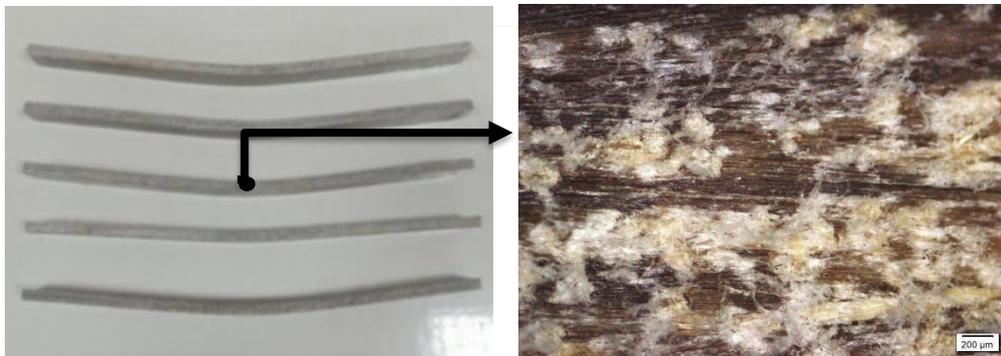


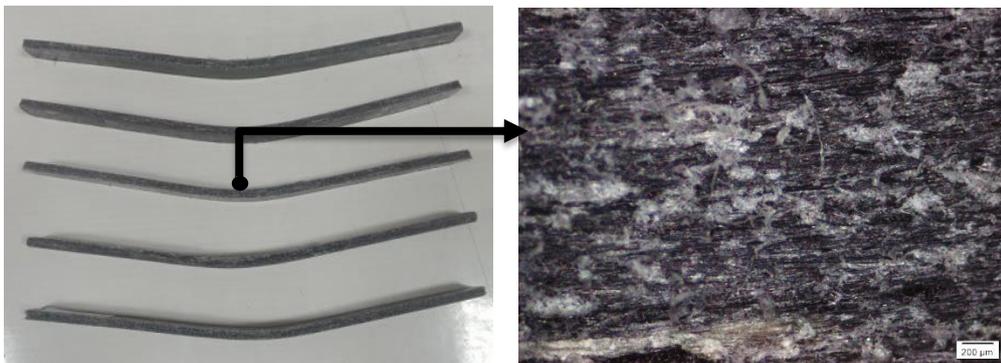
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Bending

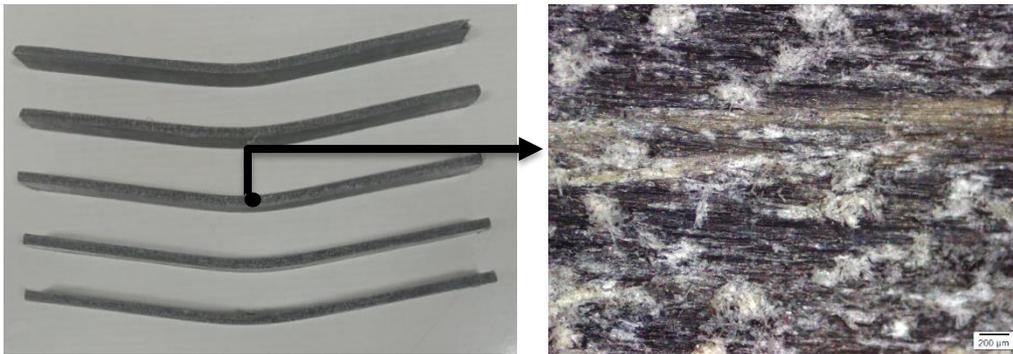
Pengujian bending dilakukan menggunakan *universal testing machine* (UTM) dengan tipe *Zwick Roell Z020* dengan kapasitas 20000 N di Laboratorium Material Akademi Teknik Mesin Industri (ATMI) Surakarta. Hasil dari pengujian bending berupa data tegangan bending, modulus elastisitas dan regangan bending, berikut adalah hasil dari pengujian bending.



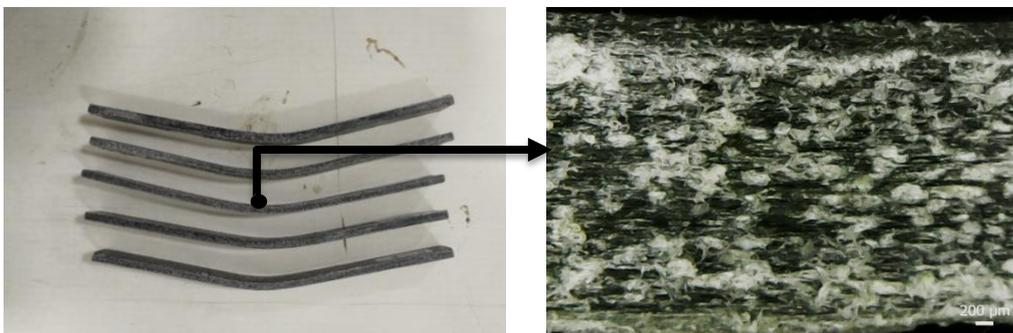
Gambar 4.1 hasil spesimen uji *bending* variasi sisal/LDPE



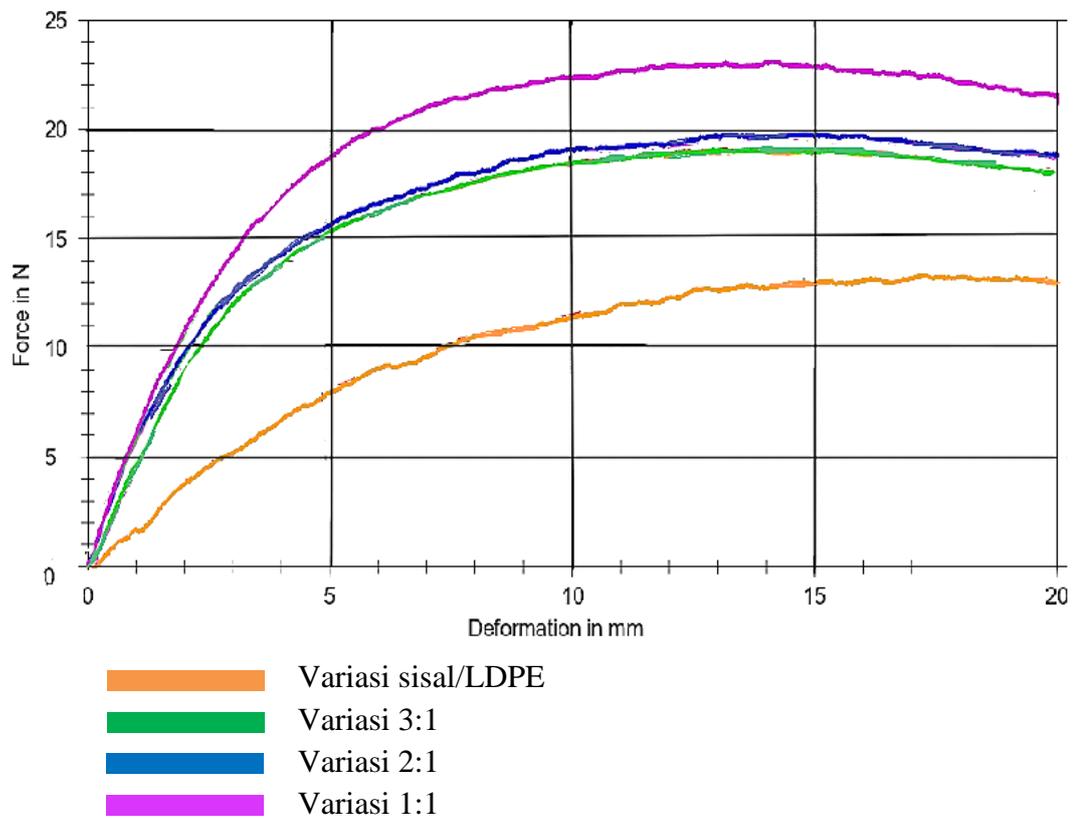
Gambar 4.2 hasil spesimen uji *bending* variasi 1:1



Gambar 4.3 hasil spesimen uji *bending* variasi 2:1



Gambar 4.4 hasil spesimen uji *bending* variasi 3:1



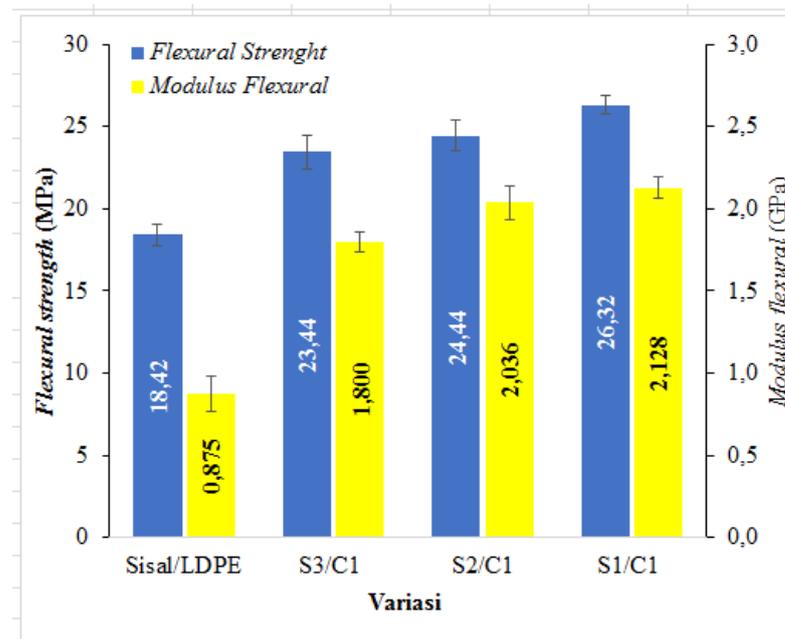
Gambar 4.5 Grafik *bending* variasi spesimen F-

Tabel 4.1 Kuat Bending(σ_f) komposit hibrida sisal/karbon/LDPE (MPa)

No	Spesimen			
	Sisal/LDPE	Sisal/Carbon 1:1	Sisal/Carbon 2:1	Sisal/Carbon 3:1
1	18,9	24,7	23,4	24,8
2	19	25,5	25,4	21
3	18,1	23,8	24,2	23,2
4	17,7	25,7	22,5	24,6
5	18,4	31,9	26,7	23,6
Rata-Rata	18,42	26,32	24,4	23,44
Standar Deviasi	0,64	0,99	0,92	0,57

Tabel 4.2 Modulus elastisitas (E_B) komposit sisal/karbon/LDPE (GPa)

No	Spesimen			
	Sisal/LDPE	Sisal/Carbon 1:1	Sisal/Carbon 2:1	Sisal/Carbon 3:1
1	0,831	1,840	1,910	1,780
2	0,889	2,870	2,220	1,810
3	1,040	1,880	1,880	1,750
4	0,613	1,970	1,810	1,900
5	1	2,080	2,360	1,760
Rata-Rata	0,875	2,128	2,036	1,800
Standar Deviasi	0,107	0,060	0,099	0,064

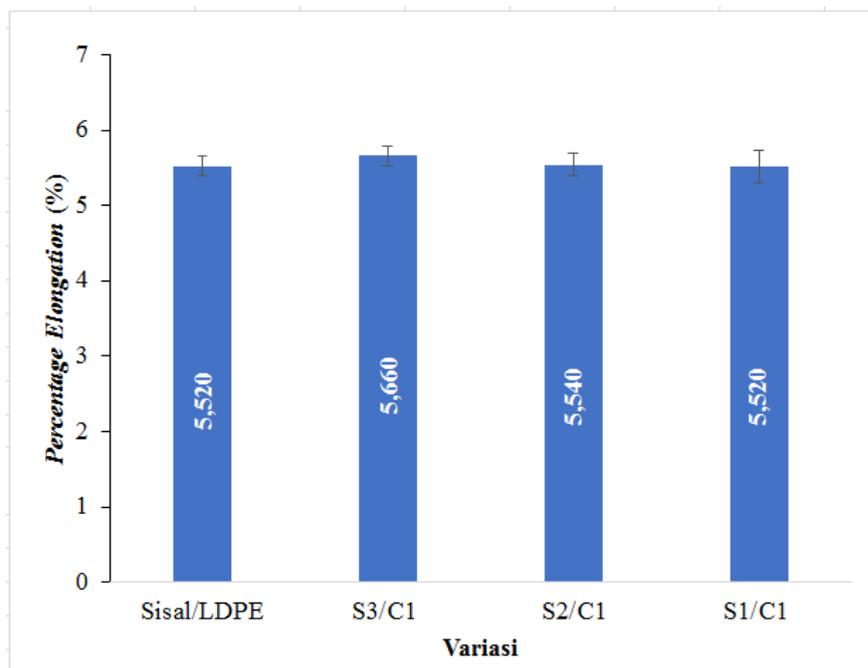


Gambar 4.6 Grafik kekuatan bending dan modulus bending

Dari tabel 4.1 dan gambar 4.6 menunjukkan adanya peningkatan kekuatan bending komposit hibrid sisal/karbon/LDPE. Kekuatan bending meningkat seiring dengan bertambahnya volume serat karbon, hal ini disebabkan oleh sifat mekanis serat karbon yang lebih tinggi dibanding serat sisal yang dapat dilihat pada tabel 2.1 sehingga penambahan serat karbon dapat meningkatkan sifat mekanis komposit. Perbedaan volume serat sisal dan karbon juga berdampak pada *modulus flexural* komposit yang dapat dilihat pada tabel 4.2 dan gambar 4.6. Dari data yang diperoleh, perbandingan serat sisal dan karbon 1:1 menunjukkan nilai paling tinggi daripada variasi perbandingan 3:1 dan 2:1 dengan nilai kekuatan bending 26,32 MPa dan *modulus flexural* 2,128 GPa. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya (Tufan dkk, 2016) dengan komposisi *filler* dan matriks 40 : 60 %, nilai kekuatan bending pada penelitian Tufan masih lebih tinggi yaitu 36,92 MPa. Perbedaan nilai kekuatan bending disebabkan oleh perbedaan proses fabrikasi, perbedaan matriks yang digunakan dan perbedaan komposisi perbandingan *filler* dan matriks yang membuat nilai kekuatan bending pada penelitian Tufan lebih tinggi daripada penelitian yang saya lakukan.

Tabel 4.3 Regangan bending (ϵ_f) komposit sisal/karbon/LDPE (%)

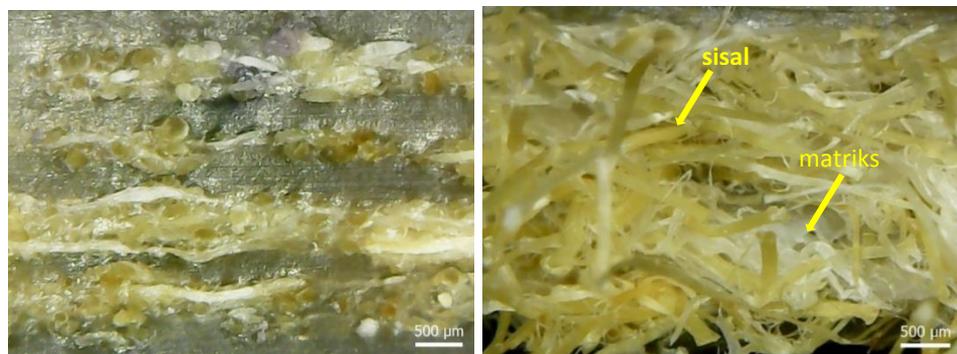
No	Spesimen			
	Sisal/LDPE	Sisal/Carbon 1:1	Sisal/Carbon 2:1	Sisal/Carbon 3:1
1	5,400	5,600	5,700	5,600
2	5,400	5,300	5,600	5,900
3	5,600	5,600	5,500	5,600
4	5,500	5,300	5,600	5,600
5	5,700	5,800	5,300	5,600
Rata-Rata	5,520	5,520	5,540	5,660
Standar deviasi	0,130	0,134	0,152	0,217

**Gambar 4.7** Grafik regangan bending

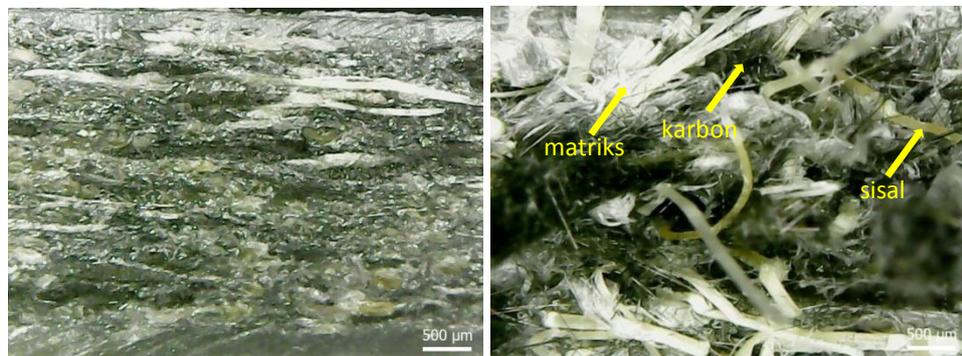
Dari tabel 4.3 dan gambar 4.7 menunjukkan keuletan material terhadap kemampuan menahan beban yang diberikan. Variasi perbandingan 3:1 menunjukkan nilai regangan paling tinggi diantara variasi lain, penambahan komposisi serat karbon menyebabkan adanya penurunan nilai regangan karena serat karbon memiliki regangan lebih rendah daripada serat sisal (Shahzad dan Nasir, 2016). Dapat dilihat pada variasi 2:1 dan 1:1 yang memiliki nilai regangan lebih rendah daripada 3:1. Berikut adalah hasil foto makro spesimen pada bagian yang diberi pembebanan.

4.2. Karakterisasi foto makro

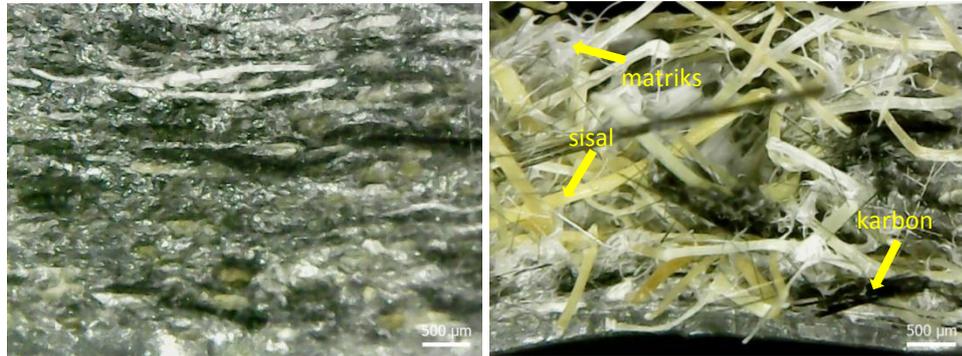
Analisis struktur patahan hasil uji bending menggunakan uji foto makro. Pengujian makro digunakan untuk mempelajari struktur dan morfologi ikatan antara serat dan matriks, sehingga dapat diketahui penyebab terjadinya penurunan atau kenaikan kekuatan mekanis pada komposit. Sampel yang dipilih untuk dilakukan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



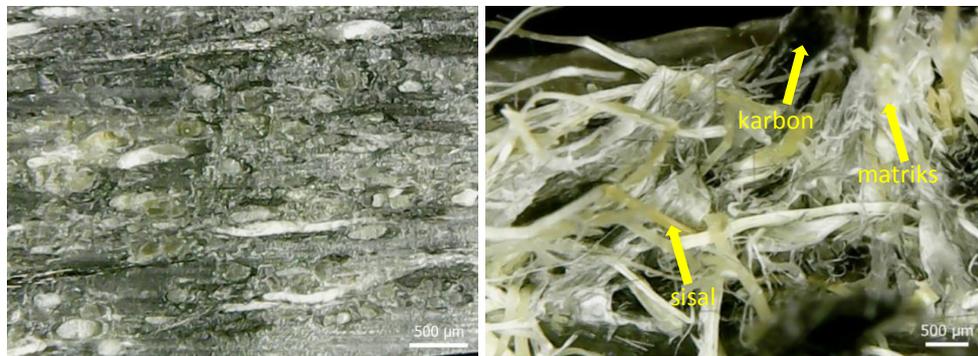
Gambar 4.8 Variasi sisal/LDPE



Gambar 4.9 Variasi perbandingan 1:1



Gambar 4.10 Variasi perbandingan 2:1



Gambar 4.11 Variasi perbandingan 3:1

Hasil uji foto makro pada moda patahan (Gambar 4.8-4.11) menunjukkan ikatan *filler* dengan matriks mengikat dengan baik yang ditandai dengan serat-serat tertanam dengan baik, akan tetapi masih terlihat distribusi antara serat sisal dan karbon masih kurang merata, karena proses pencampuran serat hibrid menggunakan metode pencampuran yang dilakukan secara manual (*hand lay up*).

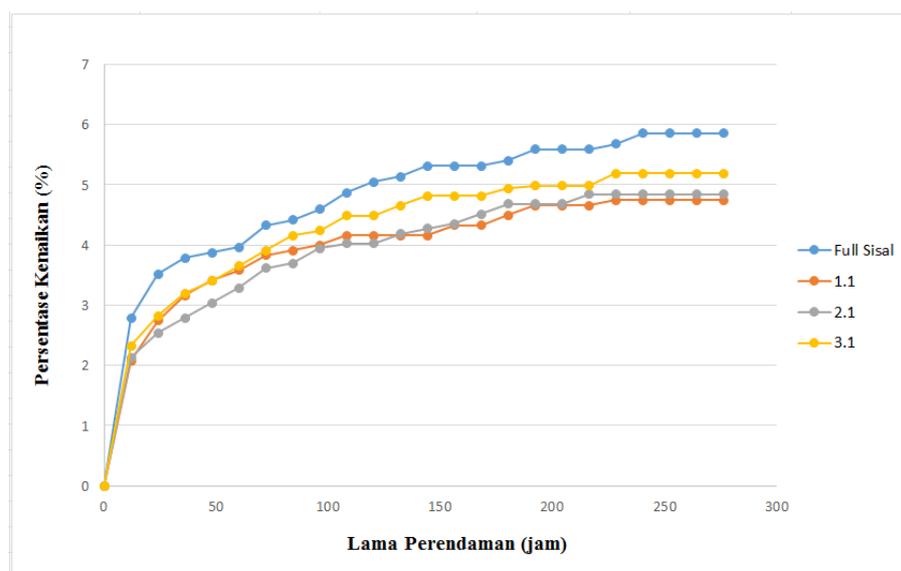
Foto makro pada moda patahan (Gambar 4.10 dan 4.11) merupakan variasi perbandingan 2:1 dan 3:1, terlihat persebaran antara *filler* dan matriks kurang merata, masih banyak serat yang bergerombol (aglomerasi), hal ini mempengaruhi nilai kekuatan mekanis komposit. Hal-hal tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu teknik fabrikasi komposit, kekasaran permukaan yang dimiliki oleh serat sisal dan serat karbon yang akan berpengaruh pada ikatan (*interfacial bonding*) antara serat dengan

matriks dan faktor yang terakhir disebabkan rata atau tidaknya distribusi serat sisal dan serat karbon terhadap matriks LDPE.

Foto makro (Gambar 4.9) merupakan variasi perbandingan 1:1. Dapat terlihat bahwa serat karbon tersebar lebih merata daripada variasi 2:1 dan 3:1, walaupun masih ada serat yang bergerombol (aglomerasi). Hal tersebut juga didukung oleh pengujian bending variasi perbandingan 1:1 yang memiliki *flexural strength* paling tinggi diantara variasi lain.

4.3. Pengujian *Water Absorption*

Pengujian water absorption dilakukan berdasarkan standar ASTM D570. Pengujian ini dilakukan selama 2 minggu sampai pertambahan daya serap air konstan.



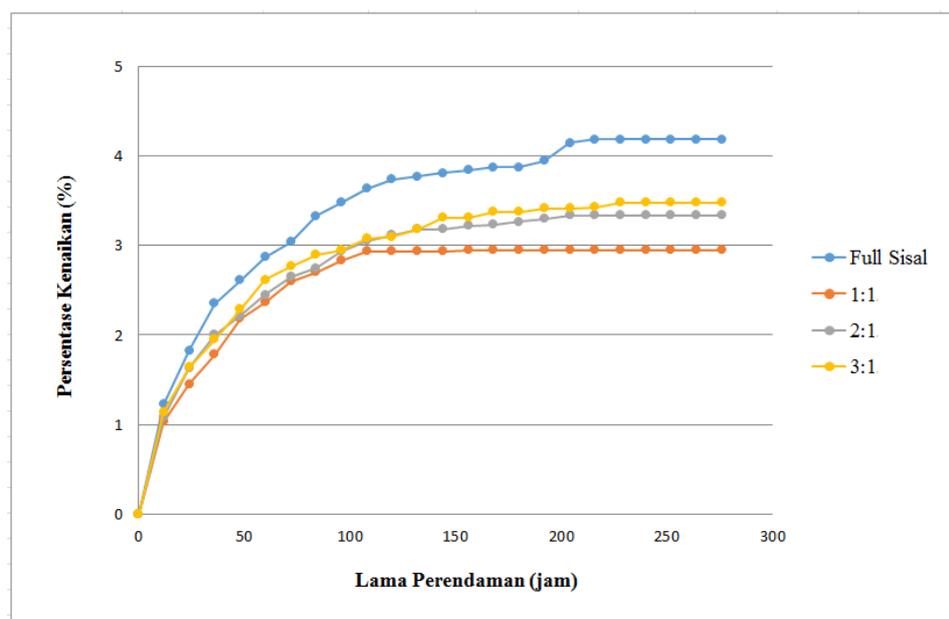
Gambar 4.12 Grafik daya serap air komposit sisal/karbon/LDPE

Berdasarkan grafik pengujian daya serap air dapat dilihat bahwa komposit dengan variasi perbandingan serat sisal/karbon 1:1 mempunyai daya serap yang paling rendah yaitu 4,8%, dan daya serap tertinggi pada variasi full sisal yaitu 5,9%. Hal tersebut menjelaskan bahwa semakin banyak volume serat sisal dapat mempengaruhi daya serap air yang mengakibatkan penambahan berat pada komposit. Kandungan selulosa yang cukup tinggi pada serat alam dapat meningkatkan daya serap air pada

komposit, karena selulosa mempunyai sifat hidrofilik (Michael dkk, 2013). Jika dibandingkan penelitian sebelumnya (Husseinsyah dkk, 2016) daya serap air yang terjadi masih lebih tinggi daripada sebelumnya dengan nilai 4,8% : 1,2%. Perbedaan nilai tersebut disebabkan oleh proses fabrikasi yang menggunakan *compression molding* dan penambahan *coupling agent* yang dapat meningkatkan ikatan antara serat dan matriks serta mengurangi *microvoids* pada komposit.

4.4. 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 :



Gambar 4.13 Grafik *thickness swelling* komposit sisal/karbon/LDPE

Dapat dilihat pada gambar 4.13 menunjukkan hubungan antara fraksi volume serat dengan ketebalan spesimen. Semakin lama perendaman yang dilakukan berbanding lurus dengan meningkatnya ketebalan spesimen. Pertambahan tebal paling besar terjadi pada 12 jam pertama, variasi perbandingan serat sisal/karbon 1:1 menunjukkan peningkatan ketebalan

yang paling rendah yaitu sebesar 3%. Pertambahan tebal yang paling tinggi terjadi pada variasi full sisal yaitu 4,2% sedangkan variasi 3:1 dan 2:1 mengalami peningkatan sebesar 3,6% dan 3,3%. Dari hasil diatas dapat dilihat bahwa kenaikan *weight gain* berbanding lurus dengan *thickness swelling*, yaitu semakin besar kenaikan *weight gain* maka semakin besar pula kenaikan *thickness swelling*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit hibrid sisal/karbon/LDPE memiliki kekuatan mekanis yang cukup rendah sehingga belum dapat digunakan sebagai bahan alternatif perangkat biomedis dan masih diperlukan penelitian selanjutnya untuk mendapatkan kekuatan mekanis yang diinginkan.