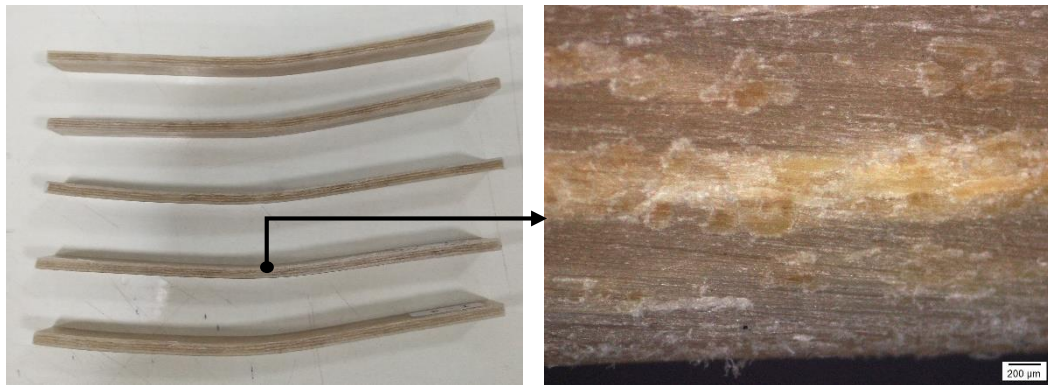


BAB IV

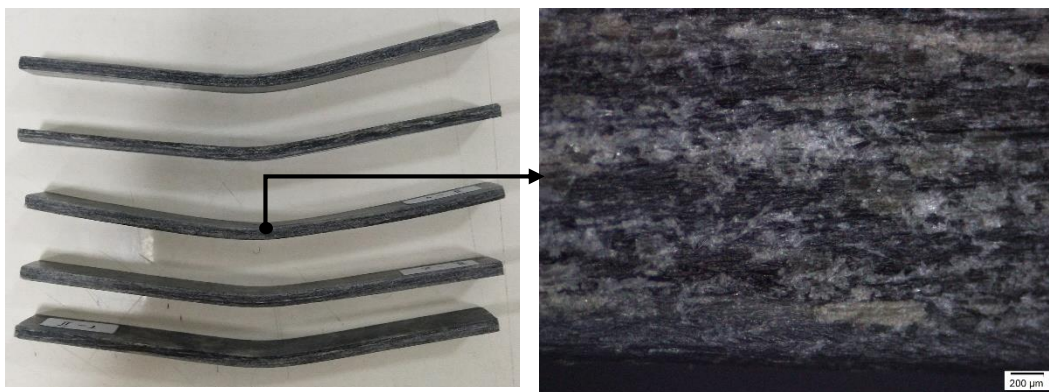
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian *Bending*

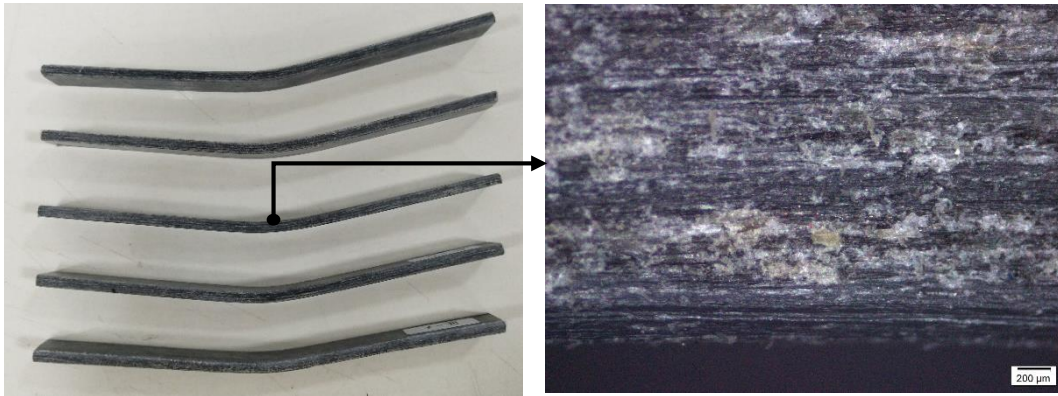
Berdasarkan tujuan penelitian, maka dilakukan pengujian *bending* menggunakan mesin *universal testing machine* (UTM) dibuat oleh Zwick Roell di Laboratorium testing material Politeknik ATMI Surakarta. Hasil dari pengujian didapatkan data pembebanan tegangan *bending* dan modulus elastisitas. Adapun hasil uji *bending* komposit sisal/karbon/HDPE adalah sebagai berikut :



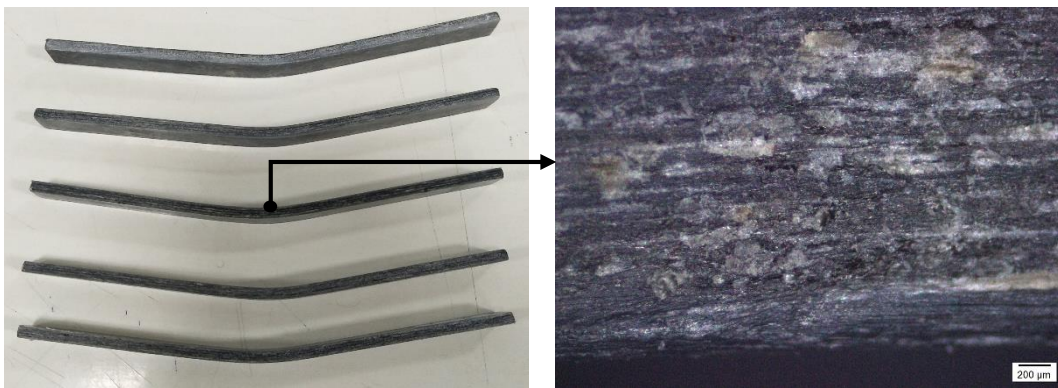
Gambar 4.1 hasil spesimen uji *bending* variasi full sisal



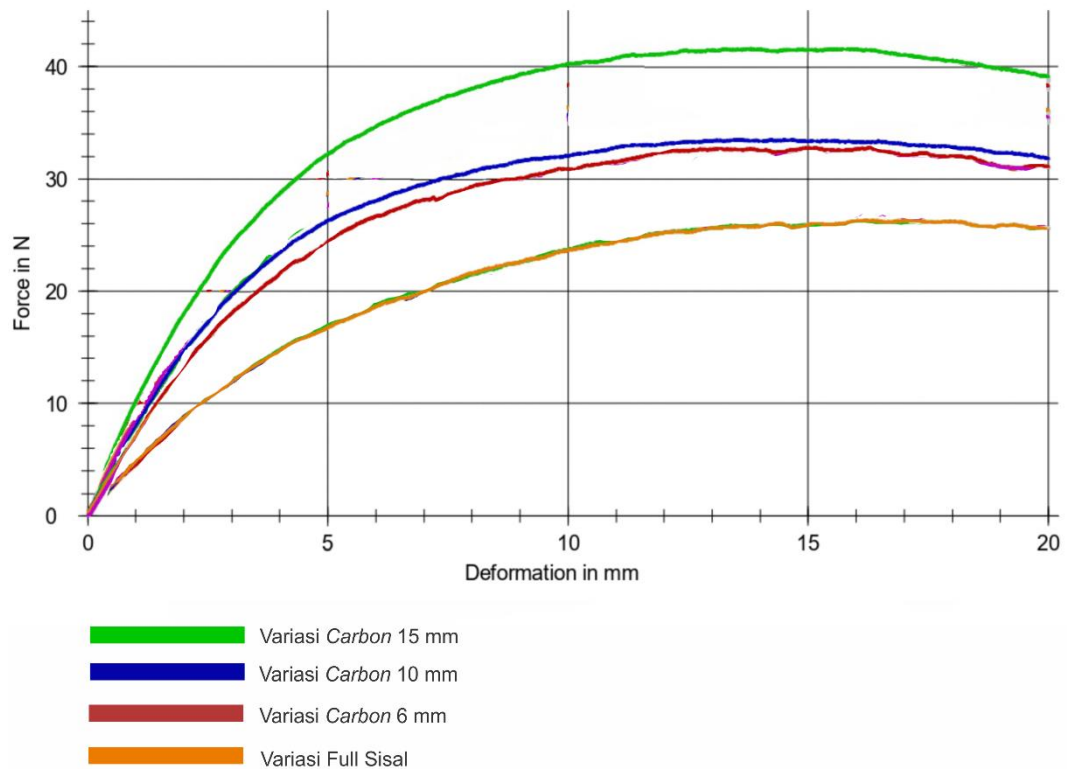
Gambar 4.2 hasil spesimen uji *bending* variasi carbon 6 mm



Gambar 4.3 hasil spesimen uji *bending* variasi *carbon* 10 mm



Gambar 4.4 hasil spesimen uji *bending* variasi *carbon* 15 mm



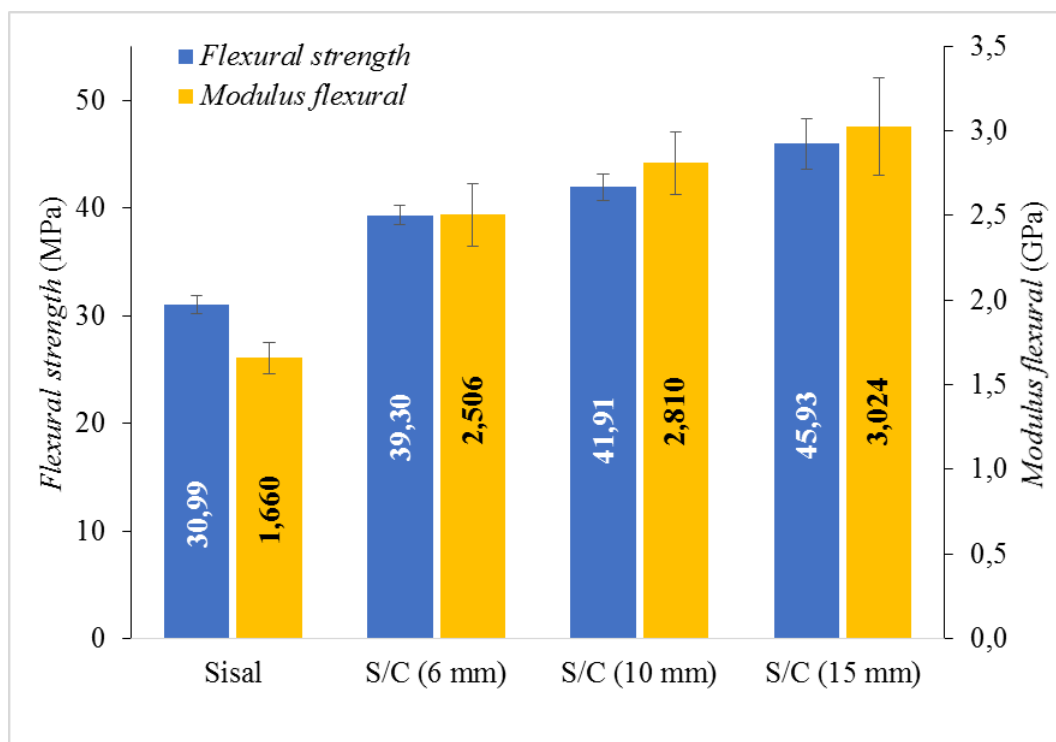
Gambar 4.5 Grafik *bending* variasi spesimen F-D

Tabel 4.1 Kuat *bending* (σ_f) komposit hibrida sisal/karbon/HDPE

No	Spesimen			
	Sisal Murni Treatmen (MPa)	Sisal/Carbon 6 mm (MPa)	Sisal/Carbon 10 mm (MPa)	Sisal/Carbon 15 mm (MPa)
1	30,5	40,1	41,1	46,9
2	30,9	40,2	44,0	48,2
3	30,0	38,4	41,2	47,6
4	32,1	38,4	41,6	44,2
5	31,5	39,5	41,7	42,7
Rata-Rata	30,99	39,30	41,91	45,93

Tabel 4.2 Modulus elastisitas (E_B) komposit sisal/karbon/HDPE

No	Spesimen			
	Sisal Murni Treatmen (GPa)	Sisal/Carbon 6 mm (GPa)	Sisal/Carbon 10 mm (GPa)	Sisal/Carbon 15 mm (GPa)
1	1,710	2,260	2,600	3,160
2	1,690	2,780	2,630	3,300
3	1,640	2,500	3,000	3,210
4	1,510	2,470	2,890	2,830
5	1,750	2,520	2,930	2,620
Rata-Rata	1,660	2,506	2,810	3,024

**Gambar 4.6** Grafik kekuatan dan modulus *bending*

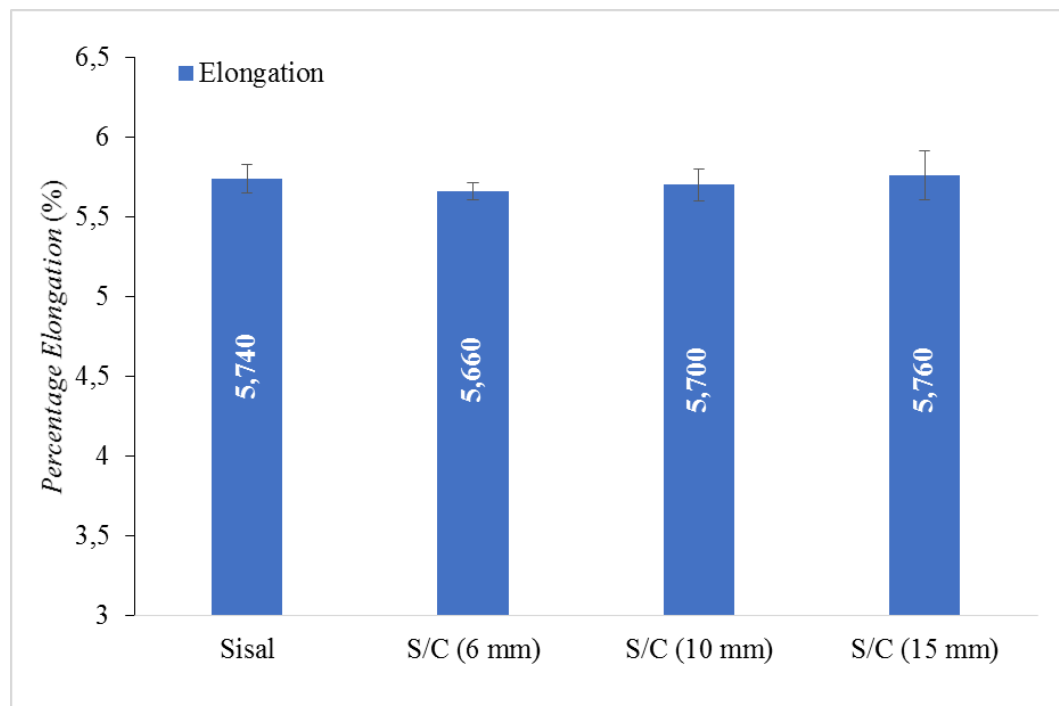
Ditunjukkan bahwa penambahan serat sisal dengan serat karbon meningkatkan kekuatan mekanis komposit (Noorunnisa, dkk 2010). kekuatan *bending* komposit cenderung meningkat seiring bertambahnya panjang serat karbon. Hal ini disebabkan karena panjang serat karbon 15 mm lebih mampu

mendistribusikan tegangan *bending* secara merata daripada variasi full sisal, variasi panjang karbon 6 mm dan variasi panjang karbon 10 mm. Pada variasi panjang karbon 6 mm kekuatan *bending* mengalami peningkatan sebesar 26,8 % dari variasi full sisal. Variasi panjang karbon 10 mm mengalami peningkatan sebesar 6,6% dari variasi panjang karbon 6 mm, serta variasi panjang karbon 15 mm mengalami peningkatan sebesar 9,6 % dari variasi panjang karbon 10 mm. kekuatan *bending* terendah sebesar 30,99 MPa pada variasi full sisal dan kekuatan *bending* tertinggi sebesar 45,93 MPa pada variasi panjang karbon 15 mm. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya (Sood dkk, 2015) variasi full sisal memiliki kekuatan bending jauh lebih baik dari sebelumnya 30,99 MPa : 17,86 MPa hal ini bisa disebabkan oleh matriks yang digunakan Sood merupakan 50% murni 50% daur ulang, fraksi volume yang digunakan berbeda, serta proses fabrikasi yang kurang baik.

Ditra, dkk (2018) melakukan penelitian pengaruh panjang serat fiberglass dengan matrik High Density Polyethylene, dengan variasi panjang serat 10 mm, 20 mm dan 50 mm. dari hasil penelitian yang diperoleh kekuatan *bending* tertinggi diperoleh data sebesar 44,52 MPa pada variasi panjang serat 50 mm, hal ini disebabkan oleh serat sintetis yang semakin panjang, maka tingkat ikatan interfaces meningkat. Sehingga waktu diberikan beban sangat lama mengalami patah/bengkok. Semakin panjang serat sintetis yang digunakan maka ikatan serat dengan matriks semakin bagus, hal ini menyebabkan nilai kekuatan *bending* meningkat dan model patahannya semakin ulet.

Tabel 4.3 Regangan *bending* (ϵ_f)

No	Spesimen			
	Sisal Murni Treatmen (%)	Sisal/Carbon 6 mm (%)	Sisal/Carbon 10 mm (%)	Sisal/Carbon 15 mm (%)
1	5,600	5,700	5,600	5,800
2	5,800	5,700	5,700	5,900
3	5,700	5,600	5,600	5,500
4	5,800	5,600	5,800	5,800
5	5,800	5,700	5,800	5,800
Rata-Rata	5,740	5,660	5,700	5,760

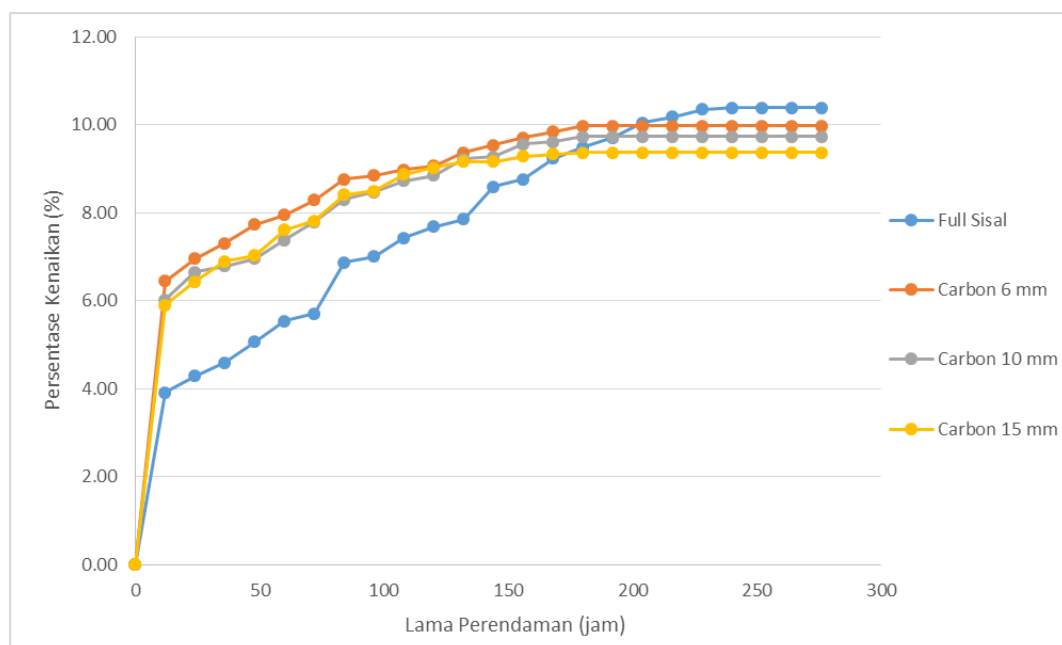
**Gambar 4.7** Grafik regangan *bending*

Ditunjukkan bahwa nilai regangan tertinggi terdapat pada komposit HDPE/sisal/ karbon variasi panjang serat karbon 15 mm namun perbedaan antara keempat variasi tidak jauh berbeda dikarenakan pengujian dihentikan setelah regangan dinilai maksimal sesuai standar ASTM D790 yaitu kurang lebih 5%.

Perbedaan cuma terpaut 0,8 %, 0,4 % dan 0,6%. variasi panjang karbon 15 mm memiliki nilai regangan tertinggi dikarenakan panjang dari karbon 15 mm lebih mampu mendistribusikan tegangan secara merata daripada variasi full sisal, panjang karbon 6 mm, dan panjang karbon 10 mm.

4.2 Pengujian *Water Absorption*

Pengujian *water absorption* dilakukan berdasarkan standar ASTM D570. Di dalam pengujian ini dilakukan selama hampir 2 minggu dengan pengukuran setiap 12 jam sampai penambahan daya serap air konstan.



Gambar 4.8 Grafik daya serap air komposit HDPE/sisal/karbon

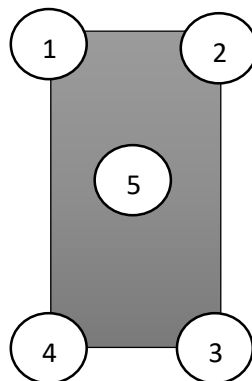
Berdasarkan grafik pengujian daya serap air diatas dapat dilihat kenaikan berat komposit dari 0 jam sampai kenaikannya konstan di rentang 240 jam sampai 276 jam. Komposit dengan variasi panjang karbon 15 mm mempunyai tingkat kenaikan berat yang paling rendah yaitu sebesar 9,37 % sedangkan variasi full sisal, variasi panjang karbon 6 mm, variasi panjang karbon 10 mm berturut-turut 10,40%, 9,97% dan 9,74%. Kenaikan tertinggi terjadi pada variasi full sisal dikarenakan serat alam mempunyai sifat penyerapan air yang tinggi dibandingkan variasi komposit hibrida serat alam dengan serat sintetis. Untuk variasi komposit

hibrida HDPE/sisal/karbon kenaikan tiap 12 jam antara ketiga variasi cenderung sama tidak seperti kenaikan variasi full sisal.

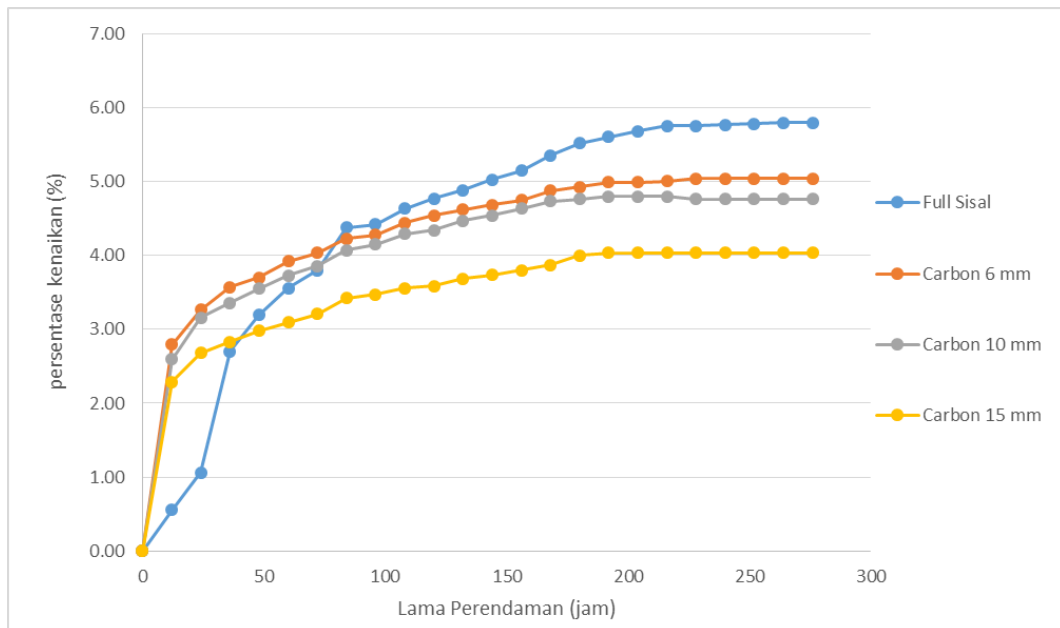
Kandungan selulosa pada serat alam yang cenderung tinggi dapat meningkatkan penyerapan kelembaban dalam serat karena ikatan hidrogen dari molekul air ke gugus hidroksil dalam dinding sel serat (Yong Sun dkk, 2008). Karena fraksi volume yang digunakan sama pada semua variasi komposit, dihasilkan nilai besar daya serap air pada setiap variasi tidak terlalu jauh, selisih nilai terbesar dan terkecil sebesar 1,03 %.

4.3 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 dengan rata-rata pengukuran 5 titik secara berurutan.



Gambar 4.9 Pengukuran 5titik spesimen

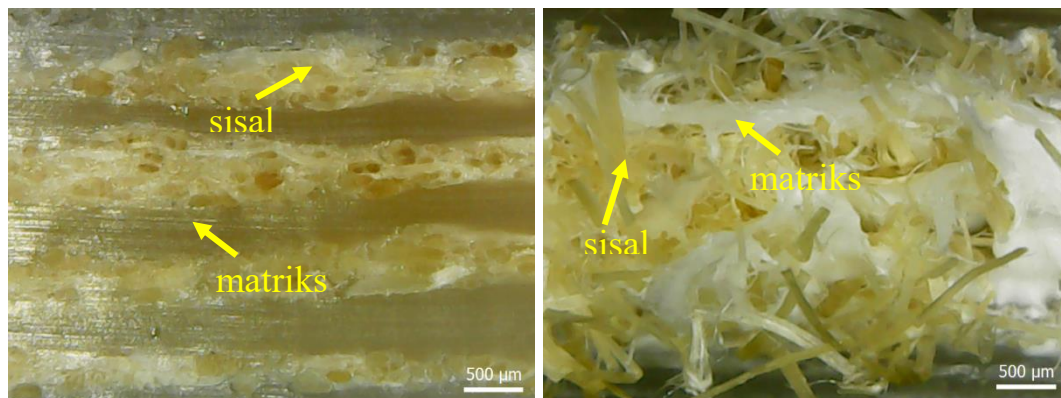


Gambar 4.10 Grafik *thickness swelling* komposit HDPE/sisal/karbon

Dari grafik menunjukkan hubungan *thickness swelling* diatas menunjukkan hubungan antara lama perendaman dengan ketebalan spesimen. Semakin lama perendaman yang dilakukan sebanding dengan meningkatnya ketebalan spesimen. Variasi panjang karbon 15 mm mempunyai pertambahan tebal yang paling sedikit yaitu sebesar 4%. Sedangkan pertambahan yang paling besar pada variasi full sisal yaitu 5,8%, sementara variasi panjang 6mm dan 10mm terletak ditengah-tengah 5% dan 4,77%. dari hasil ini kenaikan *weight gain* berbanding lurus dengan *thickness swelling*, yaitu semakin besar kenaikan *weight gain* maka semakin besar pula kenaikan *thickness swelling*.

4.4 Karakterisasi foto makro

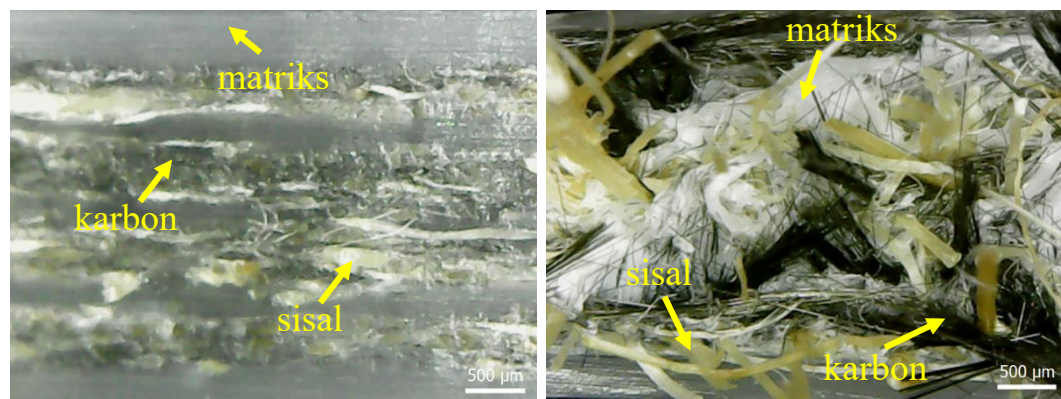
Analisis struktur patahan hasil uji *bending* menggunakan uji foto makro. Pengujian makro digunakan untuk mempelajari struktur dan morfologi ikatan antar serat dan matriks, sehingga dapat diketahui penyebab terjadinya penurunan atau kenaikan kekuatan mekanis pada komposit. Sampel yang dipilih untuk dilakukan optik makro adalah bagian patahan hasil uji bending. Hasil dari pengujian foto makro adalah sebagai berikut :



Penampang melintang

Struktur Patahan

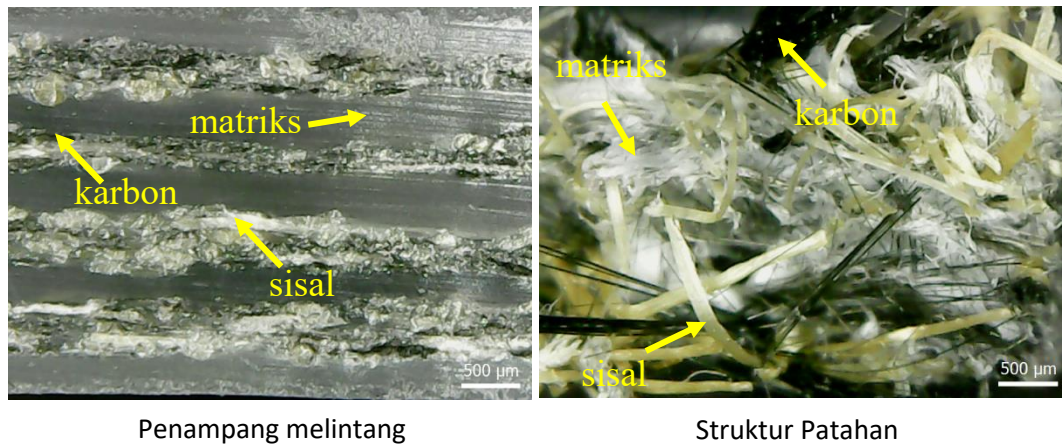
Gambar 4.11 Variasi full sisal



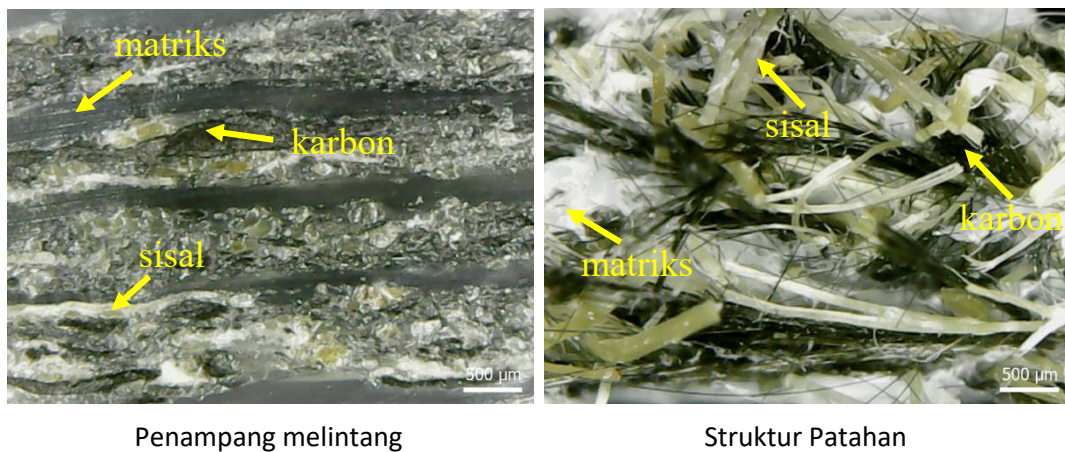
Penampang melintang

Struktur Patahan

Gambar 4.12 Variasi panjang karbon 6 mm



Gambar 4.13 Variasi panjang karbon 10 mm



Gambar 4.14 Variasi panjang karbon 15 mm

Hasil uji foto makro pada penampang melintang dan patahan (Gambar 4.6-4.9) menunjukkan menunjukkan ikatan *filler* dengan matriks mengikat dengan baik yang ditandai dengan serat-serat tertanam dengan baik, akan tetapi masih terlihat di foto distribusi antara serat sisal dan karbon masih kurang merata. Hal ini disebabkan karena proses pencampuran serat hibrida terjadi secara kurang sempurna karena metode pencampuran yang dilakukan masih manual (*hand lay up*).

Foto makro pada penampang patahan (Gambar 4.7) merupakan variasi panjang karbon 6 mm, terlihat persebaran antara *filler* dan matriks kurang merata, ikatan hibrida antara serat sisal dan karbon juga kurang kuat. Terbentuknya aglomerasi (bergerombol) pada serat karbon dan dan serat sisal, hal ini mempengaruhi nilai

kekuatan dari mekanis komposit. Hal-hal tersebut dapat disebabkan oleh 3 faktor, faktor yang pertama merupakan fabrikasi komposit karena dalam penyusunan antara *filler* dan matriks menggunakan metode (*hand lay up*), yang kedua merupakan pengaruh kekasaran permukaan yang dimiliki oleh serat sisal dan serat karbon yang akan berpengaruh pada ikatan (*interfacial bonding*) antara serat dan matriks. Dan faktor yang terakhir disebabkan rata (*uniform*) atau tidak adanya distribusi serat sisal dan serat karbon terhadap matriks HDPE menimbulkan ikatan matriks terhalang oleh serat yang teraglomerasi sehingga kekuatan mekanik menjadi rendah.

Foto makro (Gambar 4.8) dan (Gambar 4.9) merupakan variasi panjang serat karbon 10 dan 15 mm, terlihat foto variasi panjang karbon 15 mm penampang melintang dan patahan terlihat persebaran serat dan matriks paling merata diantara variasi full sisal, panjang karbon 6 mm dan panjang karbon 10 mm. Terlihat tidak adanya batas-batas antara serat dan matriks seperti variasi lain yang terkesan berlapis-lapis antara *filler* dan matriks. Serat karbon tersebar lebih merata walaupun masih aglomerasi (bergerombol). Hal tersebut juga didukung oleh pengujian bending variasi panjang karbon 15 mm yang memiliki *flexural strength* dan modulus elastisitas paling tinggi diantara variasi lain.