

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Bending

4.1.1 Kekuatan dan Modulus Bending

Besarnya energi penekanan yang diberikan pada permukaan spesimen dan bagian bawah spesimen akan mengalami tegangan tarik sehingga spesimen akan menjadi melengkung hingga patah. Dari hasil pengujian bending maka akan didapatkan sifat mekanis spesimen berupa tegangan bending dan nilai modulus elastisitas pada spesimen tersebut. Pada gambar 4.1 adalah hasil dari pengujian bending yang dilakukan di laboratorium Universitas Negeri Surakarta.



Gambar 4.1 Spesimen uji bending setelah di uji

Setiap spesimen mendapatkan penekanan dengan kecepatan yang sama sesuai dengan persamaan 3.1. Pada gambar 4.1 dapat dilihat bahwa setiap spesimen mengalami defleksi hingga patah, hal ini disebabkan oleh kekuatan masing-masing spesimen yang berbeda. Dari hasil pengujian bending sesuai standar ATSM D790 maka didapatkan data nilai uji bending pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil uji bending spesimen komposit PVC/Kenaf/*E-glass*

No Spc	PVC - Kenaf/ <i>E-glass non treatment</i> (MPa)	PVC - Kenaf/ <i>E-glass</i> 300°(MPa)	PVC - Kenaf/ <i>E-glass</i> 400° (MPa)	PVC - Kenaf/ <i>E-glass</i> 500° (MPa)
1	71,72	72,65	82,34	78,92
2	78,77	74	96,51	76,67
3	66,47	76,36	95,86	79,37
4	68,97	75,85	80,81	79,01
5	68,24	73,48	84,22	77,68
Rata ²	70,834 MPa	74,468 MPa	87,948 MPa	78,33 MPa

Dari tabel diatas nilai bending tertinggi sebesar 87,948 MPa pada variasi serat *E-glass* dengan perlakuan panas 400°C. Hasil ini lebih tinggi dari penelitian Tungjitpornkull (2009) yang meneliti komposit PVC/*E-glass*/kayu dengan hasil kekuatan bending tertinggi 43,5 MPa. Sedangkan komposit PVC/Kenaf/*E-glass* dengan nilai terendah terdapat pada spesiemen dengan serat *E-glass* murni atau tanpa perlakuan panas.

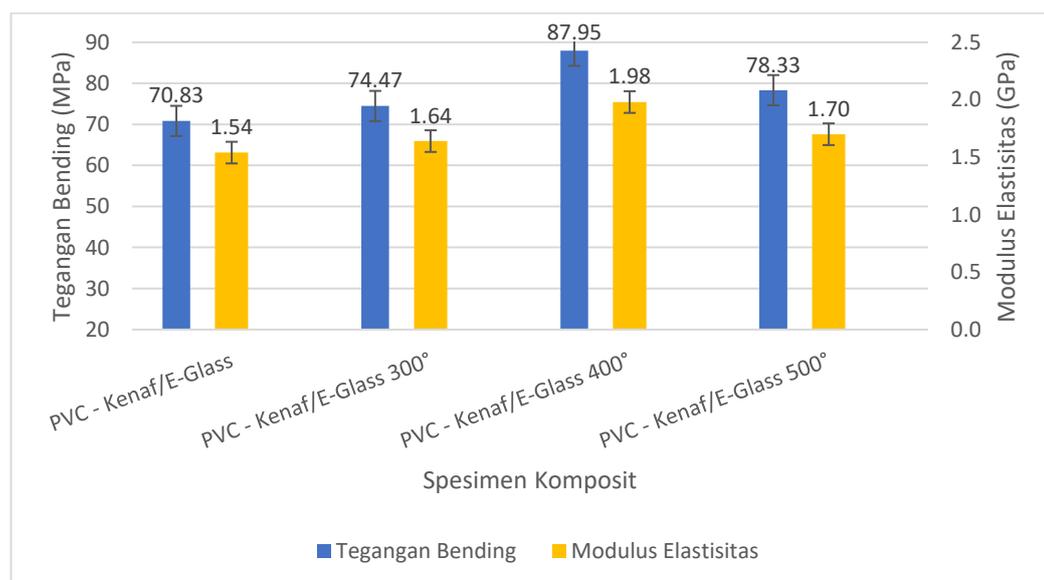
Setelah didapatkan nilai bending maka dapat dicari nilai rata-rata modulus elatisitas dari setiap spesimen. Perhitungan nilai modulus elatisitas terdapat pada lampiran. Berikut adalah hasil perhitungan nilai modulus elatisitas ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Nilai dan rata-rata modulus elatisitas

Nomer Spesimen	Kenaf/ <i>E-glass non treatment</i>	Kenaf/ <i>E-glass</i> 300°	Kenaf/ <i>E-glass</i> 400°	Kenaf/ <i>E-glass</i> 500°
1	1259,843	1259,843	2047,244	2047,244
2	1889,764	2204,724	2047,244	1574,803
3	1889,764	1889,764	1889,764	1102,362
4	1102,362	1259,843	1259,843	1889,764
5	1574,803	1574,803	2677,165	1889,764
Rata-rata MPa	1543,307	1637,795	1984,252	1700,787
Rata-rata GPa	1,54	1,64	1,98	1,70

Pada tabel 4.2 dapat dilihat bahwa variasi *filler* serat *E-glass* yang mendapatkan perlakuan panas dengan suhu 400°C memiliki nilai modulus elastisitas tertinggi dengan nilai 1984,525 MPa atau 1,98 GPa. Sedangkan pada serat *E-glass* murni yang tidak mendapatkan perlakuan panas menghasilkan nilai modulus elastisitas sebesar 1,54 GPa. Nilai modulus elastisitas komposit pada variasi serat *E-glass* 300°C mengalami peningkatan sebesar 0,1 GPa dari serat *E-glass* murni tanpa perlakuan. Namun serat *E-glass* dengan perlakuan panas 500°C mengalami penurunan nilai modulus elastisitas dibandingkan dengan serat *E-glass* 400°C, hal ini diakrenakan serat *E-glass* yang dipanaskan pada suhu 500°C secara morfologi bila dicampurkan dengan serat kenaf mudah hancur sehingga serat tidak utuh lagi seperti mulanya.

Hasil uji bending pada komposit PVC/Kenaf/*E-glass* didapatkan bahwa perlakuan panas terhadap serat *E-glass* dapat meningkatkan nilai bending dan nilai modulus elastisitas dari komposit tersebut, namun perlakuan panas yang diberikan pada serat *E-glass* diatas 400°C dapat menurunkan sifat mekanis dari komposit tersebut. Gambar 4.2 merupakan grafik dari tegangan bending dan modulus elastisitas.



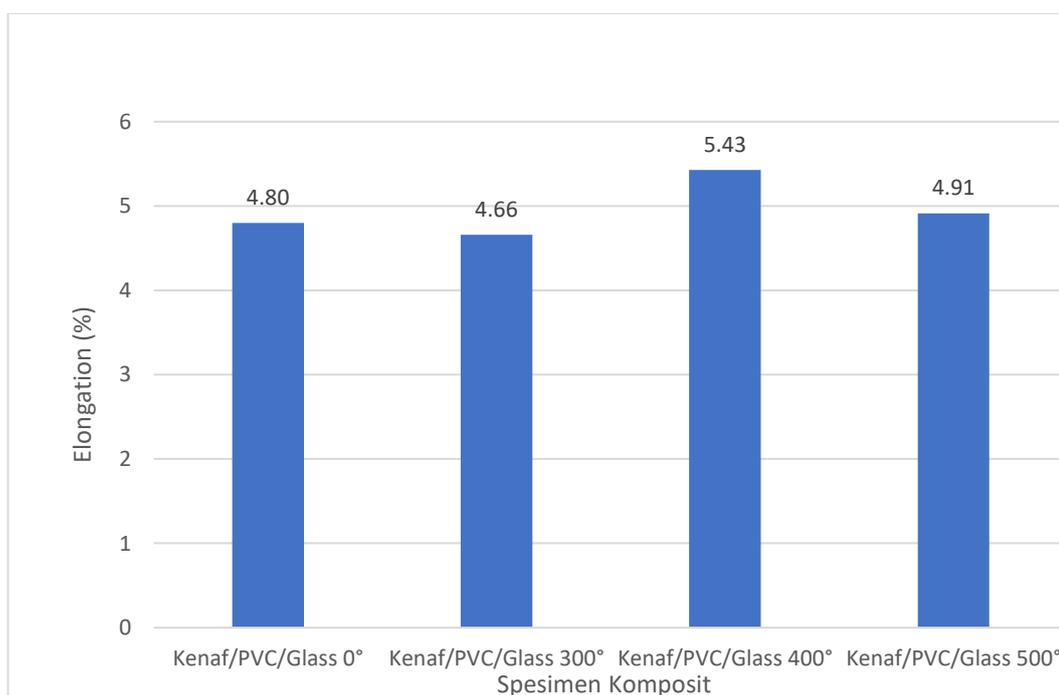
Gambar 4.2 Grafik tegangan bending dan modulus elastisitas komposit kenaf/PVC/*E-glass*

4.1.2 Regangan Bending

Tabel 4.3 merupakan data dan hasil rata-rata dari perhitungan regangan bending dari semua spesimen.

Tabel 4.3 Data perhitungan regangan bending

Nomer Spesimen	PVC/Kenaf/ Gelas 0°	PVC/Kenaf/ Gelas 300°	PVC/Kenaf/ Gelas 400°	PVC/Kenaf/ Gelas 500°
1	4,17	4,55	4,17	4,45
2	3,75	5,06	5,63	4,36
3	5,16	5,34	5,53	5,02
4	5,72	4,59	4,83	5,20
5	5,20	3,75	6,98	5,53
Rata-rata	4,80	4,66	5,43	4,91



Gambar 4.3 Grafik regangan bending

Dapat dilihat pada grafik 4.3 merupakan grafik diagram dari hasil perhitungan rata-rata regangan bending spesimen komposit. Dengan kekuatan dan modulus bending tertinggi, spesiemen dengan variasi gelas suhu 400° spesimen PVC/Kenaf/*E-glass* dengan variasi suhu 400° memiliki nilai elongasi tertinggi yaitu

sebesar 5,43%. Hal ini menunjukkan bahwa spesimen tersebut memiliki nilai keuletan lebih tinggi dibanding dengan spesimen yang lainnya. Dengan komposisi serat kenaf dan *E-glass* yang sama pada setiap spesimen, pada spesimen dengan variasi suhu gelas 400° pada hasil pengujian karakterisasi dengan SEM menunjukan tidak terlihatnya debonding pada serat sehingga serat terikat kuat dengan matriks dan akan menaikkan nilai dari regangan bending. Sedangkan pada spesimen dengan variasi gelas dengan suhu 300° memiliki nilai elongasi terendah sebesar 4,66% dibawah spesimen dengan gelas tanpa perlakuan panas. Akan tetapi, nilai kekuatan dan modulus bending spesimen dengan variasi suhu 300° memiliki nilai yang lebih tinggi dari spesimen gelas tanpa variasi. Pada spesimen dengan variasi gelas 500° memiliki nilai regangan sebesar 4,91% dan hanya 0,11% diatas spesimen dengan gelas tanpa variasi. Dapat disimpulkan bahwa spesimen dengan variasi gelas 400° memiliki nilai regangan yang lebih optimal.

4.2 Pengujian Daya Serap Air dan *Thicknes Swelling*

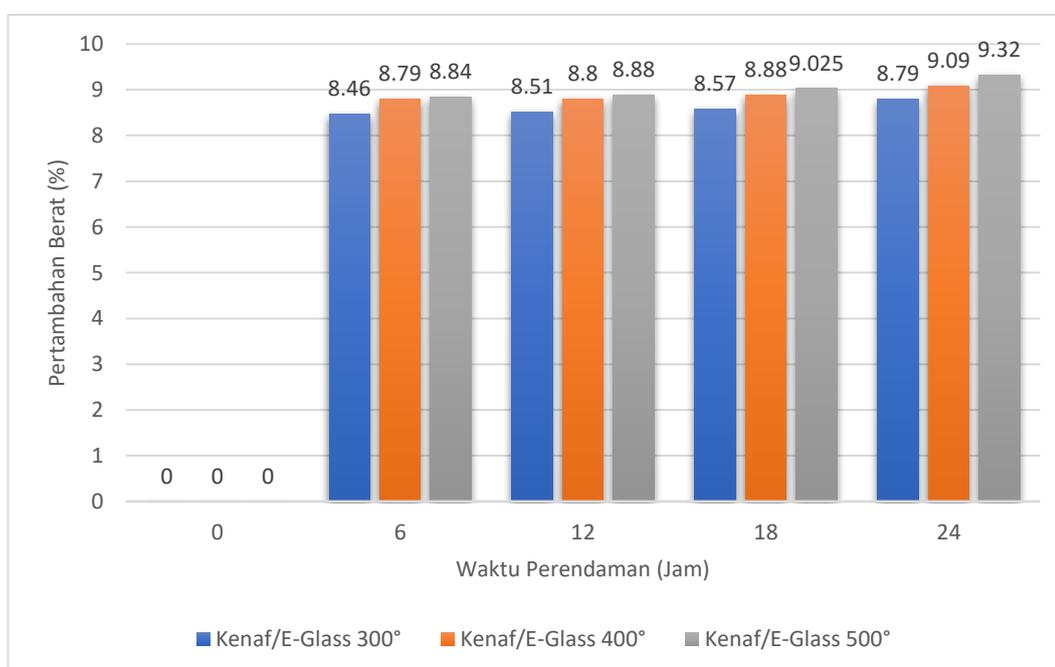
Uji daya serap air dilakukan sesuai dengan standar ASTM D570. Hasil pengujian berupa presentase daya serap air pada tiap spesimen dengan parameter perubahan berat spesimen dan data *thickness swelling* yang diambil adalah perubahan ketebalan komposit setelah direndam dengan air selama 24 jam. Hasil pertambahan berat spesimen dapat dilihat pada tabel 4.2 dan penambahan tebal spesimen pada tabel 4.3.

Tabel 4.4 Hasil pertambahan berat setelah perendaman dalam bentuk (%)

Lama Perendaman (Jam)	Kenaf/ <i>E-glass</i> 300°	Kenaf/ <i>E-glass</i> 400°	Kenaf/ <i>E-glass</i> 500°
0	0	0	0
6	8,46	8,79	8,84
12	8,51	8,80	8,88
18	8,57	8,88	9,25
24	8,79	9,09	9,32

Tabel 4.5 Hasil pertambahan tebal spesiemen dalam bentuk (%)

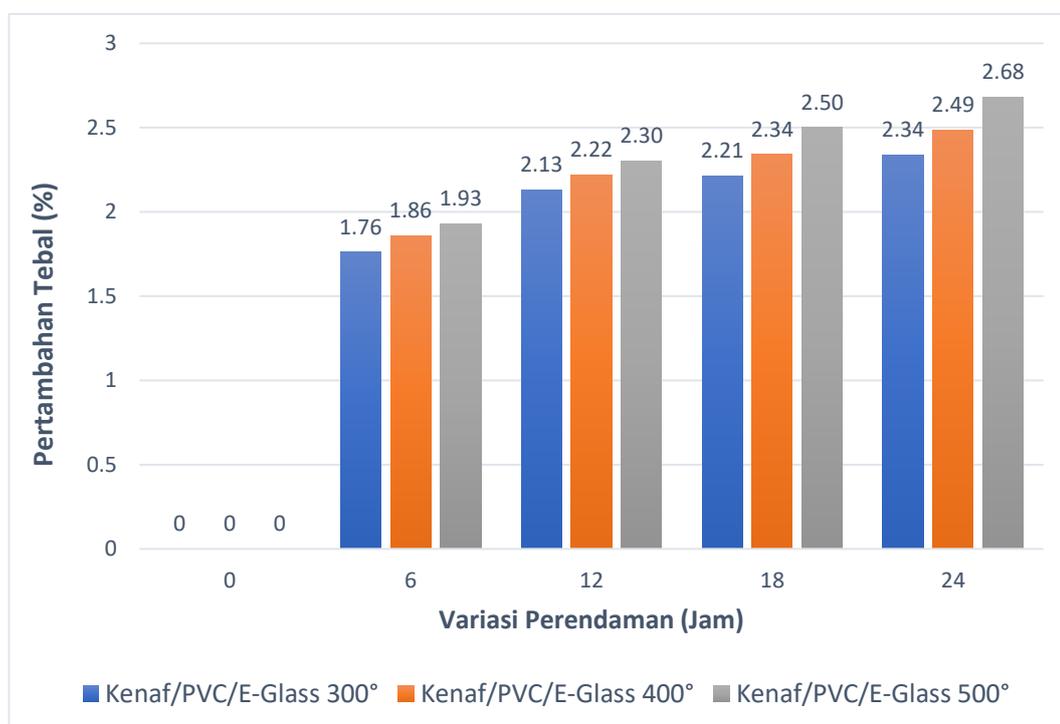
Lama Perendaman (Jam)	Kenaf/ <i>E-glass</i> 300°	Kenaf/ <i>E-glass</i> 400°	Kenaf/ <i>E-glass</i> 500°
0	0	0	0
6	1,76	1,86	1,93
12	2,13	2,22	2,30
18	2,21	2,34	2,50
24	2,34	2,49	2,68

**Gambar 4.3** Grafik presentase daya serap air

Sifat dari serat alam yang hidrofilik dapat menyerap air saat pengujian daya serap air. Dari hasil pengujian daya serap air, pertambahan berat dari tiap spesimen uji meningkat tiap 6 jam. Dengan perbandingan serat kenaf dan serat *E-glass* sebesar 1:1 penyerapan air pada spesimen tidak mengalami kenaikan berat yang signifikan. Namun pada spesimen dengan variasi serat *E-glass* 500°C memiliki nilai pertambahan berat tertinggi yaitu sebesar 9,32% setelah 24 jam perendaman. Hal ini disebabkan oleh susunan *filler* serat *E-glass* yang semula berbentuk potongan menjadi sebagian hancur karena pengaruh perlakuan panas dan menjadi seperti

serbuk, sehingga menjadikan mikro void pada spesimen komposit yang dapat diisi oleh air saat perendaman. Berikut adalah gambar grafik 4.3 yang menunjukkan pertambahan berat pada pengujian daya serap air.

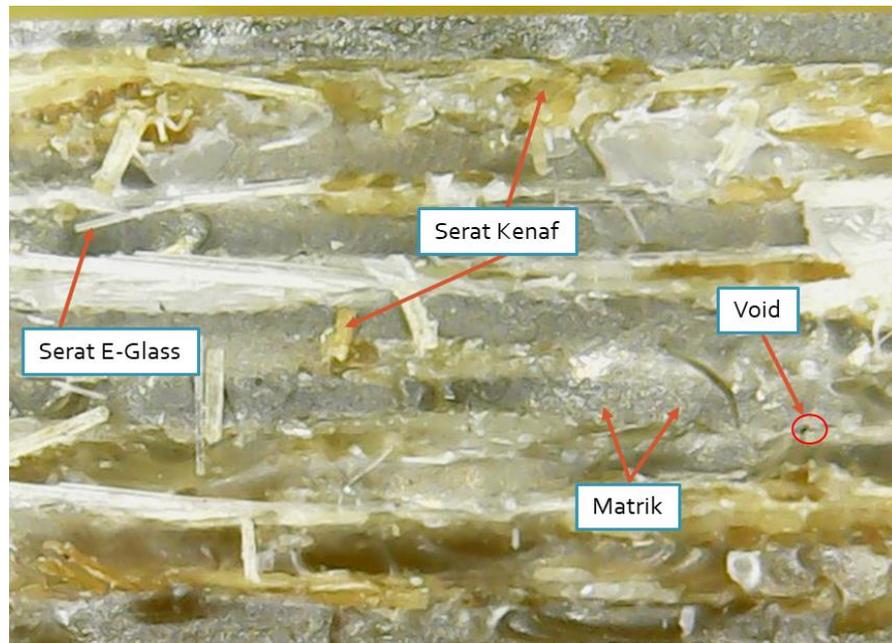
Hasil pengujian *thickness swelling* (Gambar 4.4) memberikan hasil yang cenderung sama dengan pengujian daya serap air, dimana komposit PVC, serat kenaf, dan *E-glass* dengan komposisi 80/10/10 % (berat) dengan variasi suhu gelas 500°, mampu menyerap air lebih banyak dibandingkan variasi lainnya sehingga mengalami perubahan tebal sebesar 1,93 % pada jam ke 6, pada jam ke 12 sebesar 2,30%, pada jam ke 18 sebesar 2,50% dan 2,68 % pada jam ke 24. hal ini dikarenakan komposisi serat gelas yang berubah hancur karena perlakuan panas. Adanya *void* dan porositas juga akan menyebabkan rongga tersebut terisi dengan air sehingga menaikkan berat komposit. Sedangkan, spesimen dengan komposisi PVC/kenaf/*E-glass* variasi suhu 300° memiliki kenaikan tebal paling sedikit sehingga mampu menahan air lebih baik daripada variasi lainnya.



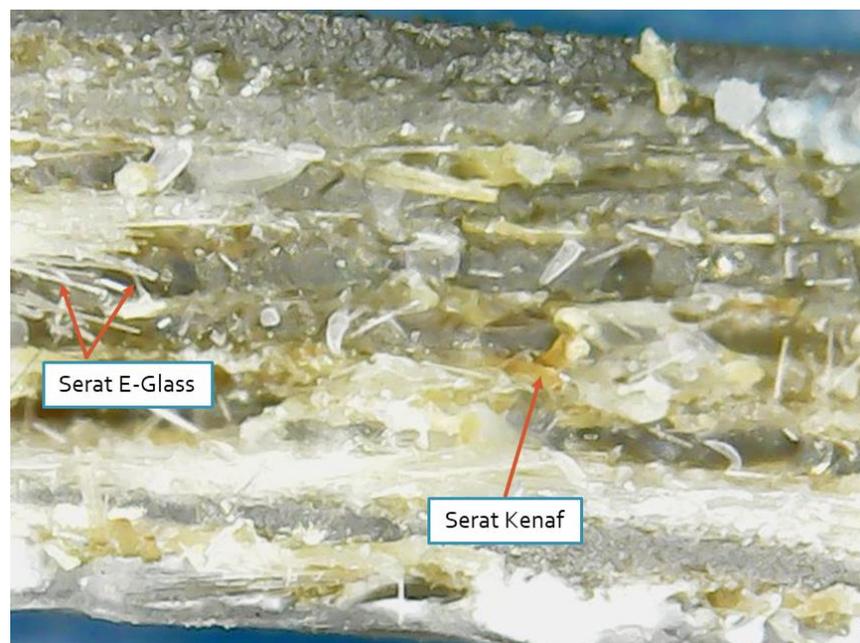
Gambar 4.4 Hasil pengujian *thickness swelling*

4.3 Pengujian Optik

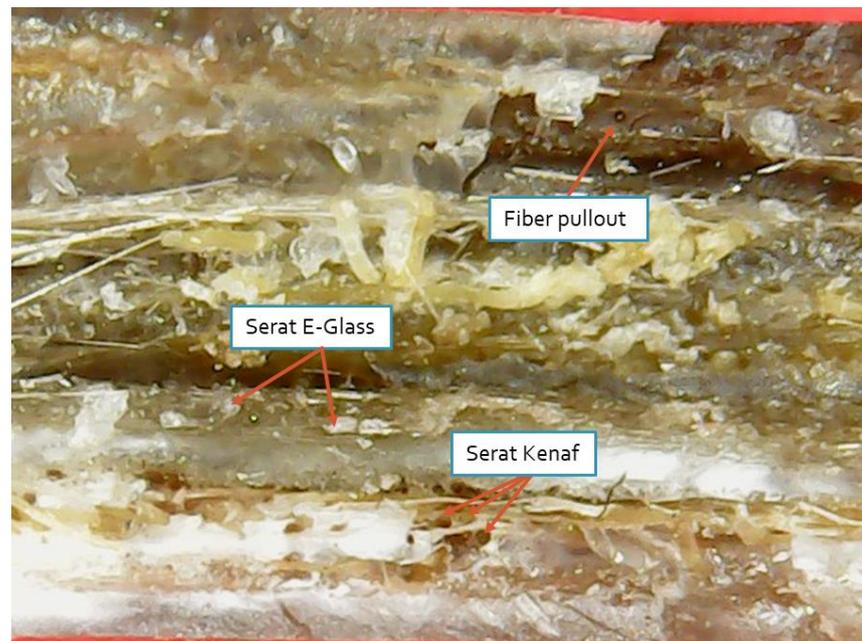
Patahan spesimen yang telah di uji bending kemudian di uji optik di laboratorioum teknik mesin UMY. Berikut adalah hasil uji optik :



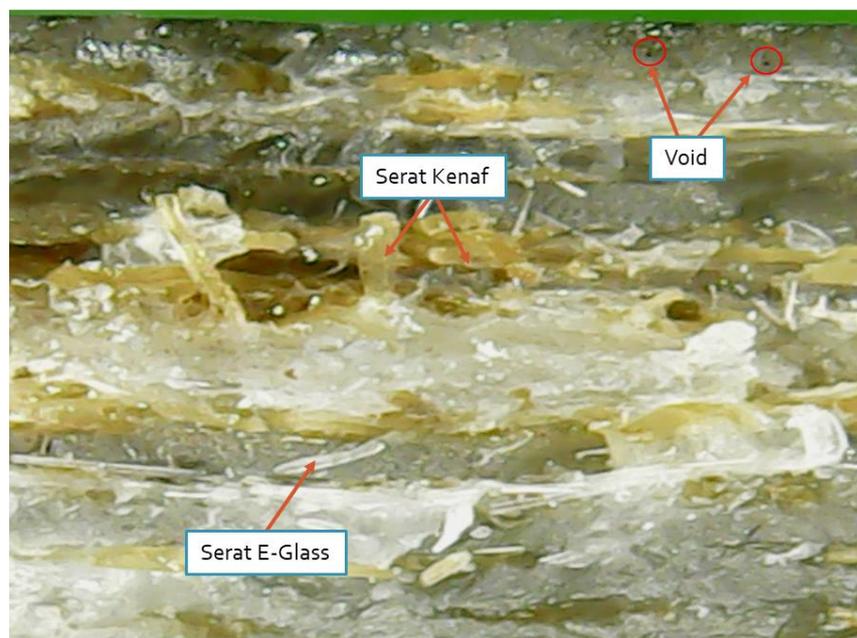
Gambar 4.5 Hasil foto optik patahan komposit PVC/Kenaf/E-glass *non treatment*



Gambar 4.6 Hasil foto optik patahan komposit PVC/Kenaf/E-glass 300°C



Gambar 4.7 Hasil foto optik patahan komposit PVC/Kenaf/*E-glass* 400°C



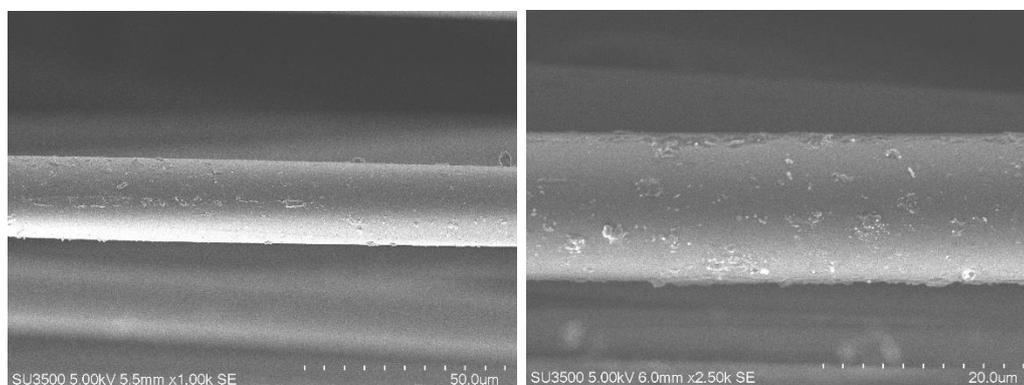
Gambar 4.8 Hasil foto optik patahan komposit PVC/Kenaf/*E-glass* 500°C

Berdasarkan hasil foto uji optik semua variasi komposit diatas, ikatan antara permukaan serat sebagai *filler*/pengisi dengan matriks dapat saling mengikat, sehingga debonding pada komposit tidak terlihat . Void pada spesimen disebabkan oleh persebaran serat kenaf dan serat *E-glass* yang masih kurang merata, hal ini dikarenakan penyusunan dan pencampuran serat dilakukan secara manual. Udara masuk menjadi penyebab void yang akan menurunkan kekuatan mekanis dan membuat daya serap air menjadi tinggi karena air masuk ke dalam celah void tersebut. Pada gambar 4.5 beberapa bagian tertentu matrik PVC belum melebur dengan sempurna dikarenakan saat proses pencetakan *heater* pada mesin *hot press* tidak dapat menahan suhu dengan baik.

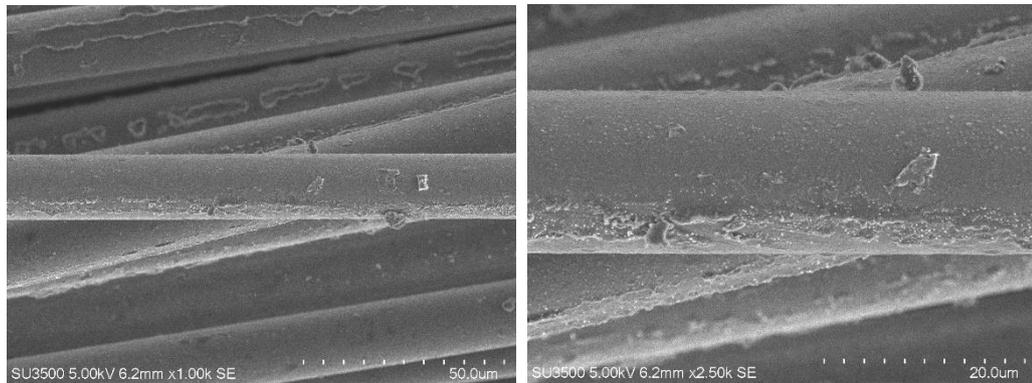
4.4 Pengujian SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

4.4.1 Serat Tunggal *E-glass* Variasi Suhu

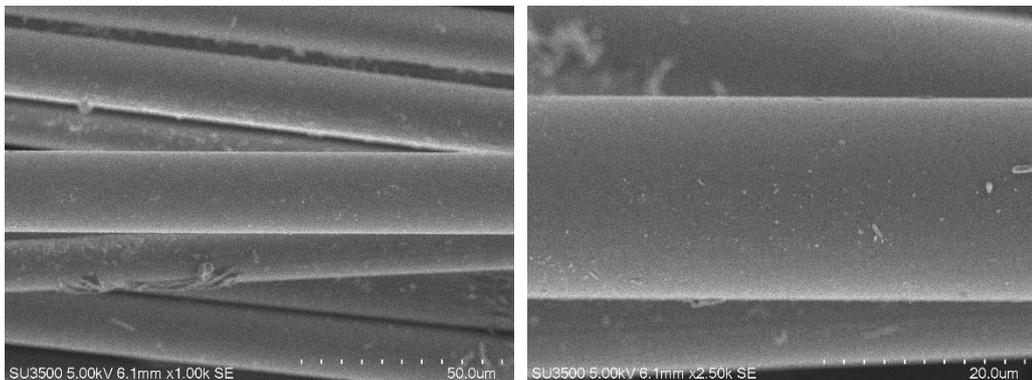
Serat *E-glass* yang telah mengalami variasi suhu kemudian dikarakterisasi dengan menggunakan SEM.



Gambar 4.9 Serat tunggal *E-glass* variasi suhu 300°



Gambar 4.10 Serat tunggal *E-glass* variasi suhu 400°

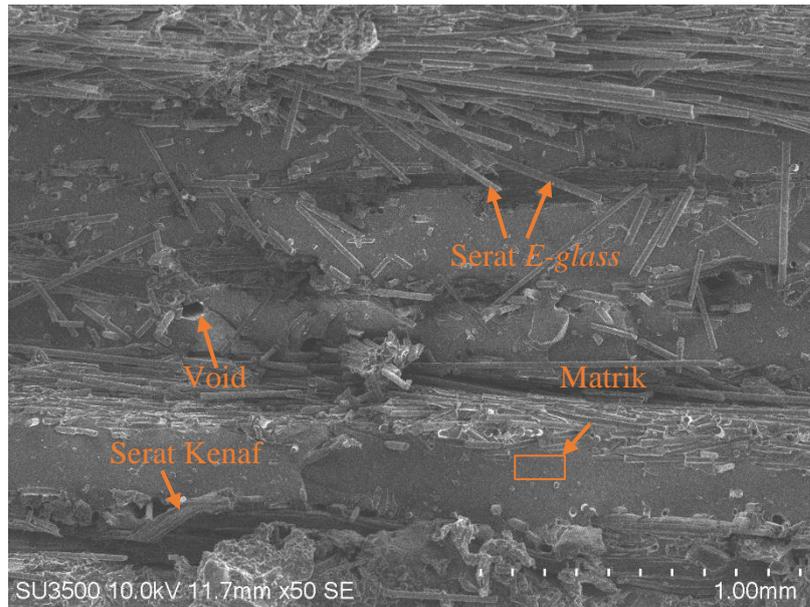


Gambar 4.11 Serat tunggal *E-glass* variasi suhu 500°

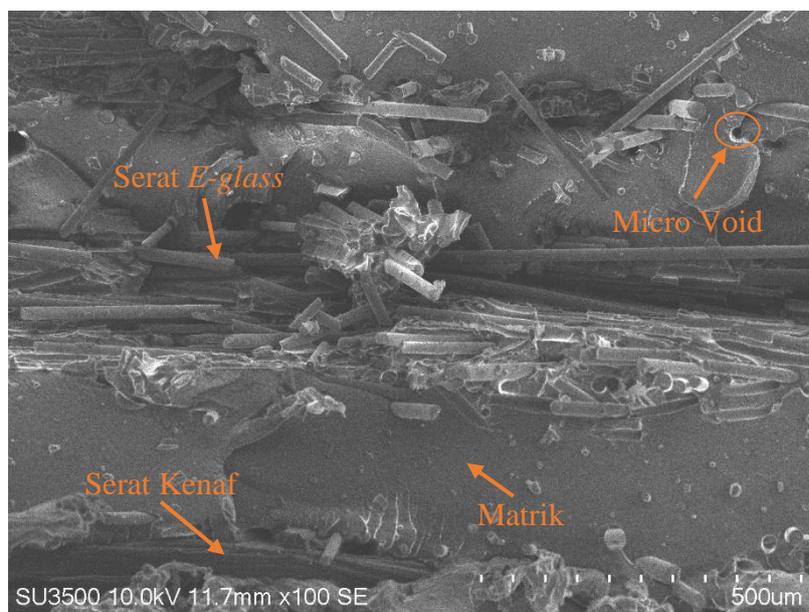
Pada gambar 4.9 variasi gelas suhu 300° dapat dilihat serat mengalami pemanasan sehingga permukaan serat terlihat seperti akan mengelupas. Pada variasi suhu gelas 400° (Gambar 4.10) permukaan serat terlihat sudah mengelupas namun belum terkelupas dengan sempurna. Masih ada permukaan yang menempel dan terlepas pada serat tersebut. Sedangkan, pada variasi suhu 500° permukaan serat terlihat lebih bersih dari pada variasi sebelumnya. Hal ini menunjukkan permukaan serat sudah mengelupas. Secara kasat mata serat glass dengan variasi suhu 500° terlihat lebih mengkilap dan bersih.

4.4.2 Hasil Karakterisasi SEM

Untuk mengetahui morfologi dan struktur patahan dari hasil uji bending maka dilakukan karakterisasi pada hasil patahan bending menggunakan SEM. Hasil dari foto sem adalah sebagai berikut:



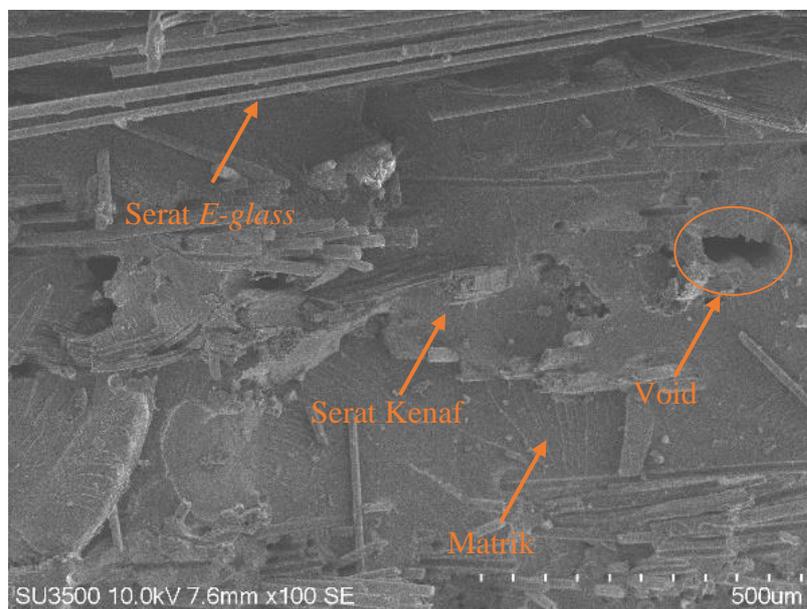
(A)



(B)

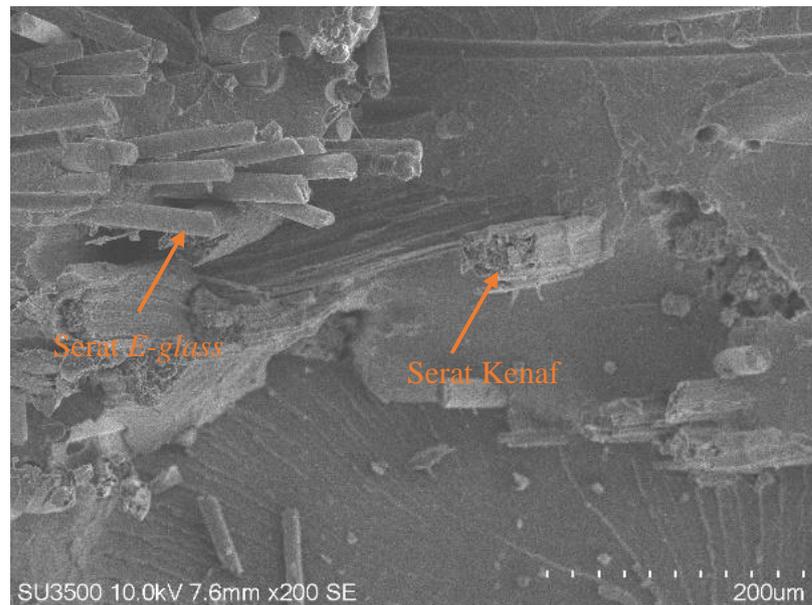
Gambar 4.12 (A) Spesimen PVC/Kenaf/E-glass 300° perbesaran 50 kali
(B) PVC/Kenaf/E-glass perbesaran 100 kali

Pada gambar 4.12 dapat dilihat pada spesimen komposit dengan variasi gelas dengan suhu 300°, serat *E-glass* terlihat mengumpul pada bagian tertentu. Dengan berbendingan filler 10/10 serat kenaf hanya terlihat beberapa saja. Hal ini dikarenakan serat *E-glass* yang mengumpul dan faktor penyusunan komposit yang kurang merata. Pada spesimen ini ikatan antara matriks dengan *filler* terlihat baik. Tidak terlihat debonding pada serat *E-glass* yang telah divariasi dengan pemanasan suhu 300°. Pada bagian tertentu terlihat *void* dan mikro *void*, hal ini disebabkan oleh ringga yang terbentuk karena penataan serat yang masih manual. Hal tersebut tidak banyak mempengaruhi kekuatan dari komposit tersebut.



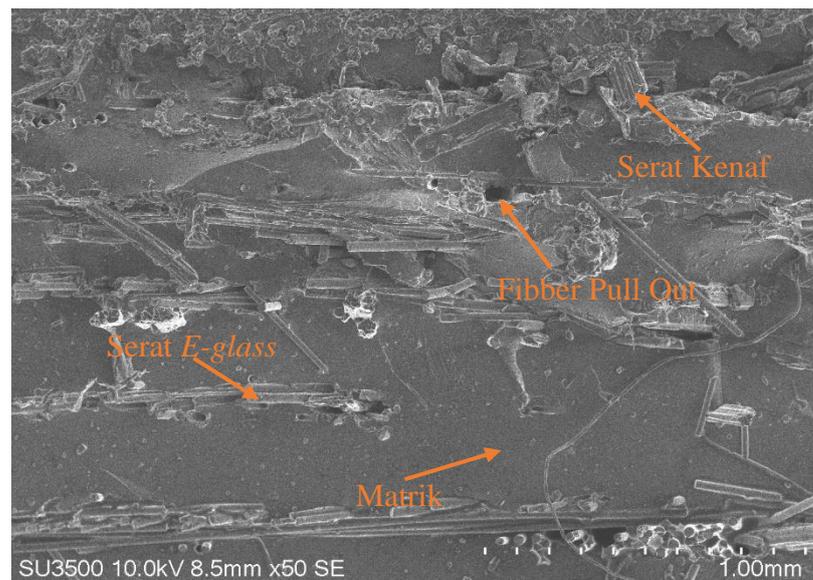
Gambar 4.13 Komposit PVC/Kenaf/*E-glass* variasi suhu 400° perbesaran 100 kali

Hasil karakterisasi variasi komposit PVC/kenaf/*E-glass* 80/10/10 yang ditunjukkan oleh gambar 4.13 memperlihatkan kualitas ikatan serat *E-glass* variasi 400° dan serat kenaf yang mampu terikat dengan baik dengan matriks PVC karena tidak terlihat adanya debonding ataupun *fiber pull out* sehingga mampu menaikkan kekuatan mekanis komposit tersebut.

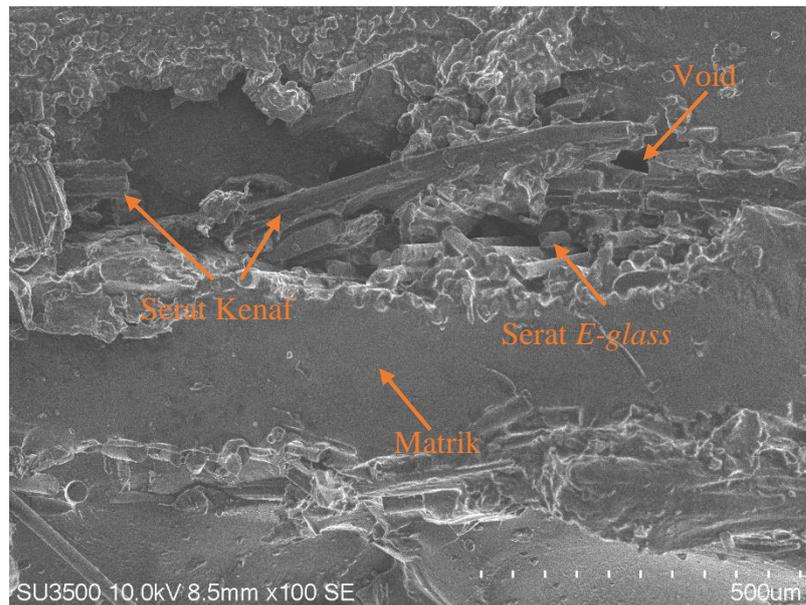


Gambar 4.14 Komposit PVC/Kenaf/*E-glass* variasi suhu 400° perbesaran 200 kali

Gambar 4.14 menunjukkan persebaran serat sudah homogen walaupun masih ada dalam beberapa titik serat *E-glass* masih mengumpul. *Micro void* yang terlihat menunjukkan bahwa pada proses fabrikasi udara masuk dan terjebak di dalam komposit, yang menyebabkan menurunnya kekuatan mekanis dan air lebih banyak masuk saat pengujian daya serap air.



Gambar 4.15 Komposit PVC/Kenaf/*E-glass* variasi suhu 500° perbesaran 50 kali



Gambar 4.16 Komposit PVC/Kenaf/*E-glass* variasi suhu 500° perbesaran 100 kali

Pada spesimen komposit PVC/Kenaf/*E-glass* 500° terlihat adanya *fibber pullout* sehingga terbentuk rongga yang dapat terisi oleh air saat pengujian data serap air. Secara keseluruhan serat dengan matrik telah terikat dengan baik. Serat e glass dan serat kenaf terlihat belum merata karena perbandingan matriks dan *filler* adalah 10/10. Selain itu, penataan serat yang dilakukan secara manual juga berpengaruh terhadap persebaran serat.