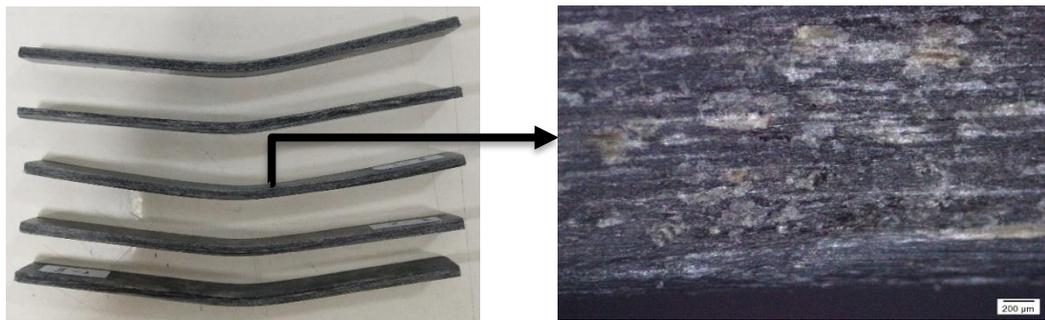


## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengujian Bending

Berdasarkan tujuan penelitian, maka dilakukan pengujian bending 3 titik yang mengacu pada ASTM D790 menggunakan mesin *universal testing machine* (UTM) dibuat oleh Zwick Roell di Laboratorium Testing Material Politeknik ATMI Surakarta untuk mengetahui kekuatan lentur dari komposit hibrida. Hasil dari pengujian didapatkan data pembebanan tegangan bending, modulus elastisitas dan regangan bending. Adapun hasil uji bending komposit hibrida bermatriks HDPE adalah sebagai berikut:



**Gambar 4.1** Hasil spesimen uji bending sisal/karbon.



**Gambar 4.2** Hasil spesimen uji bending (abaka-sisal)/karbon.



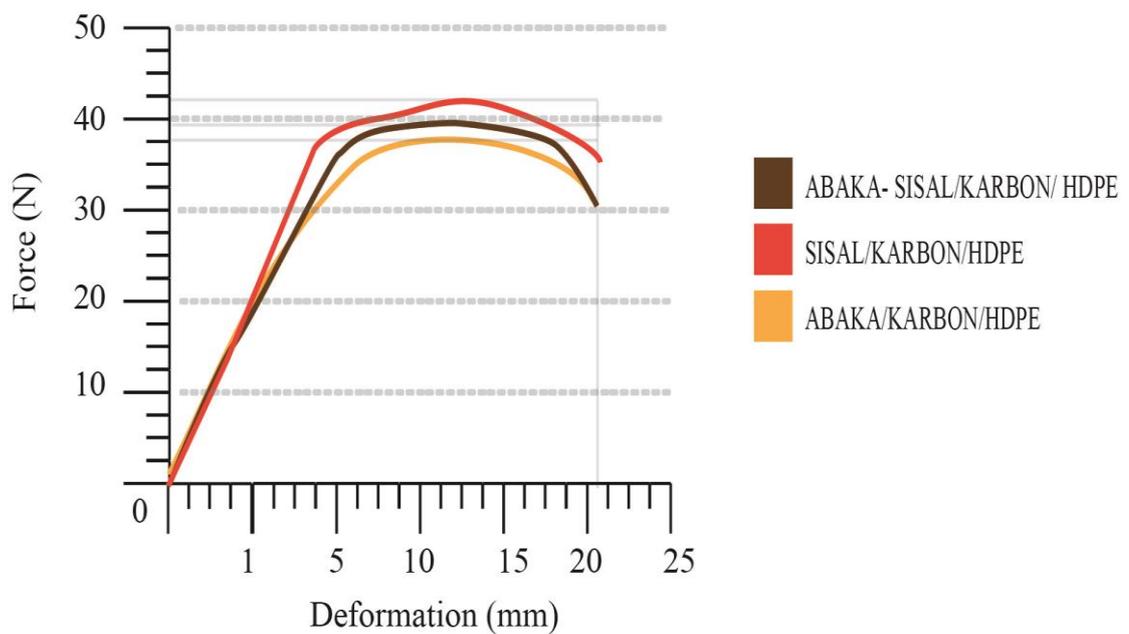
**Gambar 4.3** Hasil spesimen uji bending abaka/karbon.

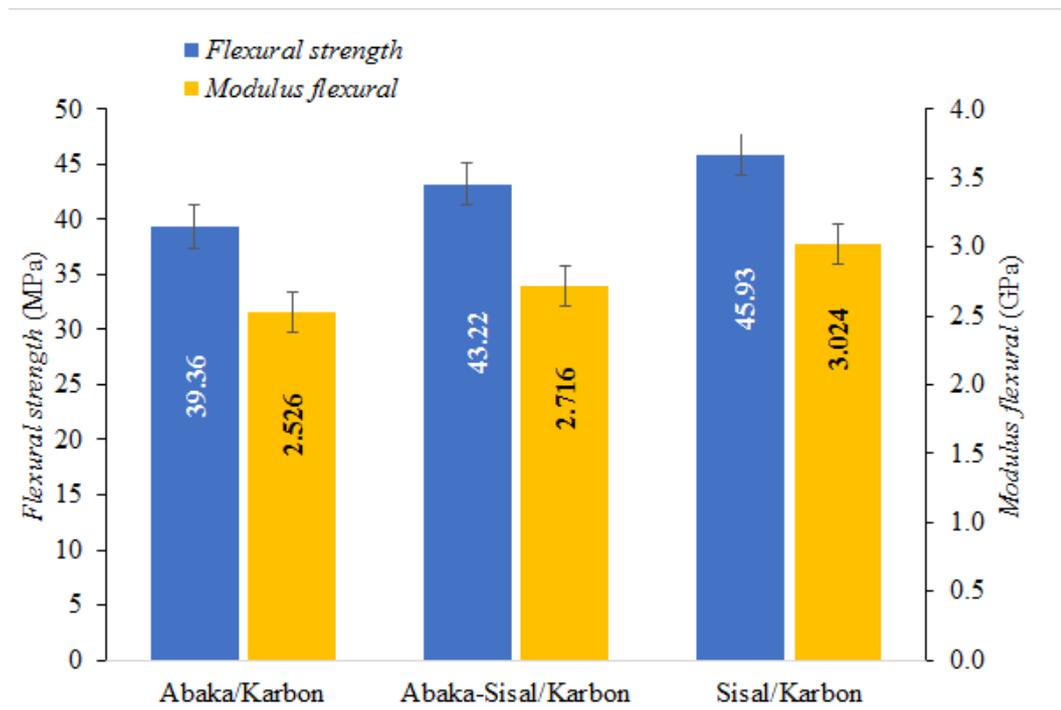
**Tabel 4.1** Kekuatan bending ( $\sigma_f$ ) komposit hibrida bermatriks HDPE (MPa)

No	Serat		
	Abaka/Karbon	(Abaka-Sisal)/Karbon	Sisal/Karbon
1	38,35	42,46	46,93
2	37,80	44,28	48,22
3	37,63	41,98	47,63
4	44,48	43,58	44,15
5	38,53	43,83	42,74
Rata-Rata	39,36	43,22	45,93

**Tabel 4.2** Modulus elastisitas ( $E_B$ ) komposit bermatriks HDPE (GPa)

No	Serat		
	Abaka/Karbon	(Abaka-Sisal)/Karbon	Sisal/Karbon
1	2,080	2,620	3,160
2	2,660	2,680	3,300
3	2,740	2,580	3,210
4	2,790	2,610	2,830
5	2,360	3,090	2,620
Rata-Rata	2,526	2,716	3,024

**Gambar 4.4** Grafik gaya-deformasi



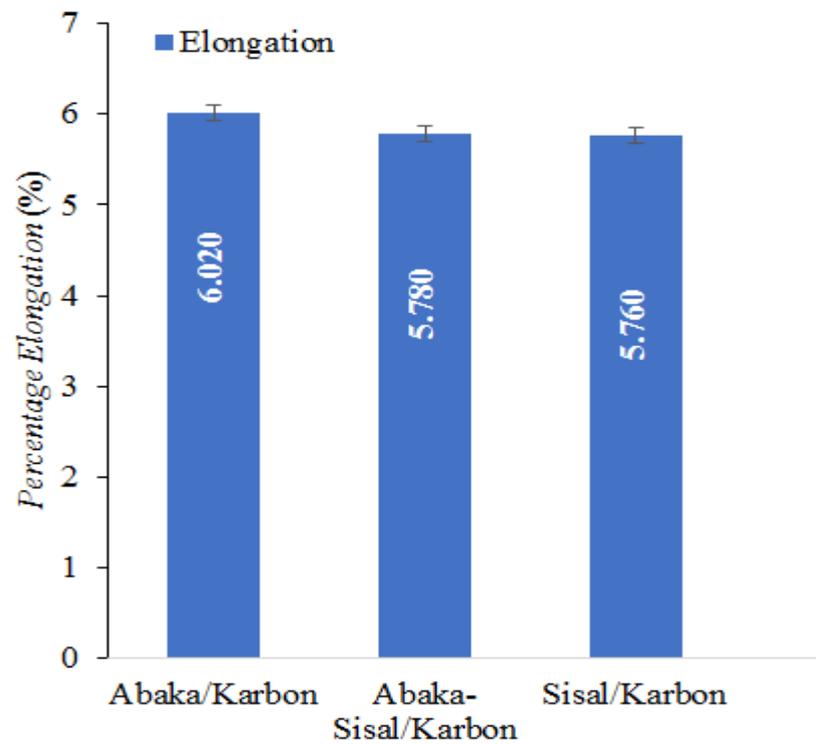
**Gambar 4.5** Grafik kekuatan dan modulus bending

Berdasarkan tabel dan gambar diatas, variasi spesimen komposit hibrida sisal/karbon memiliki kekuatan bending tertinggi dengan 45,93 MPa. Hal ini dikarenakan adanya sifat adhesi yang lebih baik antara serat sisal/karbon dengan matriks HDPE dibandingkan dengan variasi komposit hibrida lainnya sehingga dapat mendistribusikan tegangan bending secara merata dan menghasilkan kekuatan bending yang lebih unggul. Pada variasi hibrida serat (abaka-sisal)/karbon mengalami peningkatan kekuatan bending sebesar 12,4% dari variasi hibrida serat abaka/karbon dan variasi hibrida serat sisal/karbon mengalami peningkatan kekuatan bending sebesar 14,35% dari variasi hibrida serat (abaka-sisal)/karbon. Modulus elastisitas tertinggi juga ditemukan pada variasi spesimen komposit hibrida sisal/karbon mengalami kenaikan sebesar 3,024 GPa yang mengakibatkan komposit hibrida sisal/karbon juga memiliki kekakuan yang tinggi dibandingkan variasi lainnya. Dengan demikian, penambahan serat sisal *treatment* berperan lebih efektif dalam meningkatkan kekuatan bending dan modulus elastisitas yang hasilnya mampu mengungguli variasi lainnya. Hasil kekuatan bending tersebut lebih tinggi bila dibandingkan dengan hasil penelitian Sood dkk,

(2015) yang meneliti komposit serat sisal/karbon bermatriks HDPE daur ulang dengan perlakuan serat sisal menggunakan NaOH + Maleic Anhydride (MA) dengan fraksi volume 92,5 : 7,5% berat dengan hasil kekuatan bending tertinggi sebesar 17,86 MPa. Dengan hasil kekuatan bending dan modulus elastisitas tersebut telah memenuhi kriteria sebagai bahan alternatif untuk aplikasi orthosis pergelangan kaki seperti hasil dari penelitian yang dilakukan oleh Takhakh dkk, (2017) dengan menggunakan serat karbon bermatriks polyurethane yang memiliki kekuatan bending 55-79 MPa dan modulus elastisitas 1,8-3,7 GPa.

**Tabel 4.3** Regangan bending ( $\epsilon_f$ )

No	Serat		
	Abaka/Karbon (%)	(Abaka-Sisal)/Karbon (%)	Sisal/Karbon (%)
1	6,300	6,000	5,800
2	6,000	5,900	5,900
3	5,900	5,900	5,500
4	5,700	5,600	5,800
5	6,200	5,500	5,800
Rata-Rata	6,020	5,780	5,760

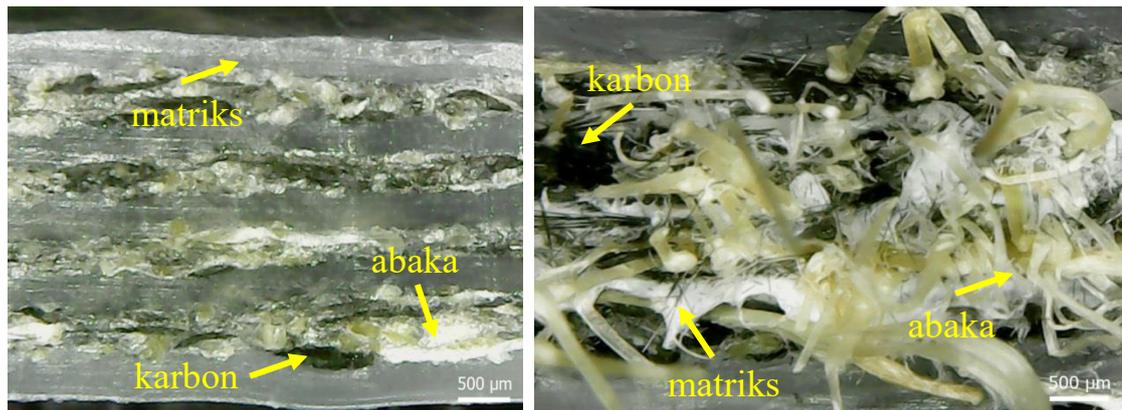


**Gambar 4.6** Grafik regangan bending

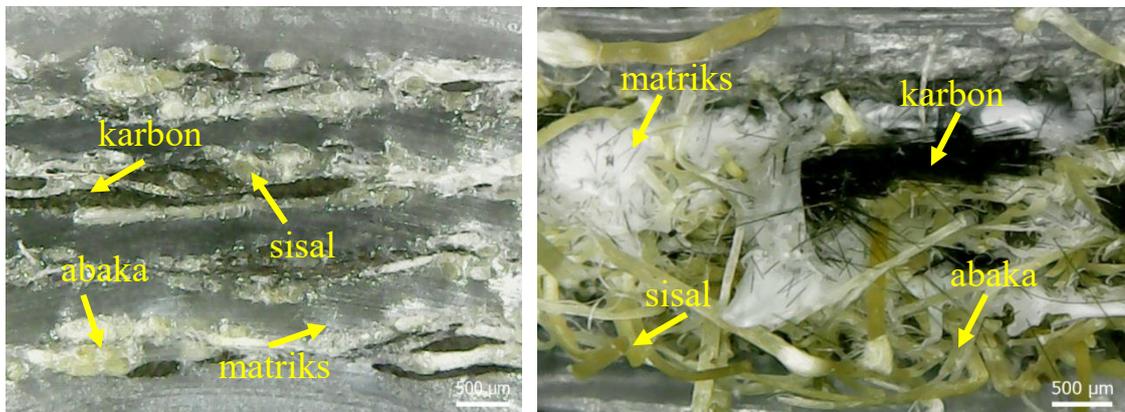
Berdasarkan tabel 4.3 dan gambar 4.6, nilai regangan bending tertinggi terdapat pada variasi hibrida serat abaka/karbon sebesar 6,020%. Hal tersebut dikarenakan persebaran serat abaka/karbon yang tidak merata dan bergerombol. Selain itu juga, faktor ketebalan spesimen komposit juga mempengaruhi hasil regangan karena ketiga variasi memiliki nilai defleksi maksimal sebelum patah dan panjang *support span* yang sama. Dengan demikian, naiknya nilai regangan bending akan menurunkan nilai modulus elastisitas komposit hibrida.

#### 4.2 Karakterisasi foto makro

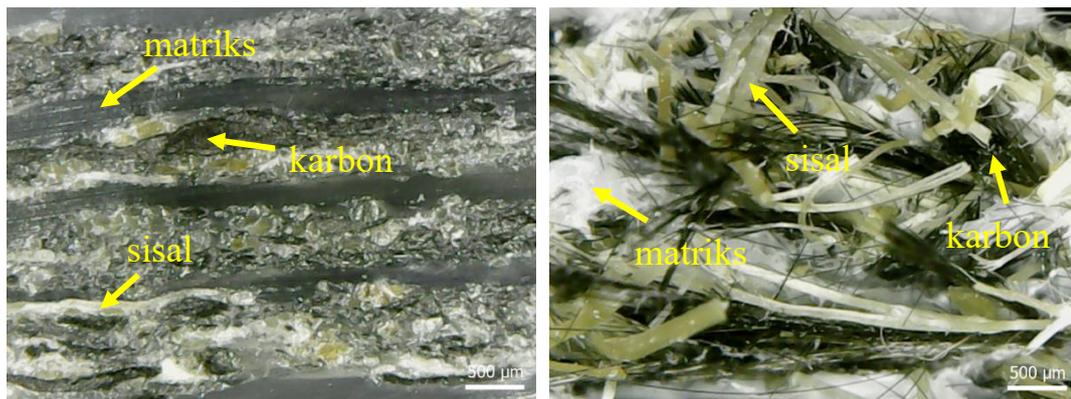
Pengujian makro dilakukan untuk menganalisa struktur patahan hasil uji *bending* dan distribusi serat pada komposit. Sampel yang dipilih untuk dilakukan optik makro adalah bagian patahan hasil uji *bending*. Hasil dari pengujian foto makro adalah sebagai berikut :



**Gambar 4.7** Hasil foto makro variasi hibrida serat abaka/karbon



**Gambar 4.8** Hasil foto makro variasi hibrida serat abaka-sisal/karbon



**Gambar 4.9** Hasil foto makro variasi hibrida serat sisal/karbon

Berdasarkan hasil foto makro diatas, terlihat 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*).

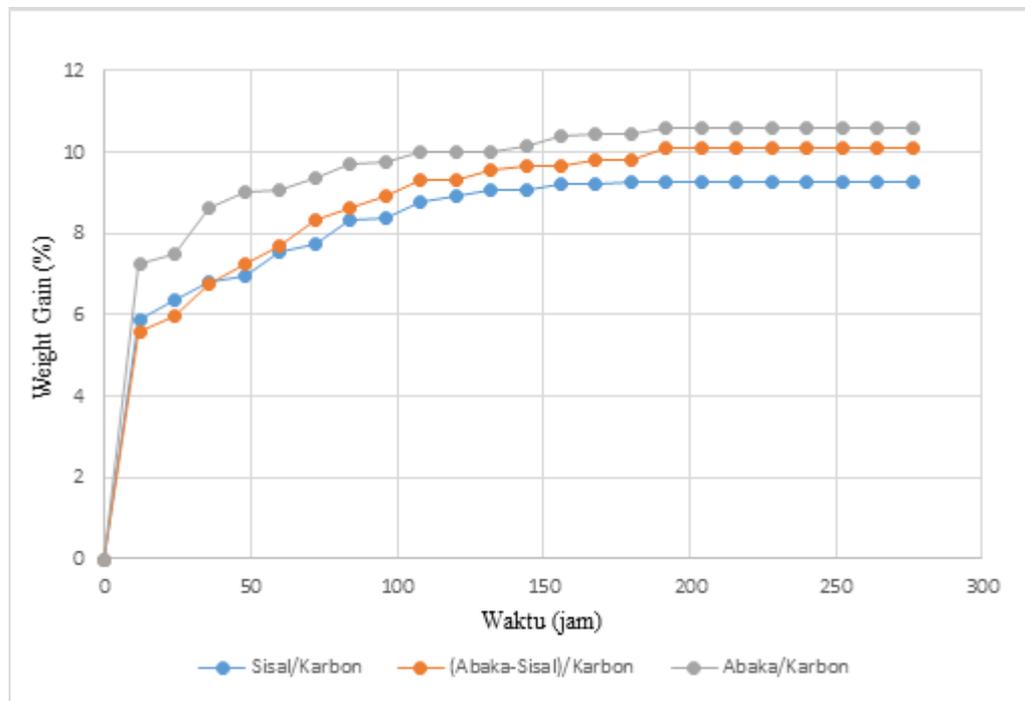
Pada foto makro variasi hibrida serat abaka/karbon, terlihat persebaran antara *filler* dan matriks kurang merata, ikatan hibrida antara serat abaka dan karbon juga kurang kuat. Terbentuknya aglomerasi (bergerombol) pada serat karbon dan serat abaka, hal ini mempengaruhi nilai kekuatan dari mekanis komposit.

Pada foto makro variasi hibrida serat sisal/karbon, terdapat adanya persebaran serat yang lebih merata dibandingkan variasi hibrida serat abaka/karbon dan abaka-sisal/karbon. Terlihat tidak adanya batas-batas antara serat dan matriks seperti variasi lain yang berkesan berlapis-lapis antara *filler* dan matriks. Serat karbon tersebar lebih merata walaupun masih aglomerasi (bergerombol). Hal tersebut juga didukung oleh pengujian bending variasi hibrida serat sisal/karbon yang memiliki kekuatan bending dan modulus elastisitas yang paling tinggi diantara variasi lain.

Dengan hasil foto makro diatas menunjukkan bahwa distribusi serat, ikatan antarmuka serat-matriks dan teknik fabrikasi menjadi faktor penentu besarnya kekuatan mekanis dari komposit.

### 4.3 Pengujian *Water Absorption*

Pada dasarnya, pengujian daya serap air (*water absorption*) dan pengujian thickness swelling menggunakan metode yang sama sehingga pengujian ini dapat dilakukan secara bersamaan dengan mengacu pada standar ASTM D570, perbedaannya yaitu cara menghitung sesuai dengan kebutuhan hasilnya. Data pengujian daya serap air (*water absorption*) berupa perubahan berat komposit setelah dilakukan perendaman dalam air. Pengambilan data dilakukan setiap 12 jam yang dilakukan selama 2 minggu sampai pertambahan daya serap air konstan.



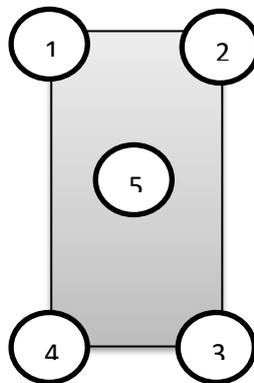
**Gambar 4.10** Grafik daya serap air komposit hibrida bermatriks HDPE

Dilihat dari hasil pengujian daya serap air yang telah dilakukan, variasi hibrida serat abaka/karbon mengalami peningkatan berat yang paling banyak yang bermakna bahwa variasi hibrida serat abaka/karbon menyerap lebih banyak air daripada variasi lainnya. Adanya rongga-rongga pada serat abaka membuat air dapat masuk melalui celah dan mengisi badan komposit sehingga menaikkan berat komposit (Dawam dkk, 2009). Selain itu, kandungan selulosa pada serat abaka yang tinggi dapat meningkatkan penyerapan kelembaban dalam serat abaka

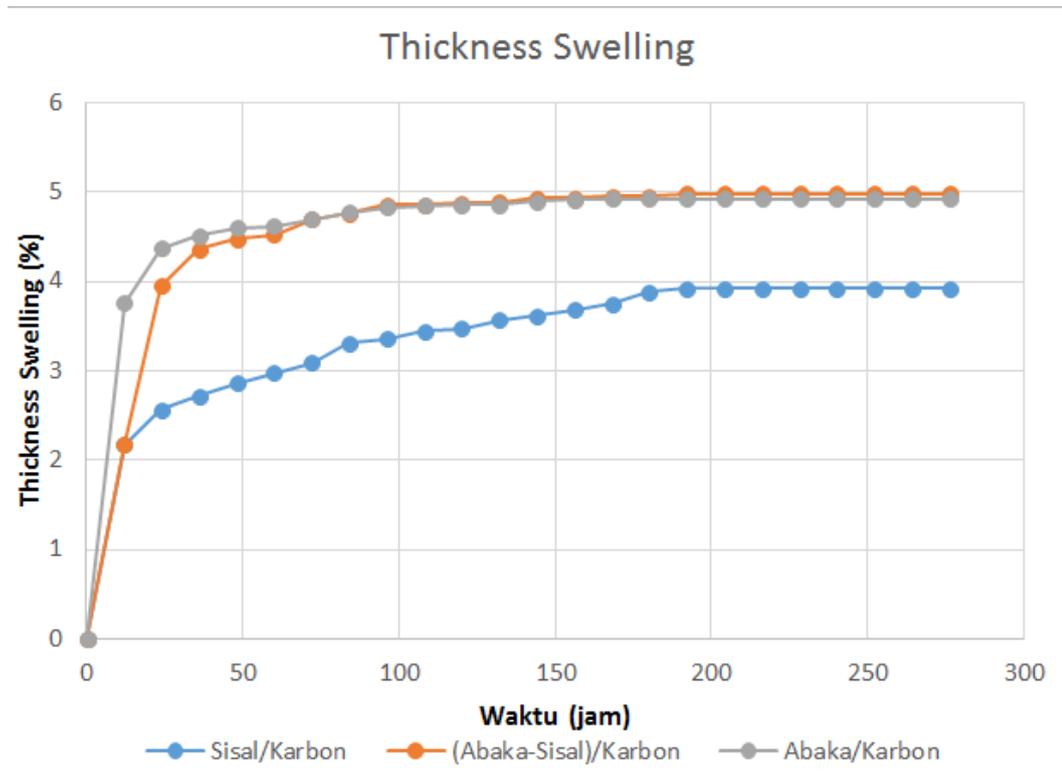
karena ikatan hidrogen dari molekul air ke gugus hidroksil dalam dinding sel serat abaka. Hal tersebut menurunkan kekuatan mekanis variasi hibrida serat abaka/karbon. Peningkatan berat yang paling banyak pada variasi hibrida serat abaka/karbon terjadi pada jam ke 192 sampai jam ke 276 sebesar 10,61%. Sedangkan peningkatan berat paling sedikit terdapat pada variasi hibrida serat sisal/karbon sebesar 9,28% sehingga mampu menahan air lebih baik daripada variasi lainnya. Hal itu dapat dikorelasikan dengan kekuatan mekanis dari variasi hibrida serat sisal/karbon yang lebih tinggi dibandingkan variasi lain.

#### 4.4 Pengujian *Thickness Swelling*

Perbedaan pengujian *thickness swelling* dengan pengujian *water absorption* terdapat pada kebutuhan data yang diambil walaupun pengujian ini dilakukan bersamaan. Pengujian *thickness swelling* yang mengacu pada standar ASTM D570 dengan rata-rata pengukuran 5 titik secara berurutan dilakukan untuk mendapatkan data mengenai pertambahan tebal yang diterima oleh komposit dalam perendaman dengan air. Pengambilan data dilakukan setiap 12 jam selama 2 minggu hingga pertambahan ketebalan konstan.



**Gambar 4.11** Pengukuran 5 titik spesimen



**Gambar 4.12** Grafik *thickness swelling* komposit bermatriks HDPE

Dilihat dari hasil pengujian *thickness swelling* yang dilaksanakan, lama perendaman berbanding lurus dengan peningkatan ketebalan dan juga kenaikan berat komposit. Hal tersebut dikarenakan sifat serat alam yang memiliki sifat hidrofilik dimana serat alam mampu menyerap dan menyimpan air sehingga menyebabkan peningkatan berat dan tebal komposit seiring dengan bertambahnya waktu perendaman. Pertambahan tebal paling besar terjadi pada variasi hibrida serat abaka/karbon sebesar 11,42% pada jam ke 168 sampai jam ke 276. Sedangkan pertambahan tebal paling sedikit terdapat pada variasi hibrida serat sisal/karbon sebesar 3,91% dimulai dari jam ke 192 sampai jam ke 276. Fenomena tersebut dapat disebabkan oleh adanya fibrilasi yang lebih baik dan optimal. Dengan demikian ikatan antar serat dan matriks tidak tergantung hanya pada alkalisasi tetapi juga bagaimana pencampuran serat dan matriks yang dilakukan (Sosiati dkk, 2014).