

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Bending

4.1.1 Kekuatan dan Modulus Bending

Dari pengujian bending ini, data pembebanan dan defleksi diperoleh dengan bentuk grafik yang kemudian diolah untuk mencari kekuatan bending dan modulus elastisitas bending.

Besarnya nilai kekuatan bending diperoleh dari pengujian bending yang telah dilakukan dengan data berupa grafik nilai beban (N) dan defleksi (mm) yang diolah menggunakan persamaan 2.2 sesuai dengan ASTM D790. Data pembebanan dan defleksi dari masing - masing spesiemn uji dapat dilihat pada lampiran. Besar kekuatan bending rata-rata dari masing-masing material komposit PVC/kenaf/*E-glass* dapat dilihat pada tabel 4.1 dan gambar 4.1.

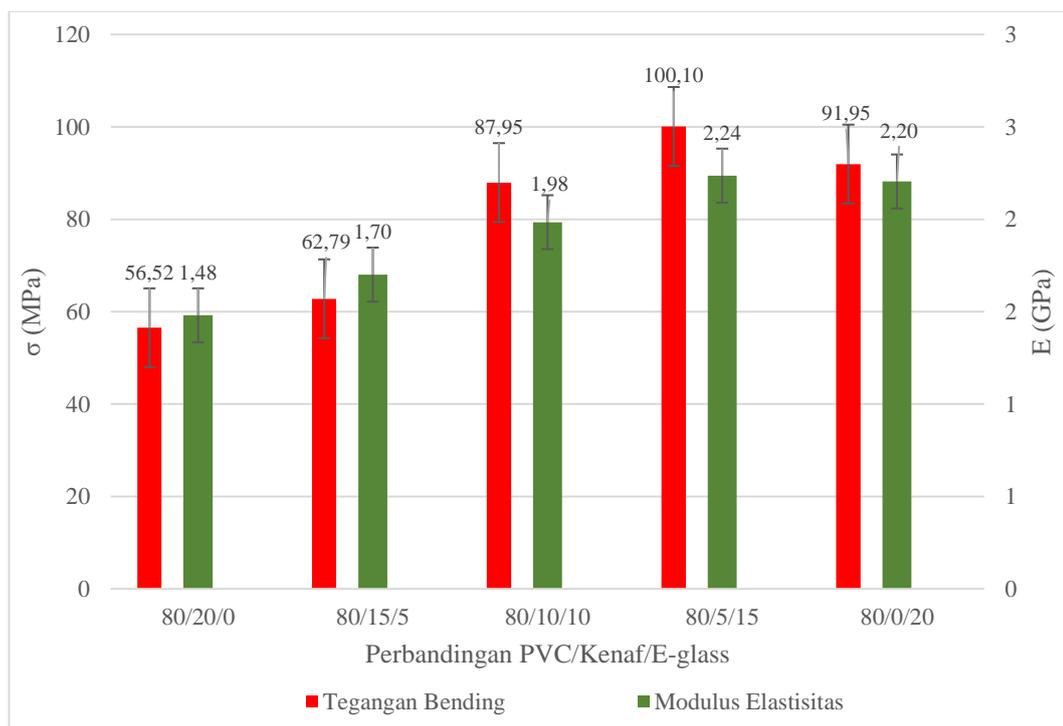
Besarnya nilai dari modulus elastisitas merupakan pembagian antara span dan *slope* dengan ukuran spesimen, slope didapatkan dengan membuat segitiga siku pada garis proposional (lurus) untuk mendapatkan nilai ΔP dan ΔD . Menggunakan persamaan 2.3 kita dapat mencari nilai dari modulus elastisitas yang dapat dilihat pada lampiran. Besar Modulus elastisitas rata-rata dari masing-masing material komposit PVC/kenaf/*eglass* dapat dilihat pada tabel 4.2 dan gambar 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1 Hasil perhitungan pengujian kuat bending

| Spesimen (PVC/Kenaf/ <i>E-glass</i>) | σ (MPa) | | | Standar deviasi |
|--|----------------|---------|-----------|-----------------|
| | Minimum | Maximum | Rata-rata | |
| 80/20/0 | 51,98 | 59,1 | 55,52 | 2,77 |
| 80/15/5 | 59,38 | 64,86 | 62,79 | 2,73 |
| 80/10/10 | 80,81 | 96,51 | 87,95 | 7,62 |
| 80/5/15 | 97,41 | 103,84 | 100,1 | 2,62 |
| 80/0/20 | 87,6 | 95,78 | 91,95 | 3,26 |

Tabel 4.2 Hasil perhitungan modulus elastisitas bending

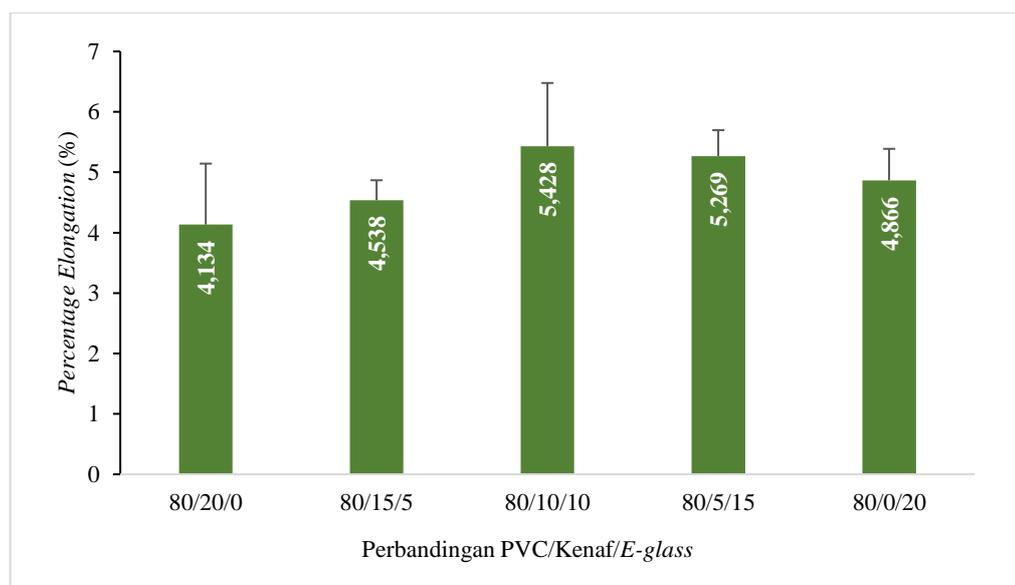
| Spesimen (PVC/Kenaf/ <i>E-glass</i>) | E (GPa) | | | Standar deviasi |
|--|---------|---------|-----------|-----------------|
| | Minimum | Maximum | Rata-rata | |
| 80/20/0 | 9,4 | 2,04 | 1,48 | 0,41 |
| 80/15/5 | 1,41 | 2,04 | 1,70 | 0,25 |
| 80/10/10 | 1,26 | 2,67 | 1,98 | 0,50 |
| 80/5/15 | 1,57 | 2,67 | 2,24 | 0,40 |
| 80/0/20 | 1,89 | 2,51 | 2,20 | 0,25 |

**Gambar 4.1** Kuat bending dan modulus elastisitas material komposit

Berdasarkan tabel dan diagram diatas, variasi spesimen dengan komposisi matriks PVC, serat kenaf, dan serat *E-glass* 80/5/15, memiliki kekuatan bending tertinggi dengan 100,1 MPa. Hasil ini lebih tinggi apabila dibandingkan dengan

hasil penelitian Maleque dkk (2012) yang meneliti komposit serat kenaf/*E-glass* bermatriks *unsaturated polyester* dengan alkalisasi serat kenaf 6% *sodium hydroxide* (NaOH) selama 3 jam dengan hasil kekuatan bending tertinggi 34,88 MPa dan lebih tinggi dari penelitian Tungjitpornkull (2009) yang meneliti komposit PVC/*E-glass*/kayu dengan hasil kekuatan bending tertinggi 43,5 MPa. Modulus elastisitas komposit PVC/kenaf/*E-glass* memberikan hasil yang sama dengan kekuatan bending dimana Spesimen dengan komposisi matriks PVC, serat kenaf, dan serat *E-glass* 80/5/15 memiliki nilai modulus elastisitas terbesar yakni 2236,22 MPa atau 2,2 GPa. Dari hasil penelitian ini, komposisi serat berpengaruh terhadap kekuatan bending suatu komposit, semakin banyak serat *E-glass* yang digunakan akan menambahkan kekuatan dan modulus elastisitas bending komposit, dikarenakan serat *E-glass* yang memiliki sifat mekanis lebih tinggi daripada serat kenaf. Serat kenaf juga berperan menaikkan kekuatan bending dan modulus elastisitas karena dengan penambahan serat kenaf 5 %, hasilnya mampu mengungguli spesimen yang komposisinya tanpa serat kenaf. Dengan hasil tersebut maka, penambahan serat kenaf/*E-glass* dalam komposisi komposit secara tepat maka mampu menaikkan sifat mekanis dari komposit tersebut.

4.1.2 Regangan Bending



Gambar 4.2 Regangan bending material komposit

Dapat dilihat pada gambar 4.2 yang menampilkan diagram hasil regangan tertinggi yaitu variasi komposit PVC/kenaf/*E-glass* dengan komposisi 80/10/10 sebesar 5,43 % dan variasi PVC/kenaf/*E-glass* dengan komposisi 80/15/5 yang memiliki kekuatan dan modulus elastisitas tertinggi berada setingkat dibawah dengan hasil regangan sebesar 5,27 %. Hal ini menunjukkan bahwa komposisi serat yang sama banyak akan memberikan regangan komposit yang lebih tinggi sehingga komposit akan mampu terdefleksi lebih besar sebelum patah. Komposit PVC/kenaf/*E-glass* dengan komposisi 80/10/10 yang telah dikarakterisasi menggunakan SEM tidak terlihat adanya debonding dan fiber pull out sehingga serat terikat kuat dengan matriks dan akan menaikkan regangan bending. Pada variasi murni tanpa hibrida, PVC/*E-glass* memiliki regangan yang lebih tinggi daripada PVC/kenaf dan pada variasi komposit PVC/kenaf/*E-glass* dengan komposisi 80/15/5 lebih tinggi daripada komposit PVC/kenaf/*E-glass* dengan komposisi 80/5/15 sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan serat *E-glass* berpengaruh pada kenaikan regangan bending komposit.

4.2 Pengujian Daya Serap Air dan *Thickness Swelling*

Kedua pengujian ini pada dasarnya menggunakan metode dan proses yang sama sehingga pengujian ini dilakukan secara bersamaan, perbedaannya hanya terdapat pada cara menghitung sesuai dengan kebutuhan hasilnya, daya serap air data yang diambil adalah data perubahan berat komposit setelah direndam dalam air selama 24 jam dan data *thickness swelling* yang diambil adalah perubahan ketebalan komposit setelah direndam dengan air selama 24 jam. Bentuk spesimen dan kalkulasi perhitungan menggunakan persamaan 2.4 serta 2.5 yang telah disesuaikan dengan standar ASTM D570.

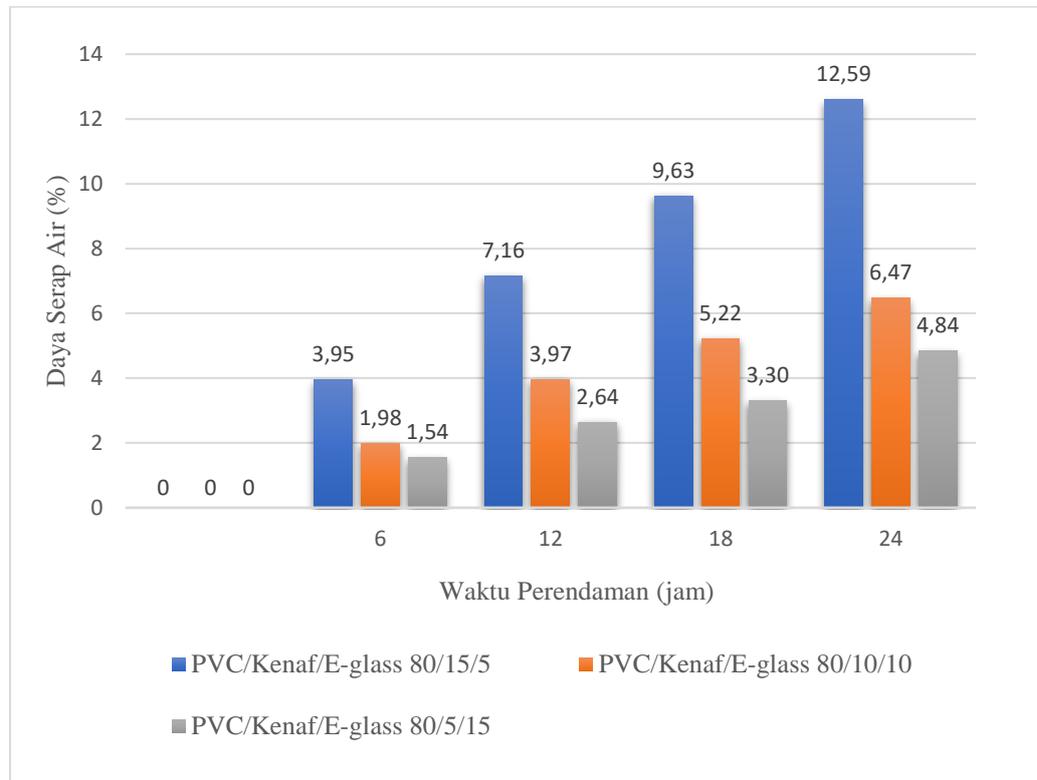
Komposit yang direndam dalam air diangkat dan dihitung pada 6, 12, 18, dan 24 jam untuk mengetahui perubahan berat pada komposit tersebut. Tabel 4.3 dan gambar 4.3 di bawah ini adalah hasil dari pengujian daya serap air. Tabel 4.4 dan gambar 4.4 *thickness swelling*.

Tabel 4.3 Hasil pengujian daya serap air

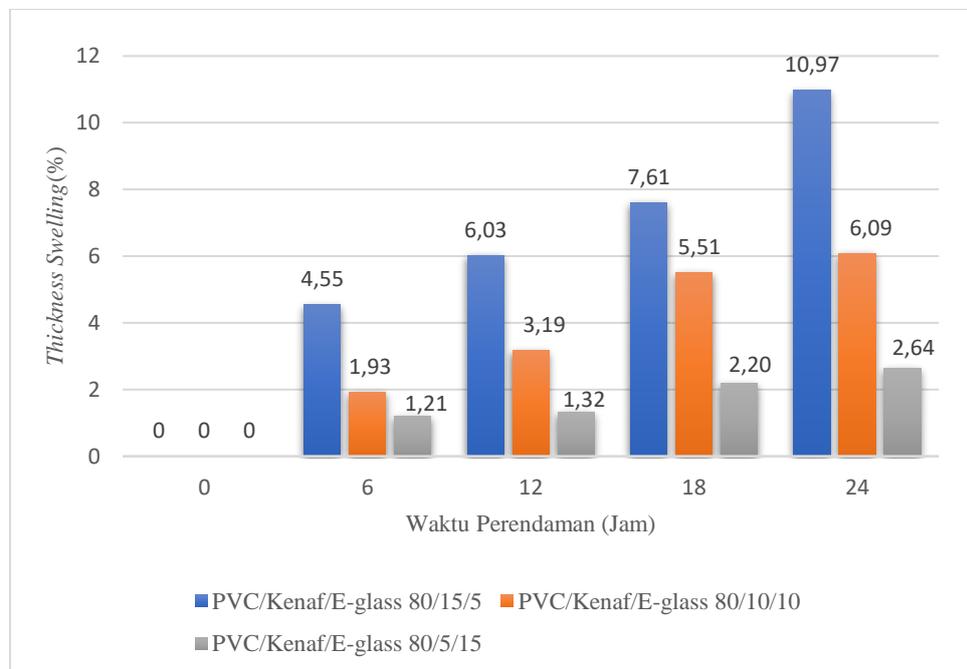
| Jam | Spesimen PVC/Kenaf/ <i>E-glass</i> | | |
|-----|------------------------------------|----------|---------|
| | 80/15/5 | 80/10/10 | 80/5/15 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 3,95 | 1,98 | 1,54 |
| 12 | 7,16 | 3,97 | 2,64 |
| 18 | 9,63 | 5,22 | 3,30 |
| 24 | 12,59 | 6,47 | 4,84 |

Tabel 4.4 Hasil pengujian *thickness swelling*.

| Jam | Spesimen PVC/Kenaf/ <i>E-glass</i> | | |
|-----|------------------------------------|----------|---------|
| | 80/15/5 | 80/10/10 | 80/5/15 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 4,55 | 1,93 | 1,21 |
| 12 | 6,03 | 3,19 | 1,32 |
| 18 | 7,61 | 5,51 | 2,20 |
| 24 | 10,97 | 6,09 | 2,64 |



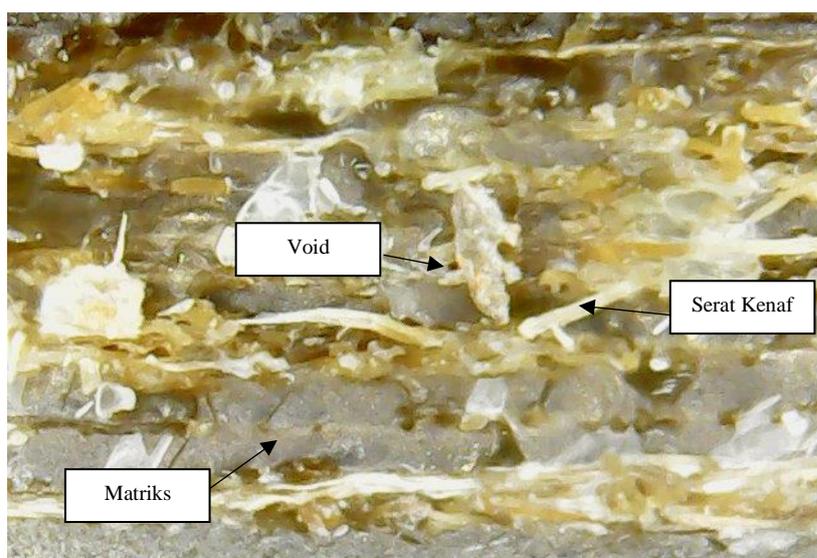
Gambar 4.3 Hasil pengujian daya serap air



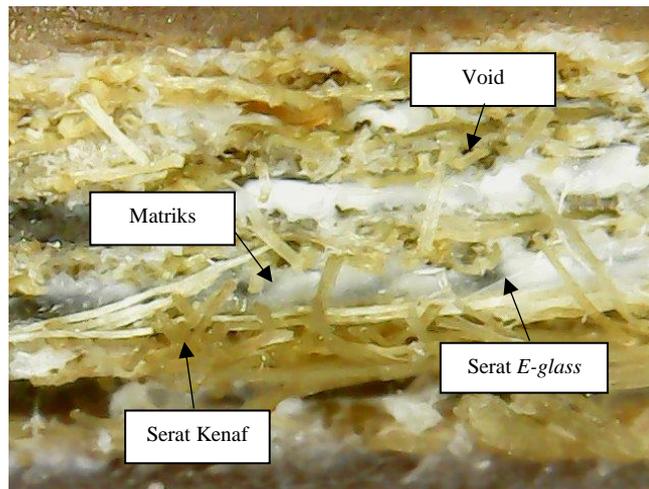
Gambar 4.4 Hasil pengujian *thickness swelling*.

Dilihat dari hasil pengujian daya serap air yang telah dilaksanakan, spesimen dengan variasi komposisi PVC, serat kenaf, dan serat *E-glass* 80/15/5 % (berat) mampu menyerap air lebih banyak daripada variasi lainnya dengan kenaikan pada jam ke 6 3,95 %, pada jam ke 12 7,16 %, pada jam ke 18 9,63 % dan pada jam ke 24 12,59 %. Pengujian *thickness swelling* memberikan hasil yang cenderung sama dengan pengujian daya serap air, dimana komposit PVC, serat kenaf, dan *E-glass* dengan komposisi 80/15/5 % (berat), mampu menyerap air lebih banyak dibandingkan variasi lainnya sehingga mengalami perubahan tebal sebesar 4,55 % pada jam ke 6, 6,03 % pada jam ke 12, 7,61 % pada jam ke 18 dan 10,97 % pada jam ke 24. hal ini dikarenakan komposisi serat kenaf lebih mendominasi dibandingkan serat *E-glass*. Serat alam termasuk serat kenaf, memiliki sifat *hydrophilic* yang dimana serat mampu menyerap dan menyimpan air sehingga komposisi serat kenaf yang lebih mendominasi akan membuat komposit menjadi mampu menyerap air lebih banyak. Adanya *void* dan porositas juga akan menyebabkan rongga tersebut terisi dengan air sehingga menaikkan berat komposit. Sedangkan, spesimen dengan komposisi PVC /kenaf/*E-glass* 80/5/15 memiliki kenaikan berat dan tebal paling sedikit sehingga mampu menahan air lebih baik daripada variasi lainnya.

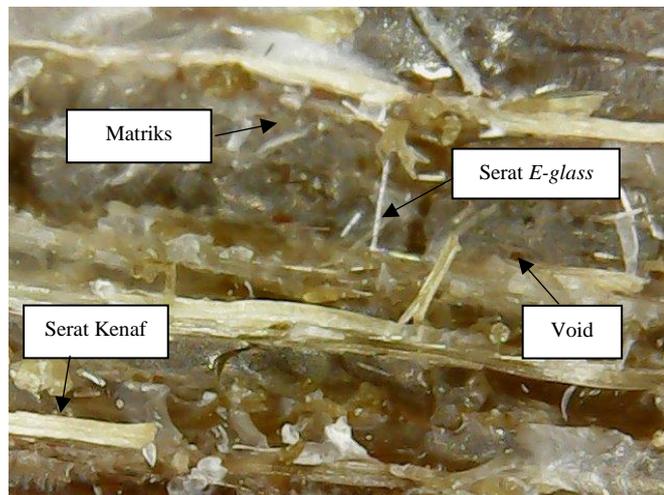
4.3 Hasil Uji Optik



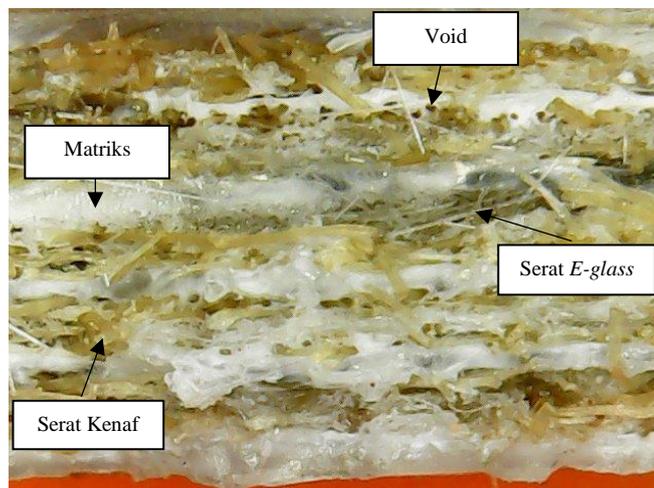
Gambar 4.5 Hasil foto uji optik komposit PVC/kenaf/*E-glass* variasi 80/20/0



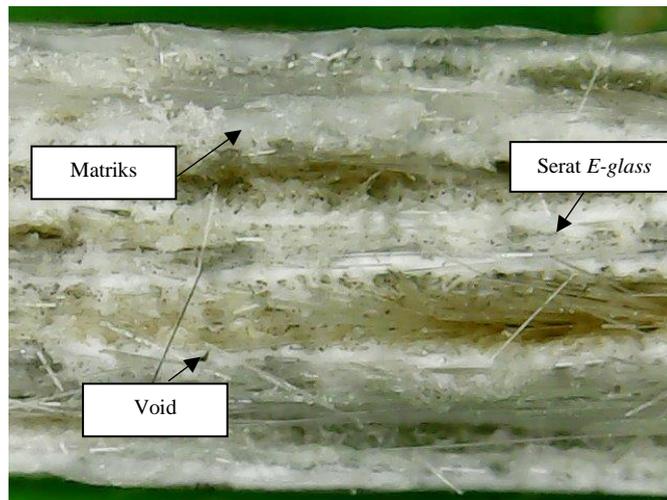
Gambar 4.6 Hasil foto uji optik komposit PVC/kenaf/*E-glass* variasi 80/15/5



Gambar 4.7 Hasil foto uji optik komposit PVC/kenaf/*E-glass* variasi 80/10/10



Gambar 4.8 Hasil foto uji optik komposit PVC/kenaf/*E-glass* variasi 80/5/15

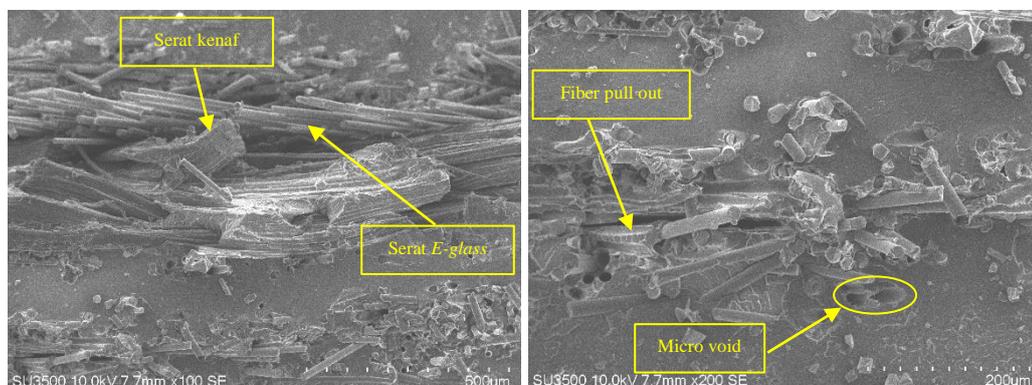


Gambar 4.9 Hasil foto uji optik komposit PVC/kenaf/*E-glass* variasi 80/0/20

Berdasarkan hasil foto uji optik semua variasi komposit diatas, kerapatan antara layer relatif rendah, dikarenakan pada saat fabrikasi komposit polimer masih belum matang sepenuhnya sehingga ikatan matriks dengan filler antar layer belum homogen tetapi ikatan antara permukaan serat sebagai *filler*/pengisi dengan matriks dapat saling mengikat, sehingga debonding pada komposit tidak terlihat dan mungkin tidak ada. Tetapi adanya void pada semua variasi komposit menunjukkan bahwa proses fabrikasi masih perlu diperbaiki. 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.

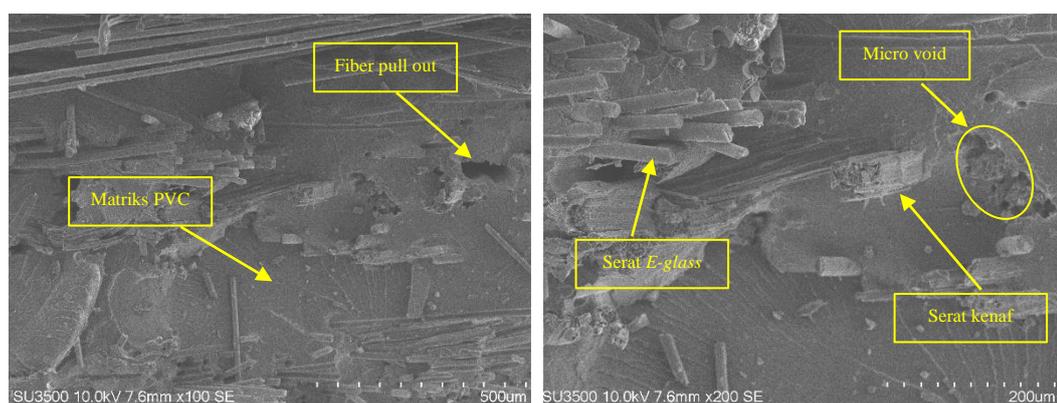
4.4 Hasil Karakterisasi SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

Untuk mengetahui morfologi dan struktur patahan dari hasil uji bending maka dilakukan karakterisasi pada hasil patahan bending menggunakan SEM.



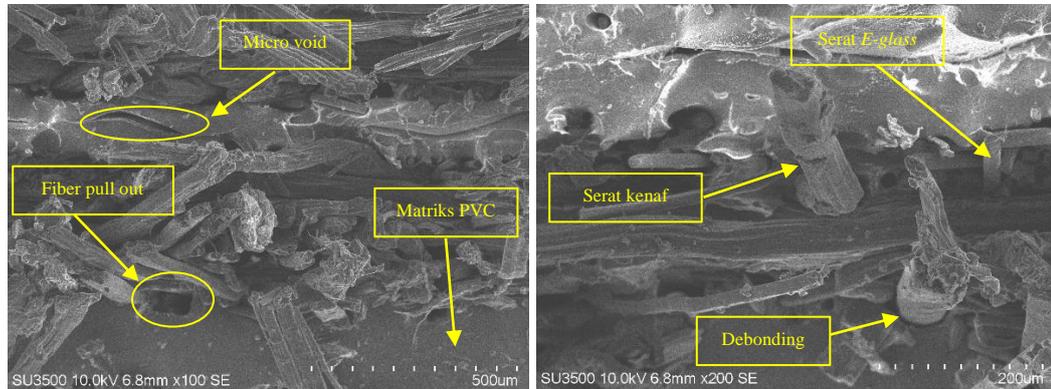
Gambar 4.10 Struktur patahan komposit PVC/kenaf/*E-glass* variasi 80/5/15

Pada gambar 4.10 memperlihatkan bahwa pada komposit dengan variasi PVC/kenaf/*E-glass* 80/5/15 menunjukkan persebaran serat *E-glass* masih mengumpul pada titik tertentu, tetapi pada titik lain serat *E-glass* juga tersusun dengan homogen dan mampu terikat baik dengan matriks, hal itu dapat dilihat dengan tidak adanya debonding pada serat *E-glass*. Meskipun debonding tidak terlihat, namun ada beberapa *fiber pull out* pada serat *E-glass* yang dapat mempengaruhi penurunan kekuatan mekanis pada variasi tersebut. Terdapat micro void pada beberapa bagian diakibatkan oleh adanya udara yang masuk saat proses fabrikasi berlangsung sehingga terjebak dan menimbulkan rongga – rongga.



Gambar 4.11 Struktur patahan komposit PVC/kenaf/*E-glass* variasi 80/10/10

Hasil karakterisasi variasi komposit PVC/kenaf/*E-glass* 80/10/10 yang ditunjukkan oleh gambar 4.11 memperlihatkan kualitas ikatan serat *E-glass* dan serat kenaf yang mampu terikat dengan baik karena tidak terlihat adanya debonding ataupun *fiber pull out* sehingga mampu menaikkan kekuatan mekanis komposit tersebut. Tidak adanya debonding disebabkan karena telah diberikan perlakuan alkalisasi terhadap serat kenaf dan perlakuan pemanasan terhadap serat *E-glass*. 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 4.12 Struktur patahan komposit PVC/kenaf/*E-glass* variasi 80/15/5

Gambar 4.12 merupakan hasil karakterisasi dari komposit PVC/kenaf/*E-glass* variasi 80/15/5 yang menunjukkan persebaran serat kenaf dan serat *E-glass* yang homogen. Adanya *debonding* dan *fiber pull out* yang terlihat pada komposit PVC/kenaf/*E-glass* variasi 80/15/5 menyebabkan ikatan serat dengan matriks menjadi lebih mudah terlepas sehingga kekuatan mekanis mengalami penurunan. Apabila dilihat dari hasil pengujian bending, adanya *debonding* dan *fiber pull out* merupakan salah satu penyebab hasil yang kurang baik selain karena komposisi serat *E-glass* yang tidak dominan. *Micro void* yang terlihat disebabkan oleh masuknya udara saat proses fabrikasi dan udara tersebut terjebak di dalam komposit sehingga membentuk rongga – rongga yang menyebabkan menurunnya kekuatan mekanis dan menjadi penyebab air masuk ke dalam komposit selain melalui sifat *hydrophilic* serat kenaf.