4.8. Foto Uji SEM Serat Kenaf Tunggal Sebelum Proses Alkalisasi**



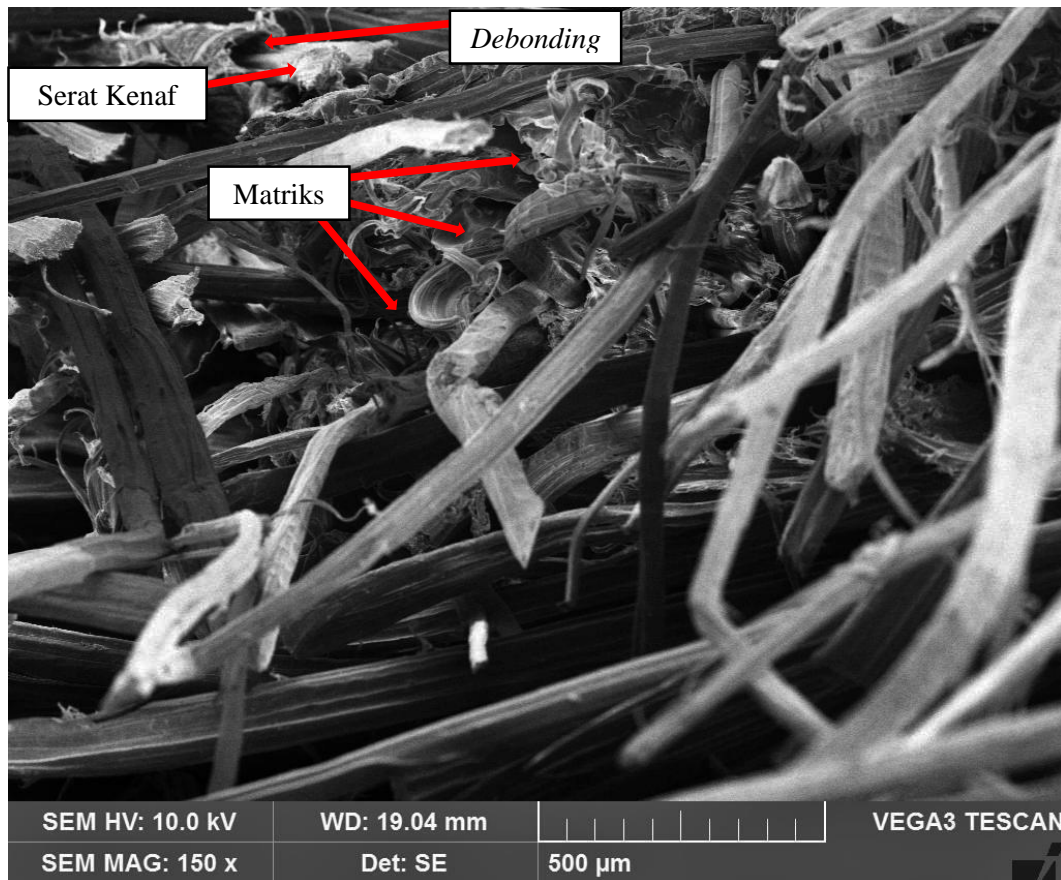
**Gambar 4.9. Foto Uji SEM Serat Kenaf Tunggal Sesudah Proses Alkalisasi**

Dari Gambar 4.8 dan Gambar 4.9 terlihat jelas perbedaan permukaan serat kenaf, dimana pada Gambar 4.8 serat kenaf terlihat bercak-bercak pengotor yang membentuk seperti lapisan pembungkus (lihat anak panah) dan serat terlihat tidak beralur. Hal sebaliknya terlihat pada Gambar 4.9 dimana permukaan serat terlihat lebih bersih dari bercak-bercak pengotor dan beralur (lihat anak panah).

Hasil foto tersebut memiliki kemiripan dengan penelitian Sosiati, et al.,(2015) yang menunjukkan bahwa proses perlakuan alkalisasi dengan konsentrasi 6 % NaOH merupakan perlakuan yang paling efektif serta mampu menghilangkan kotoran, dan hemi selulosa. Profil serat yang beralur menunjukkan kekasaran permukaan serat yang berpengaruh pada ikatan permukaan antara serat dengan matriks. Semakin bersih permukaan serat kenaf dari material pengotor maka semakin kuat ikatan antar serat dengan matriks, yang mengakibatkan kekuatan tarik komposit menjadi tinggi Putra (2013).

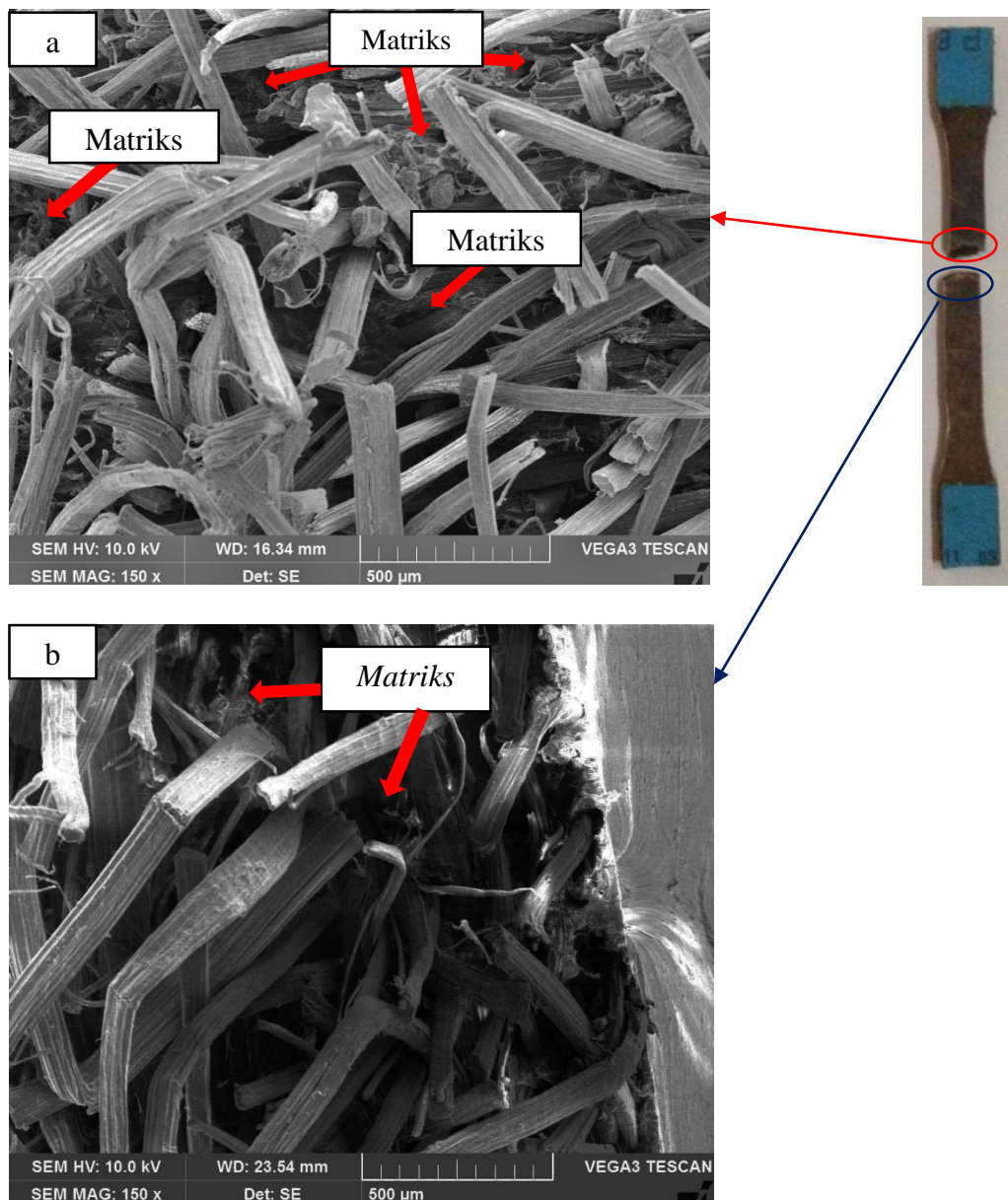
#### **4.3.2 Morfologi Permukaan Patahan Komposit Hibrid**

Analisis struktur patahan komposit hibrid menggunakan uji SEM. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui dan mempelajari morfologi struktur ikatan antara serat dengan matriks setelah dilakukan uji tarik. Sample yang digunakan untuk uji SEM adalah sample yang memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi. Hasil uji SEM ditunjukkan pada Gambar 4.10, Gambar 4.11, dan Gambar 4.12



**Gambar 4.10. Foto SEM permukaan patahan komposit hibrid serat kenaf / PP : LDPE ( 1 : 1)**

Foto uji SEM yang ditunjukkan pada Gambar 4.10, Gambar 4.11, dan Gambar 4.12 merupakan struktur morfologi dari patahan komposit hibrid serat kenaf bermatriks PP dan LDPE. Dari Gambar 4.10 struktur patahan komposit hibrid dengan matriks PP dan LDPE ( 1 : 1 ) terlihat adanya *debonding* yaitu ikatan antara serat kenaf dengan matriks terjadi secara tidak sempurna. Hal itu terjadi kemungkinan dikarenakan adanya kotoran yang terdapat pada serat kenaf sehingga serat dan matriks tidak terjadi ikatan yang sempurna. Pada Gambar 4.10 juga terlihat distribusi serat kurang merata (lihat anak panah) dimana terlihat matriks PP dan LDPE bercampur merata namun tidak terdapat adanya serat kenaf.

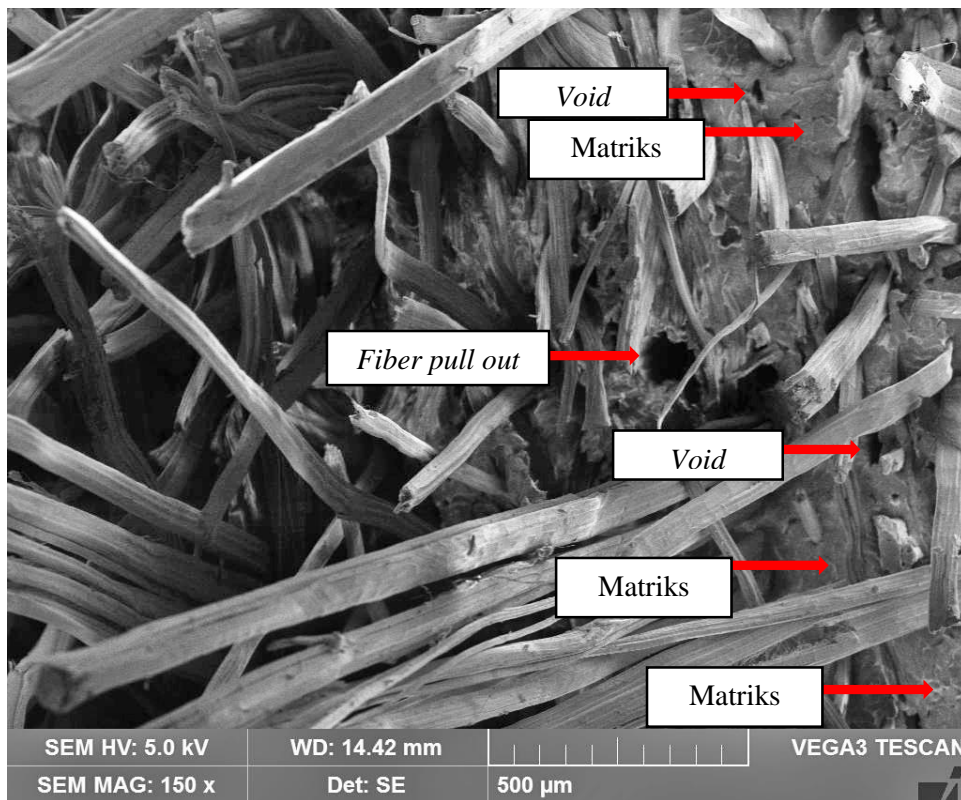


**Gambar 4.11. (a) dan (b) Foto SEM permukaan patahan komposit hibrid serat kenaf / PP : LDPE ( 2 : 1)**

Pada Gambar 4.11 (a) yang menunjukkan foto SEM struktur patahan komposit hibrid serat kenaf bermatriks PP : LDPE ( 2:1 ) terlihat bahwa serat kenaf terdistribusi secara merata, tidak terdapat *void*, dan ikatan antara serat kenaf dan matriks yang terlihat sangat baik, ini terbukti dengan tidak adanya *debonding* pada struktur patahan tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa serat kenaf menerima

rambatan tegangan pada saat pengujian tarik komposit dengan cukup baik, yang menyebabkan nilai kekuatan tarik tertinggi pada perbandingan PP : LDPE ( 2:1 ).

Sedangkan pada Gambar 4.11 (b) merupakan foto SEM dari pasangan struktur patahan komposit hibrid serat kenaf bermatriks PP : LDPE (2:1) (lihat anak panah biru pada Gambar 4.11). Pada foto struktur patahan ini terlihat distribusi serat merata dan tidak terlihat adanya *fibber pull out*, *debonding*, maupun *void*. Hal ini membuktikan bahwa serat dan matriks pada komposit serat kenaf bermatriks PP : LDPE (2:1) ini mengikat secara kuat yang menyebabkan serat kenaf itu putus dan tidak tercabut dari matriksnya sehingga kekuatan tarik dari komposit serat kenaf bermatriks PP : LDPE (2:1) ini meningkat.



**Gambar 4.12. Foto SEM permukaan patahan komposit hibrid serat kenaf / PP : LDPE ( 1 : 2)**

Gambar 4.12 menunjukkan foto SEM struktur patahan komposit hibrid dengan perbandingan matriks PP : LDPE ( 1 : 2). Pada Gambar 4.12 ini terlihat bahwa distribusi serat yang tidak merata, terdapat adanya *void*, dan *fiber pull-out*

atau serat yang tercabut dari matriks (lihat anak panah). *Fiber pull out* terjadi karena ikatan *interfacial* antara matriks dan serat yang kurang sempurna, sehingga hal tersebut berdampak pada kekuatan tarik komposit hibrid serat kenaf bermatriks PP dan LDPE (1 : 2) menjadi rendah.

Dari hasil uji SEM struktur patahan komposit hibrid maka terlihat korelasi dengan hasil uji optik penampang lintang komposit hibrid, dimana tinggi dan rendahnya nilai kekuatan tarik dari komposit hibrid serat kenaf bermatriks PP dan LDPE dipengaruhi oleh distribusi serat yang tidak merata, terdapat adanya *void*, terdapat adanya *debonding*, dan terjadi *fiber pull out* yang menyebabkan rendahnya kekuatan tarik dari komposit hibrid.