

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

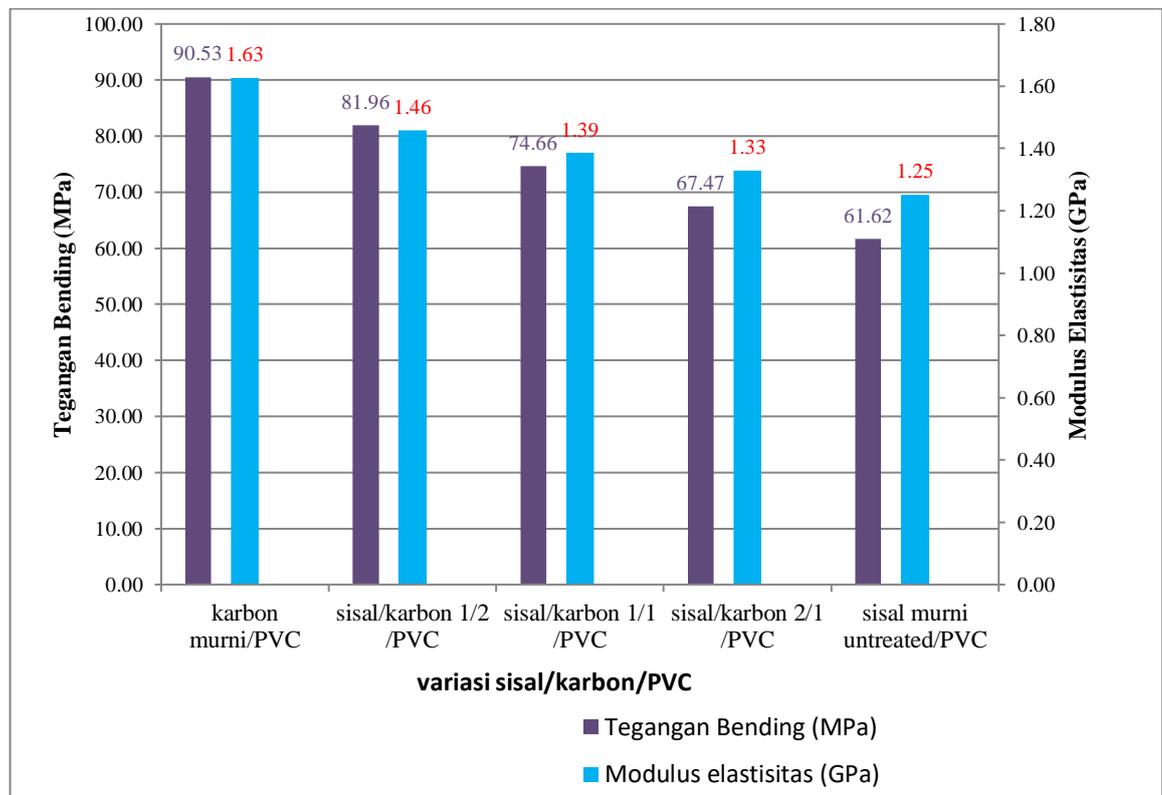
1.1. Pengujian Bending

Berdasarkan tujuan dalam penelitian ini, maka dilakukan pengujian menggunakan mesin uji bending *universal testing machine* (UTM) dibuat oleh JTM Technology co. Ltd di Laboratorium material teknik mesin Universitas Sebelas Maret. Dari hasil pengujian didapatkan data pembebanan tegangan bending dan modulus elastisitas. Adapun hasil penelitian uji bending komposit karbon/sisal/PVC adalah sebagai berikut dilihat pada Tabel 4.1 dan Gambar 4.1 :

Tabel 4. 1 Hasil uji bending komposit hibrida PVC/sisal/karbon

Sisal Untreatment Murni	Sisal: Karbon 2:1	Sisal : Karbon 1:1	Sisal : Karbon 1:2	Karbon Murni
59,11	15,07	71,36	79,94	93,1
56,27	65,25	72,76	84,47	90,93
64,01	68,95	74,6	80,85	87,64
62,67	71,4	77,64	83,03	
66,05	66,14	76,94	81,57	
Rata-Rata				
61,62	67,47	74,66	81,97	90,56

Dari tabel diatas, didapat hasil rata-rata pengujian bending paling tinggi adalah spesimen dengan komposisi karbon murni. dengan hasil uji bending rata-rata yaitu 90,56 MPa. Sedangkan hasil komposit sisal murni tanpa perlakuan mempunyai hasil paling rendah.



Gambar 4. 1 Grafik tegangan dan modulus elastisitas komposit hibrida PVC/sisal/karbon

Berdasarkan Gambar 4.1. Tegangan *bending* tertinggi terjadi pada komposit sisal/karbon 1/2 dengan hasil 81,97, sedangkan tegangan *bending* terendah terjadi pada komposit sisal/karbon 2/1 dengan hasil 67,47. Pada komposit serat sisal tanpa perlakuan alkali tegangan bendingsnya sebesar 61,62 MPa, sedangkan pada perlakuan alkali serat karbon mempunyai hasil sebesar 90,56 MPa. Gaya yang diterima oleh komposit akan ditahan oleh matrik kemudian didistribusikan ke serat penguat. Semakin banyak penambahan serat karbon, menyebabkan penambahan besar tegangan bending yang didapatkan. Dapat disimpulkan sisal/karbon ½, bahwa penambahan serat karbon lebih banyak berpengaruh terhadap bertambahnya tegangan bending. Dengan bertambahnya jumlah serat karbon maka matriks akan mendapat dukungan kekuatan yang lebih sehingga spesimen tidak mudah retak atau patah saat menerima tekanan atau beban yang lebih besar.

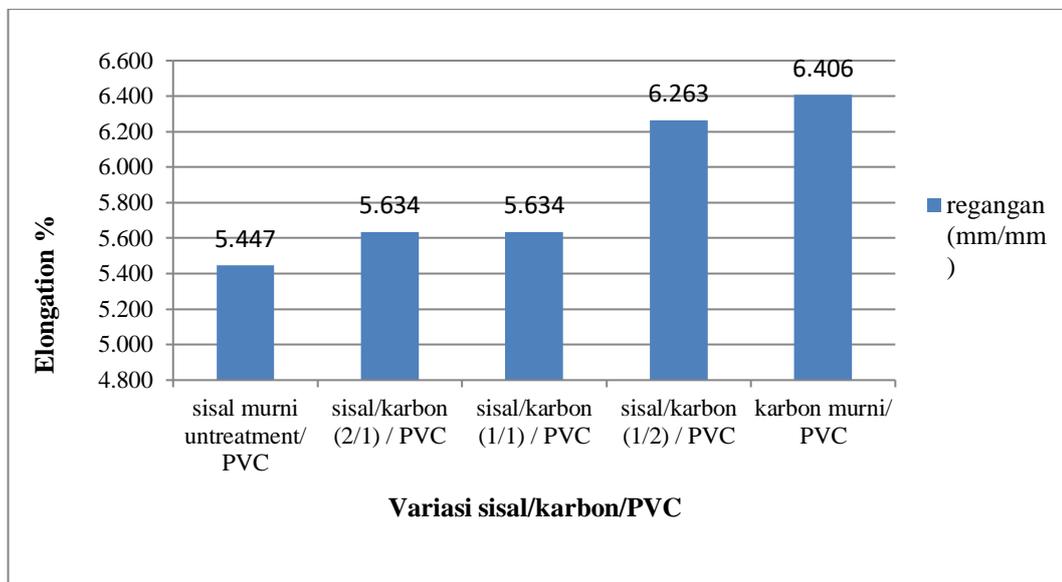
Tabel 4. 2Tabel Modulus elastisitas uji bending

No spesimen	sisal murni untreated	sisal/karbon 2/1	sisal/karbon 1/1	sisal/karbon 1/2	karbon murni
1	1181,10	1574,80	1307,09	1385,83	1732,28
2	1259,84	1574,80	1259,84	1417,32	1574,80
3	1259,84	787,40	1527,56	1574,80	1574,80
4	1181,10	1574,80	1259,84	1574,80	
5	1377,95	1133,86	1574,80	1338,58	
rata-rata (MPa)	1251,97	1329,13	1385,83	1458,27	1627,30
Rata-rata (GPa)	1,25	1,33	1,39	1,46	1,63

Dari Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 Modulus elastisitas ialah nilai ketahanan bahan untuk mengalami deformasi elastis ketika suatu gaya diterapkan pada benda tersebut. Menunjukkan jika modulus elastisitas kekuatan bending komposit hibrida PVC/sisal/karbon mengalami kenaikan. Hal ini berarti menunjukkan penambahan volume serat karbon mengakibatkan kenaikan kekuatan komposit. Sedangkan pada komposit PVC/sisal non treatment mendapatkan hasil yang paling kecil dan komposit PVC/karbon mempunyai hasil tegangan bending tertinggi, komposit hibrida PVC/sisal/karbon yang berarti pencampuran kedua serat tersebut dapat meningkatkan sifat mekanis suatu komposit. Hal ini dapat dilihat pada tabel 4.2 dan grafik 4.2. Semakin tinggi angka modulus elastisitas suatu material maka semakin kaku pula material tersebut. Dari data yang diperoleh, hasil paling tinggi yang didapat pada komposit karbon dengan nilai rata-rata kekuatan tegangan bending 90,56 MPa dan modulus elastisitas pada 1,63 GPa. Meningkatnya modulus elastisitas dipengaruhi oleh jumlah serat penguat, dimana semakin banyak serat penguat maka matriks akan menerima dukungan kekuatan yang lebih sehingga lebih mampu menahan beban yang lebih besar.

Tabel 4. 3 Tabel Regangan Uji Bending

No	sisal murni untreatment	sisal/karbon 2/1	sisal/karbon 1/1	sisal/karbon 1/2	karbon murni
1	5,531	5,531	6,188	6,563	5,531
2	5,063	5,391	6,563	6,563	6,656
3	5,391	5,063	3,750	5,531	7,031
4	6,328	5,156	7,688	6,094	
5	4,922	7,031	3,984	6,563	
rata-rata	5,447	5,634	5,634	6,263	6,406



Gambar 4. 2 Grafik hasil regangan uji bending

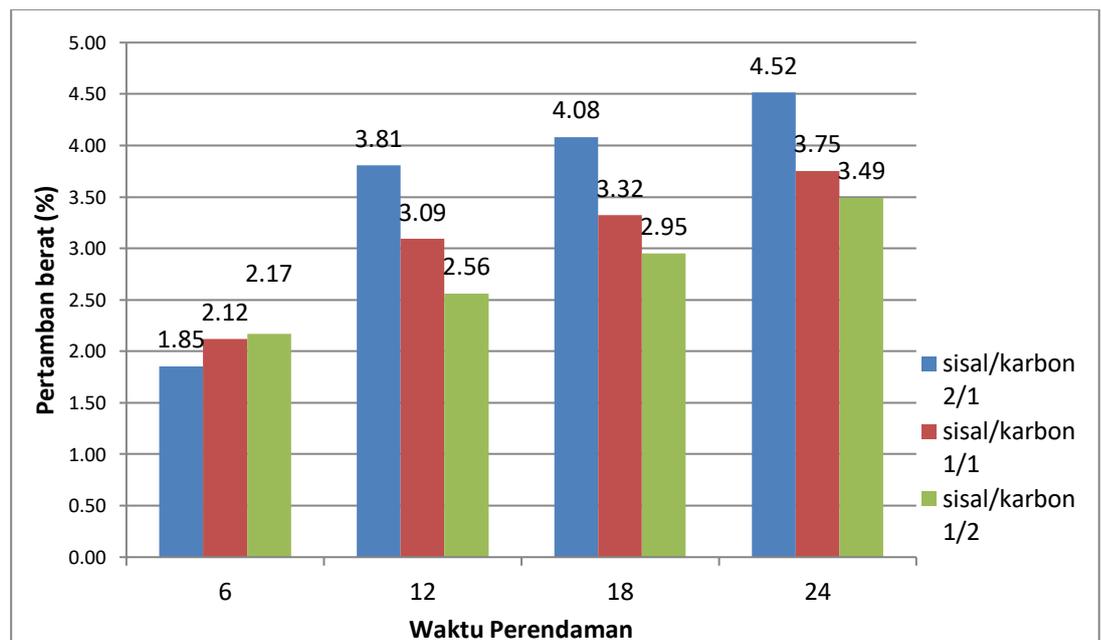
Dari grafik regangan diatas dapat diketahui bahwa komposit karbon murni memiliki regangan yang paling tinggi dengan nilai 6,406%. Hal ini berarti bahwa semakin banyak penambahan serat karbon juga berpengaruh pada pertambahan regangan. Setelah diuji SEM dapat diketahui bahwa kenaikan regangan tersebut karena persebaran serat yang lebih merata dari pada komposit sisal/karbon 1/2 dan sisal/karbon 2/1. Hal ini berarti komposit karbon murni memiliki kekakuan yang lebih tinggi karena serat karbon memiliki sifat mekanis yang lebih tinggi dari pada serat sisal tanpa perlakuan.

1.2. Pengujian Daya Serap air

Uji daya serap air dilakukan dengan standar ASTM D570. Hasil berupa presentase daya serap air penambahan berat spesimen pada (Gambar 4.3) dan pertambahan tebal spesimen (*thicknes swelling*) bisa dilihat pada (Gambar 4.4)

Tabel 4. 4 Tabel penambahan berat daya serap air

Jam	sisal/karbon 2/1	sisal/karbon 1/1	sisal/karbon 1/2
6	1,85	2,12	2,17
12	3,81	3,09	2,56
18	4,08	3,32	2,95
24	4,52	3,75	3,49



Gambar 4. 3 Grafik penambahan berat daya serap air

Dari grafik data diatas menunjukkan presentase daya serap air komposit serat sisal/karbon 2/1 paling tinggi yaitu 4,52 % dibanding dengan sisal/karbon 1/2 dan juga sisal/karbon 1/1 yaitu sebesar 3,75 %,3,49%. Hal ini terjadi karena serat sisal memiliki sifat hidrofilik menyerap air lebih banyak, dapat dilihat bahwa persentase (%) *Water-Absorption* meningkat seiring bertambahnya waktu

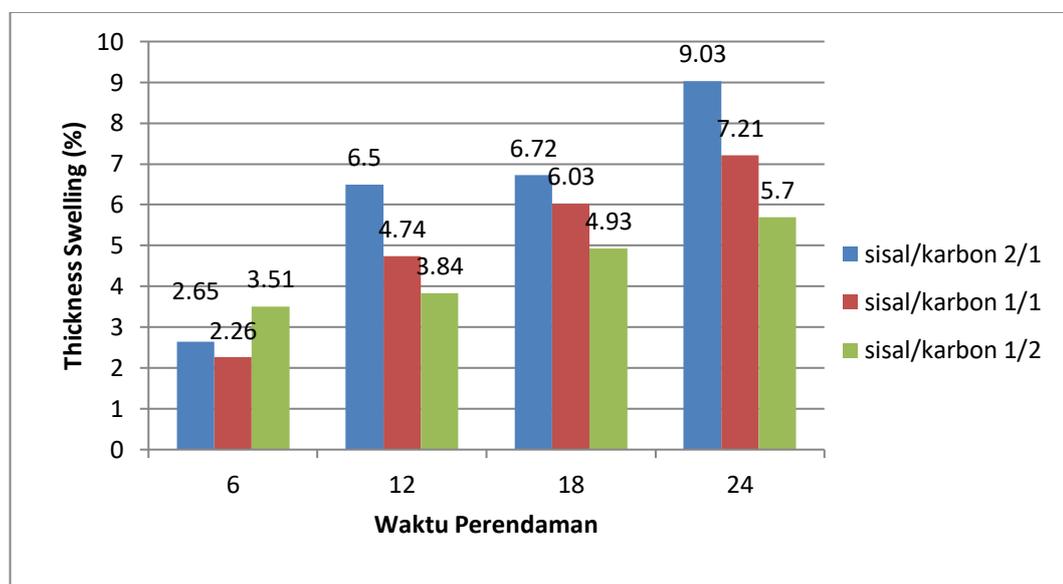
perendaman. Dapat diamati juga bahwa perendaman selama 24 jam merupakan titik penyerapan air tertinggi dan untuk waktu selanjutnya penyerapan air masih mengalami peningkatan meski dalam persentase yang kecil. Serat alam memiliki sifat yang mampu menyerap air mencapai titik jenuh dalam waktu tertentu. Kapilarisasi terjadi secara hampir linier dan terjadi secara lambat sehingga mencapai keadaan jenuh dalam waktu yang lama (Dhakal et.al, 2006). Karena adanya celah diantara ikatan matrik dengan serat yang membuat aliran air dapat masuk secara kapilarisasi. Sedangkan pada komposit sisal/karbon 1/2 tidak begitu terjadi peningkatan yang berarti, karena karbon tersebut tidak banyak menyerap air, peningkatan berat PVC terjadi karena air menyusup pada bagian celah-celah PVC yang terjadi akibat proses pemotongan specimen. Fraksi Volume sangat berpengaruh terhadap persentase *Water-Absorption* komposit. Pada gambar 4.3 dapat dilihat bahwa semakin besar persentase fraksi volume, persentase *Water-Absorption* semakin naik. Terlihat dalam gambar 4.3 komposit serat sisal/karbon 2/1 memiliki persentase yang rendah jika dibandingkan dengan fraksi sisal/karbon 1/2 maupun fraksi volume sisal/karbon 1/1 .

1.3. Pengujian Thickness Swelling

Pengujian *thickness swelling* dilakukan untuk mendapatkan data mengenai pertambahan tebal yang diterima oleh komposit dalam perendaman dengan air. Hasil yang didapat dari pengujian ini berdasar standar ASTM D570 adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 5 Pertambahan tebal spesimen

pertambahan tebal		
Sisal/karbon 2/1	Sisal/karbon 1/1	Sisal/karbon 1/2
2,65	2,26	3,51
6,5	4,74	3,84
6,72	6,03	4,93
9,03	7,21	5,7



Gambar 4. 4 Hasil pengujian thickness swelling

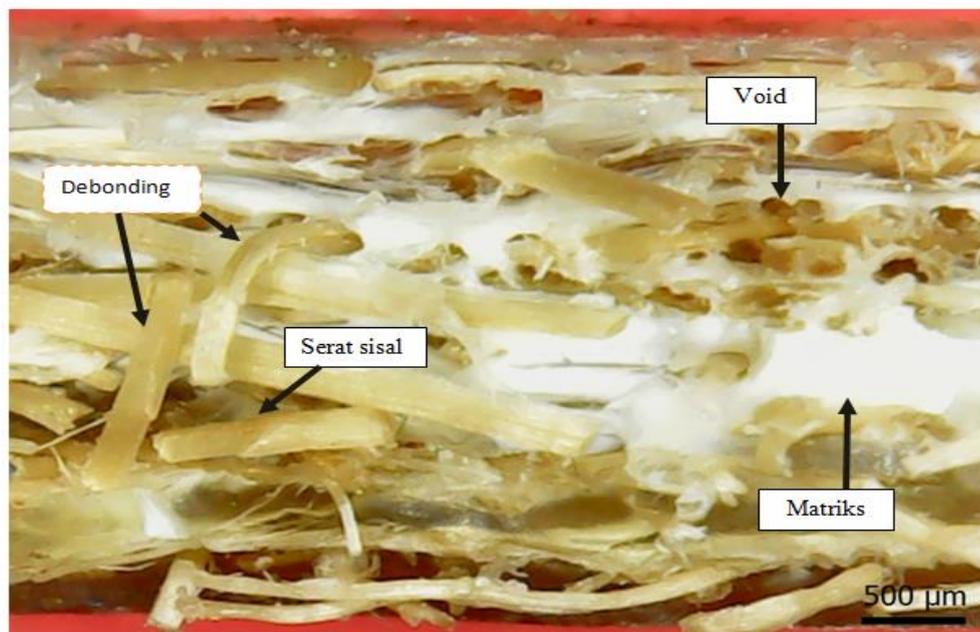
Dari ketiga grafik hubungan *thickness swelling* diatas menunjukkan hubungan antara lama perendaman dengan ketebalan spesimen. Semakin lama perendaman yang dilakukan sebanding dengan meningkatnya ketebalan spesimen. Pertambahan tebal paling besar terjadi pada perendaman 24 jam pertama. Pertambahan tebal 18 jam pertama paling besar terjadi pada variasi sisal/karbon 2/1 yaitu 6,72 % ke 9,03 %. Kemudian pertambahan tebal naik secara konstan pada perendaman 12 – 18 jam. Karena pada komposit sisal/karbon 1/2 tidak terlalu bagus dalam penyerapan. Sedangkan pada fraksi volume sisal/karbon 2/1 jumlah serat sisal pada komposit tersebut lebih banyak, maka terjadi penyerapan air secara kapilarisasi yang cukup banyak diantara serat dengan celah komposit

tersebut. Sehingga berat komposit menjadi bertambah dan lebih berat dari pada fraksi volume yang lainnya.

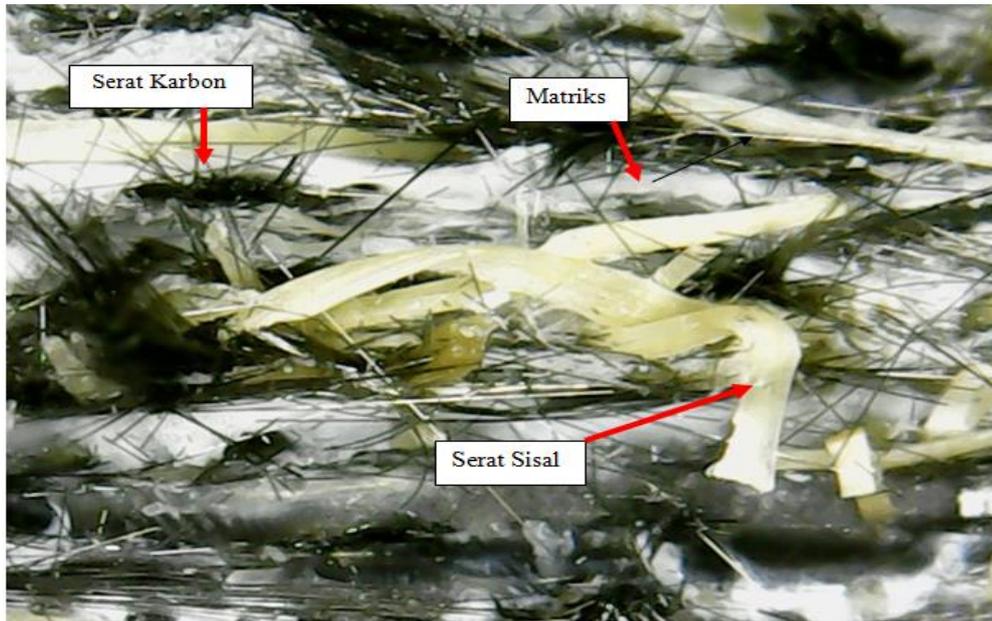
1.4. Karakterisasi uji optik makro dan SEM

1.4.1. Hasil uji makro

Hasil dari pengujian foto makro dapat dilihat pada Gambar 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, dan 4.8 dibawah ini.



Gambar 4. 5 Hasil foto mikro spesimen sisal murni



Gambar 4. 6 Hasil foto mikro spesimen komposit serat karbon/serat sisal/PVC dengan perbandingan serat sisal 1:2 serat karbon



Gambar 4. 7 Foto mikro spesimen komposit serat karbon/serat sisal/PVC dengan perbandingan serat sisal 1:1 serat karbon

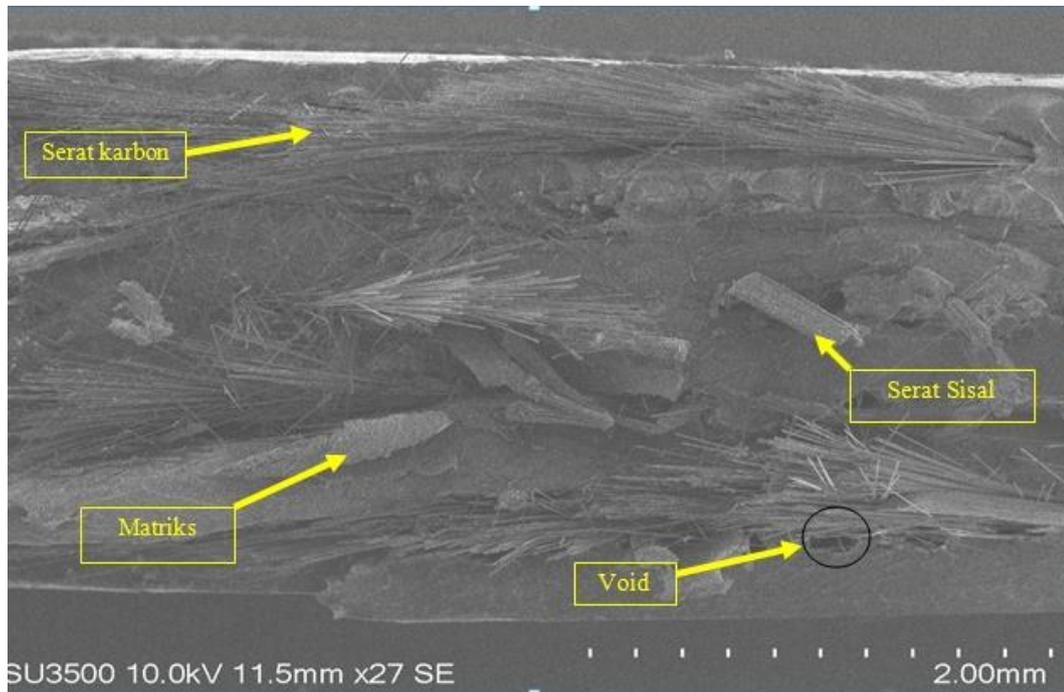


Gambar 4. 8 Hasil foto mikro spesimen komposit serat karbon/serat sisal/PVC dengan perbandingan serat sisal 2:1 serat karbon

Berdasarkan hasil foto makro diatas (gambar 4.5 – gambar 4.8) persebaran serat tidak merata. Banyak serat karbon yang menggumpal dan terletak disuatu tempat. Hal ini dikarenakan proses pencampuran serat karbon dan serat sisal yang masih manual, serta adanya debonding dan void membuat *filler* dan matriks tidak bisa terikat dengan baik, massa jenis serat karbon yang lebih ringan juga mengakibatkan jumlah serat karbon lebih banyak daripada serat sisal. Karena pada penggunaan metode *hand lay up* menyebabkan penyebaran *filler* kurang merata.

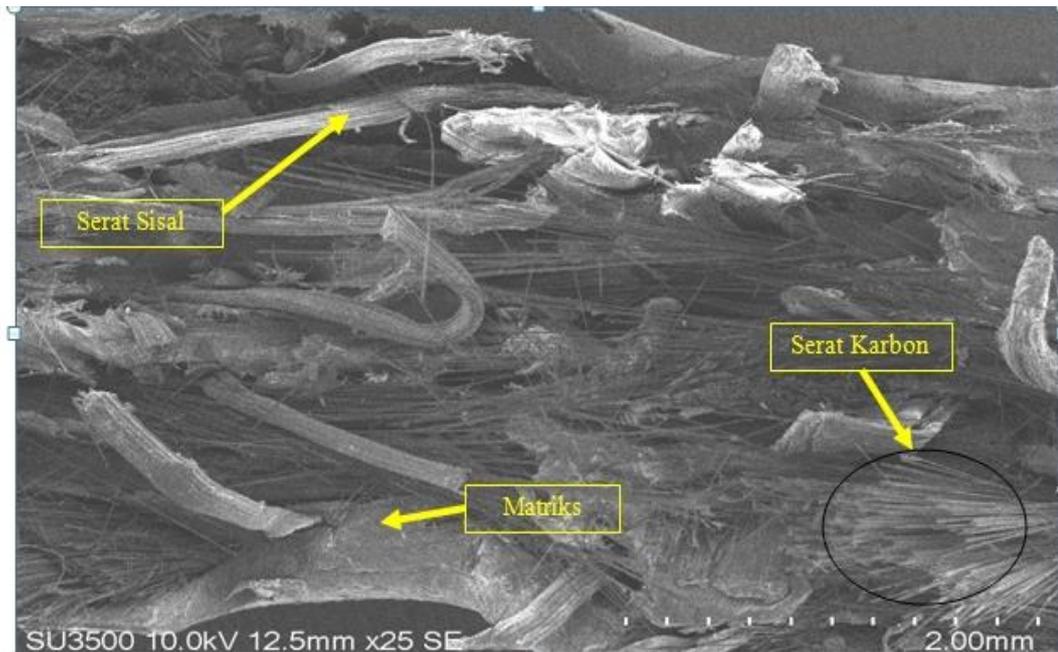
1.4.2. Struktur patahan spesimen uji bending

Hasil patahan dari uji bending kemudian dikarakterisasi menggunakan foto SEM. Hasil dari foto SEM adalah sebagai berikut :

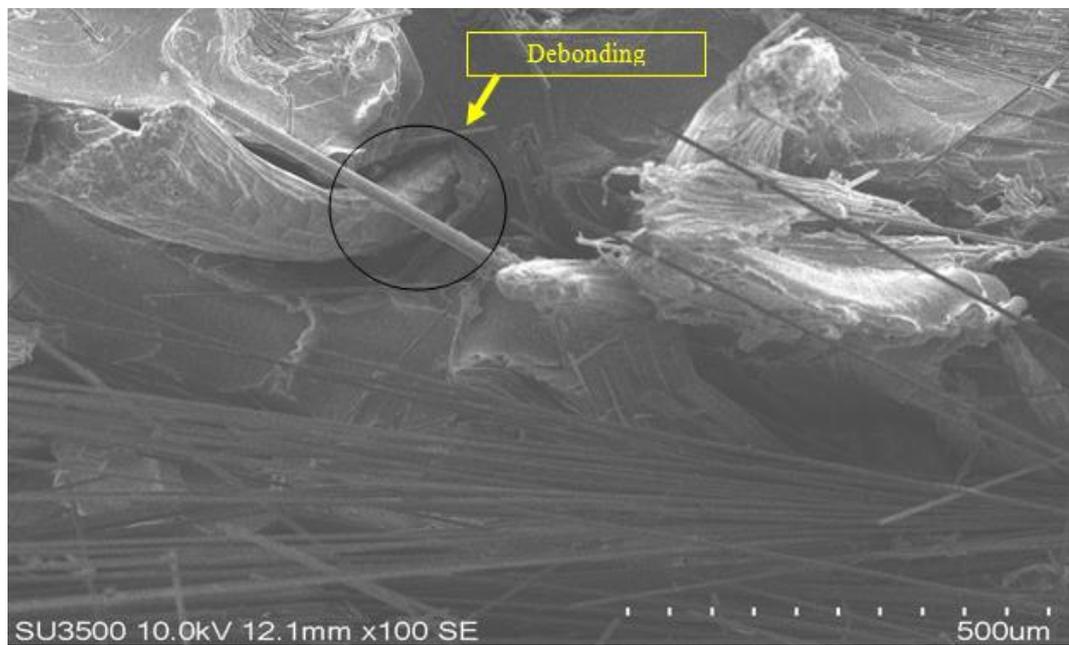


Gambar 4. 9 Hasil karakterisasi uji SEM 1:2 Sisal/karbon

Pada (Gambar 4.9) memperlihatkan bahwa pada komposit dengan variasi PVC/sisal/karbon 80/5/15 menunjukkan persebaran serat karbon masih banyak mengumpul, menunjukkan bahwa distribusi antara serat sisal dan karbon tidak merata pada matriks (tidak homogen) karena sifat serat karbon yang susah dipisahkan satu sama lain karena ukurannya yang sangat kecil, juga disebabkan karena proses pencampuran serat sisal/karbon tidak tercampur secara sempurna. Foto SEM menunjukkan serat karbon sisal masih berkelompok, sehingga kekuatan setiap daerah komposit berbeda-beda dan kekuatan komposit menjadi kuat. Ikatan antara serat karbon dengan matriks dan distribusi serat karbon sangat mempengaruhi kekuatan mekanik komposit hibrida. Semakin banyak serat karbon dalam matriks dan distribusi serat yang merata maka akan semakin tinggi pula kekuatan mekanik komposit.



(A)

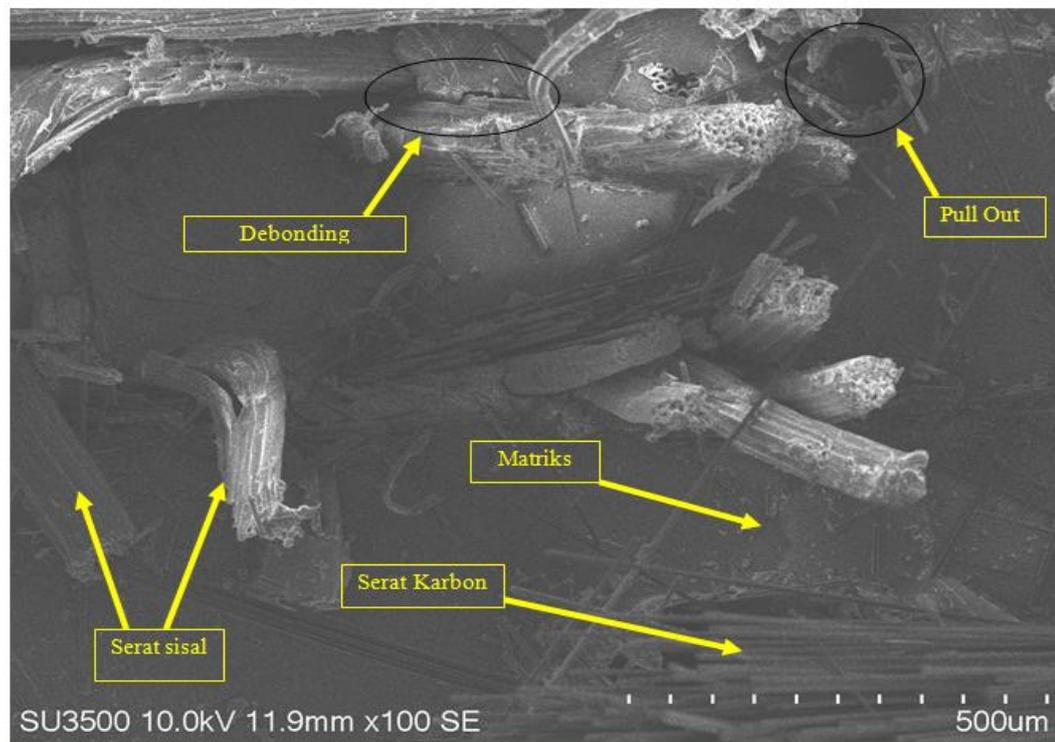


(B)

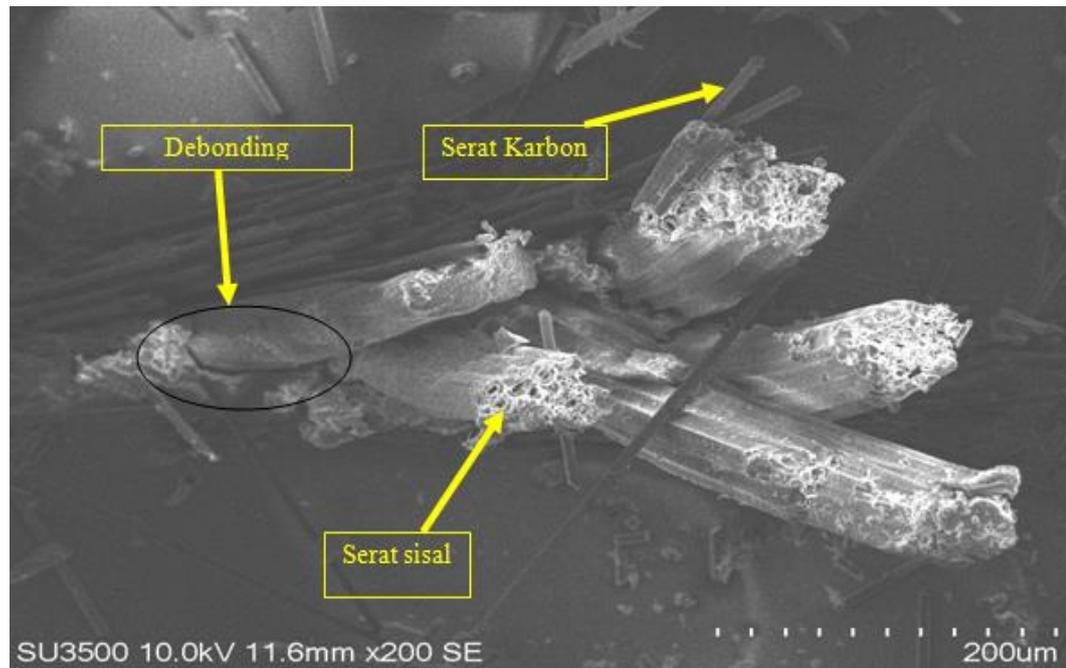
Gambar 4. 10 (A) Struktur patahan hasil uji SEM sisal/karbon 1:1 dengan perbesaran 25x (B) struktur patahan hasil uji SEM sisal/karbon 1:1 dengan perbesaran 100x

Pada (Gambar 4.10) Struktur patahan komposit dengan perbandingan sisal 1:1 karbondiatas dapat dilihat serat karbon yang masih menggumpal. Namun

distribusi serat karbon merata pada setiap lapisan komposit. Volume serat karbon juga yang lebih banyak dari serat sisal membuat kekuatan bending komposit meningkat. Dapat dilihat juga serat karbon yang mengikat dengan matriks membuat kekuatan bending komposit juga meningkat. Serat sisal yang merupakan pengisi komposit ditemukannya mengalami *debonding*. Tidak ditemukannya *fiber pull out* juga membuat kekuatan bending meningkat karena ikatan yang bagus antara serat sisal dengan matriks adanya *debonding* juga membuat air mudah masuk kedalam spesimen



(A)



(B)

Gambar 4. 11(A) Struktur patahan hasil uji SEM sisal/karbon 2:1 dengan perbesaran 100x (B) struktur patahan hasil uji SEM sisal/karbon 2:1 dengan perbesaran 200x

Dari (Gambar 4.11) struktur patahan komposit dengan perbandingan sisal 2:1 karbon dapat dilihat serat sisal yang menggumpal menjadi satu. Berbeda dengan serat karbon, serat sisal yang memiliki sifat hidrofilik sehingga kurang bisa menyatu dengan matriks yang mempunyai sifat hidrofobik. Sifat hidrofilik serat karbon dapat dibuktikan dengan adanya *debonding* yang ada pada hasil patahan komposit. *Debonding* (lepasnya ikatan serat dengan matriks) mengakibatkan beban yang diterima oleh matriks tidak bisa diteruskan ke serat sehingga menurunkan kekuatan bending komposit. *Debonding* dapat mengakibatkan *fiber pull out* dan menjadi penyebab air masuk ke dalam komposit selain melalui sifat *hydrophilic* serat sisal.