

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Serat Tunggal

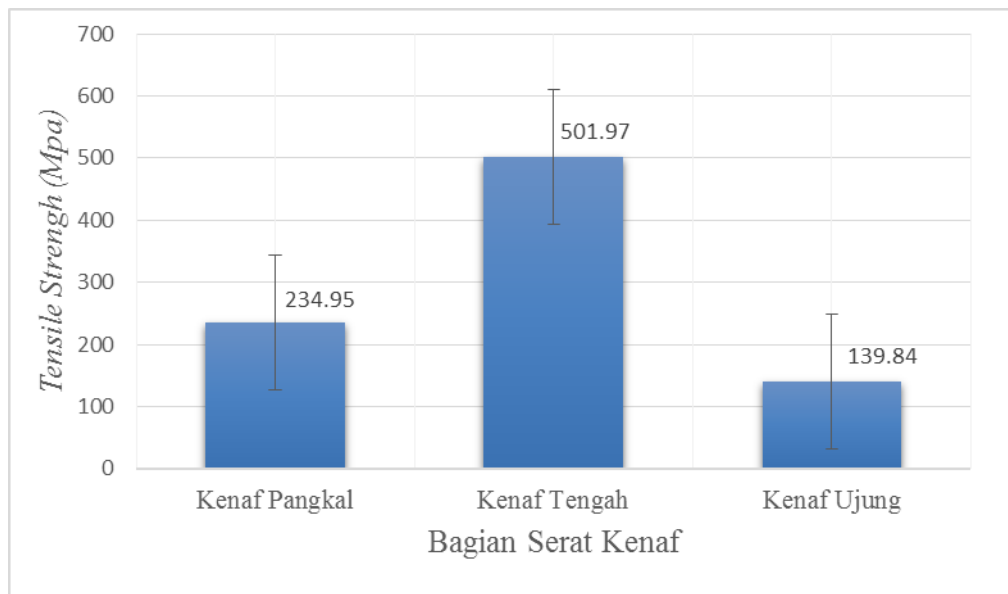
1. Pengujian serat tunggal nanas

Data hasil pengujian serat tunggal nanas sesuai ASTM D 3379 ditunjukkan pada tabel 4.1, dimana rata-rata nilai kuat tarik, regangan tarik dan modulus elastisitas tarik serat daun nanas sebesar 499,34 MPa, 0,029 %, dan 17,166 GPa. Hasil dari kuat tarik serat daun nanas pada penelitian ini lebih tinggi dari hasil penelitian serat nanas milik George dkk (1997) yaitu sebesar 170 MPa dan penelitian Arbintarso (2015) yaitu sebesar 386 MPa. Hal ini dipengaruhi terhadap *species* atau varietas nanas, faktor geografis, iklim dan intensitas sinar matahari mempengaruhi karakteristik mekanik dari serat daun nanas.

Tabel 4.1 Hasil uji tarik serat tunggal serat nanas.

No	Diameter rata rata (mm)	Luas Area (mm ²)	Nilai Beban pembebanan (kgf)	F (N)	σ Tarik (Mpa)	(L) standar ASTM D3379 (mm)	Measurement travel end / Δ L (mm)	ϵ Tarik (%)
1	0.113	0.010	0.715	7.012	699.190	50	1.39	0.0278
2	0.129	0.013	0.617	6.051	462.969	50	2.04	0.0408
3	0.138	0.015	0.420	4.119	275.383	50	1.42	0.0284
4	0.134	0.014	0.561	5.502	390.121	50	1.11	0.0222
5	0.117	0.011	1.031	10.111	940.445	50	1.81	0.0362
6	0.165	0.021	0.497	4.874	227.947	50	0.86	0.0172
Minimum	0.113				227.947			0.017
Maximum	0.165				940.445			0.041
Rata-rata	0.133				499.343			0.029
Standar Deviasi	0.019				272.608			0.009

2. Pengujian serat tunggal kenaf

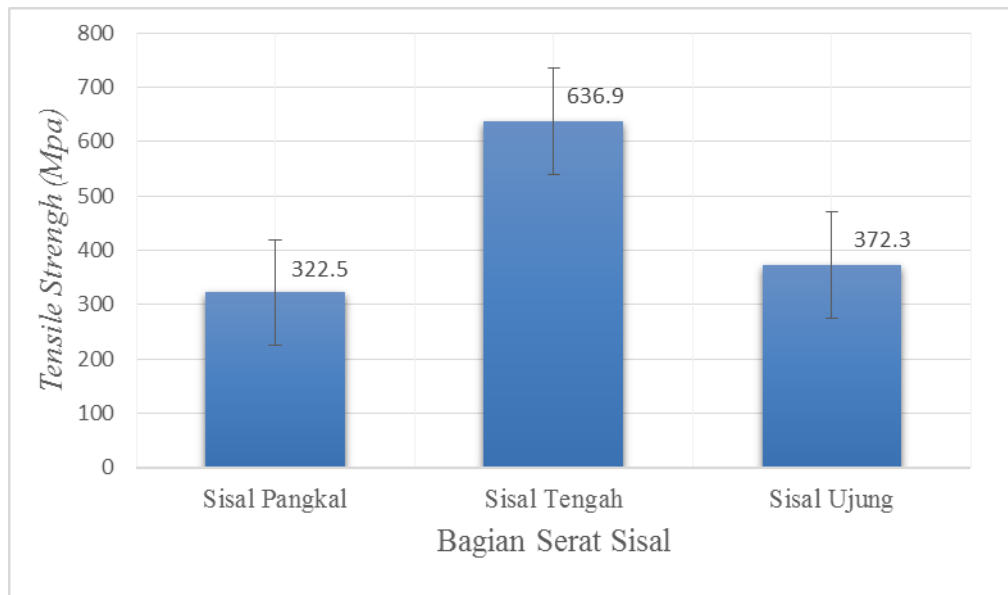


Gambar 4.1 Hasil uji kekuatan tarik serat tunggal kenaf (Budiargo, 2015)

Gambar 4.1 merupakan hasil kekuatan tarik serat tunggal. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa kekuatan tarik kenaf pada bagian tengah adalah yang terkuat mencapai 501,97 MPa. . Mohanty (2005) mengungkapkan besar kuat tarik dan modulus elastisitas tarik serat kenaf sebesar 930 MPa dan 53 GPa, namun hasil pengujian serat kenaf pada penelitian ini nilainya jauh lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh faktor geografis dan iklim sehingga mempengaruhi kekuatan mekanis serat kenaf.

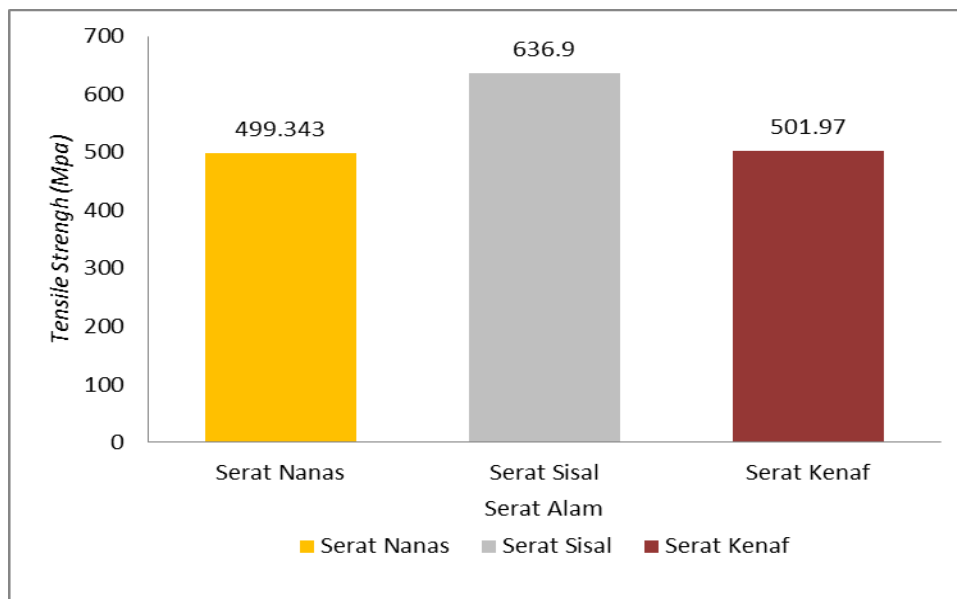
3. Pengujian serat tunggal sisal

Pengujian kuat tarik serat tunggal sisal digunakan untuk mencari bagian serat yang paling kuat sehingga menghasilkan komposit yang dicetak adalah yang paling optimal.



Gambar 4.2 Hasil uji kekuatan tarik serat tunggal sisal (Nahyudin, 2016)

Hasil tersebut memperlihatkan bahwa kekuatan tarik sisal pada bagian tengah adalah yang terkuat mencapai 636,9 MPa. Untuk data sifat mekanis serat *E-Glass* diperoleh dari Horby J dkk, (2006) dengan kekuatan tarik sebesar 2000 MPa. namun hasil pengujian serat sisal pada penelitian ini nilainya jauh lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh faktor geografis dan iklim sehingga mempengaruhi kekuatan mekanis serat sisal.



Gambar 4.3 Diagram perbandingan kekuatan tarik serat tunggal

Dilihat dari gambar 4.3 kekuatan tarik serat tunggal sisal lebih besar dibandingkan dengan serat nanas dan kenaf, hal ini dikarenakan serat sisal memiliki diameter lebih kecil dibandingkan dengan kedua serat tersebut sehingga mempengaruhi kekuatan tarik serat tunggal tersebut, juga faktor dari geografis, iklim, kedewasaan serat mempengaruhi karakteristik mekanis serat tersebut.

4.2 Pengujian Ketangguhan Impak

Penelitian dilakukan dengan 3 (tiga) variasi yaitu variasi perbandingan serat alam (nanas, kenaf dan sisal)/*e-glass* (2:1) dengan jumlah lamina sebanyak 15 lamina, dimana setiap variasi terdiri dari 5 (lima) specimen. Pada pengujian ketangguhan impact besarnya nilai energi yang diserap specimen dari hasil uji impact merupakan suatu parameter untuk menentukan energi serap dan tingkat kekuatan impact dari specimen tersebut. Gambar 4.1 merupakan specimen patahan hasil dari pengujian impact. Nilai perhitungan dari kekuatan hasil ujim impact dapat dilihat pada lampiran.



a



b



c

Gambar 4.4 Spesimen hasil uji impact (a) variasi perbandingan serat nanas/*e-glass* (2:1); (b) variasi perbandingan serat kenaf/*e-glass* (2:1); (c) variasi perbandingan serat sisal/*e-glass* (2:1)

Melalui hasil pengujian impact yang telah diolah datanya didapatkan hasil ketangguhan impact yang dapat dilihat pada tabel 4.2, tabel 4.3 dan tabel 4.4 , pengolahan data untuk mendapatkan hasil kekuatan impact dilakukan untuk mengetahui seberapa besar ketangguhan impact yang dapat diterima pada suatu spesimen.

Tabel 4.2 Hasil pengujian impact pada serat nanas

Pengujian impact nanas(2) : E-glass(1) 15 lamina	sudut β ($^{\circ}$)	cos β ($^{\circ}$)	energi yang diserap (W) Joule	ketangguhan impact Joule/mm ²
n1	144	-0.809016994	0.807513579	0.020187839
n2	143	-0.79863551	0.893679899	0.022341997
n3	145	-0.819152044	0.723392665	0.018084817
n4	145	-0.819152044	0.723392665	0.018084817
n5	145	-0.819152044	0.723392665	0.018084817
Rata - rata	144.4	-0.813021727	0.774274295	0.019356857
Standar deviasi				0.00190

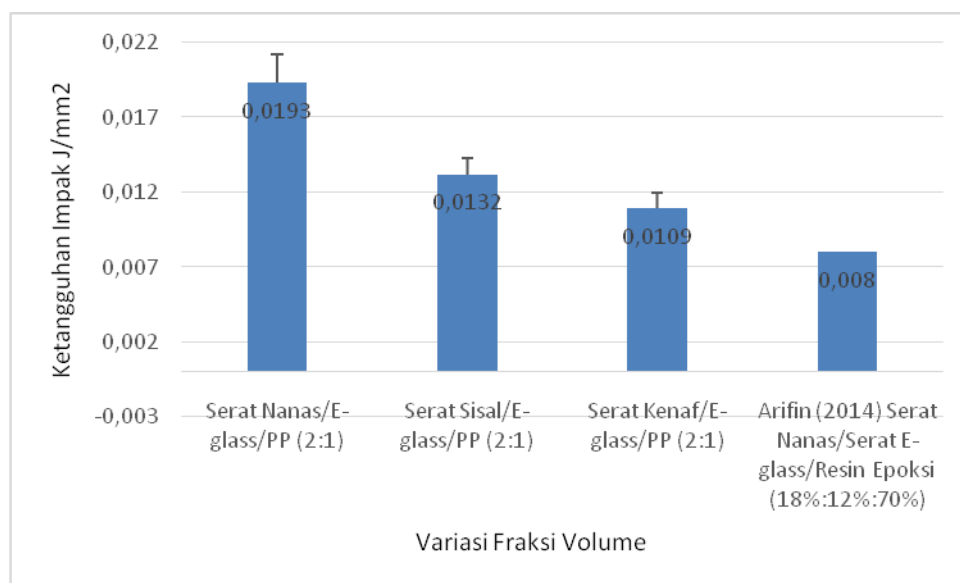
Tabel 4.3 Hasil pengujian impact pada serat kenaf

Pengujian impact kenaf(2) : E-glass(1) 15 lamina	sudut β ($^{\circ}$)	cos β ($^{\circ}$)	energi yang diserap (W) Joule	ketangguhan impact Joule/mm ²
k1	149	-0.857167301	0.407866037	0.010196651
k2	148	-0.848048096	0.483555434	0.012088886
k3	149	-0.857167301	0.407866037	0.010196651
k4	149	-0.857167301	0.407866037	0.010196651
k5	148	-0.848048096	0.483555434	0.012088886
Rata - rata	148.5	-0.853519619	0.438141796	0.010953545
Standar deviasi				0,00103

Tabel 4.4 Hasil pengujian impact pada serat sisal

Pengujian impact sisal(2) : E-glass(1) 15 lamina	sudut β ($^{\circ}$)	cos β ($^{\circ}$)	energi yang diserap (W) Joule	ketangguhan impact Joule/mm ²
s1	148	-0.848048096	0.483555434	0.012088886
s2	147	-0.838670568	0.561388918	0.014034723
s3	148	-0.848048096	0.483555434	0.012088886

s4	147	-0.838670568	0.561388918	0.014034723
s5	147	-0.838670568	0.561388918	0.014034723
Rata - rata	147.25	-0.842421579	0.530255525	0.013256388
Standar deviasi				0,00106



Gambar 4.5 Ketangguhan impact material komposit

Berdasarkan diagram dan tabel diatas, variasi spesimen dengan dengan komposisi serat nanas/*E-glass* (2:1), memiliki nilai energi yang diserap dan ketangguhan impact yang paling tinggi yaitu dengan nilai rata-rata 0,7742 J untuk energi yang diserap dan nilai rata-rata 0,0193 J/mm² untuk nilai ketangguhan impactnya, dan pada variasi spesimen serat kenaf/*E-glass* (2:1) memiliki nilai energi yang diserap dan ketangguhan impact yang paling rendah. Akan tetapi, hasil dari penelitian ini lebih tinggi apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Arifin dkk (2014) yang meneliti tentang pengaruh variasi komposisi komposit resin epoxy/*E-glass* dan serat daun nanas dengan fraksi volume resin epoxy 70%, serat nanas 18%, dan *E-glass* 12%. Dari hasil penelitian ini, serat nanas memiliki ketangguhan impact paling tinggi dikarenakan distribusi serat nanas lebih mudah menyebar dan lebih terdispersi secara merata hal ini dapat dilihat pada gambar 5.0 hasil SEM perbesaran 25x dan berbanding terbalik dengan komposisi serat kenaf

pada gambar 5.1 hasil SEM dengan perbesaran 25x yang mana memiliki sifat menggumpal sehingga akan mempengaruhi dari nilai ketangguhan impak tersebut,

4.3 Pengujian Daya Serap Air

Uji daya serap air dilakukan dengan menggunakan standar ASTM D570-98. Hasil pengujian berupa persentase daya penyerapan air pada spesimen komposit. Spesimen pengujian daya serap air dapat dilihat pada gambar 4.5 dibawah ini.

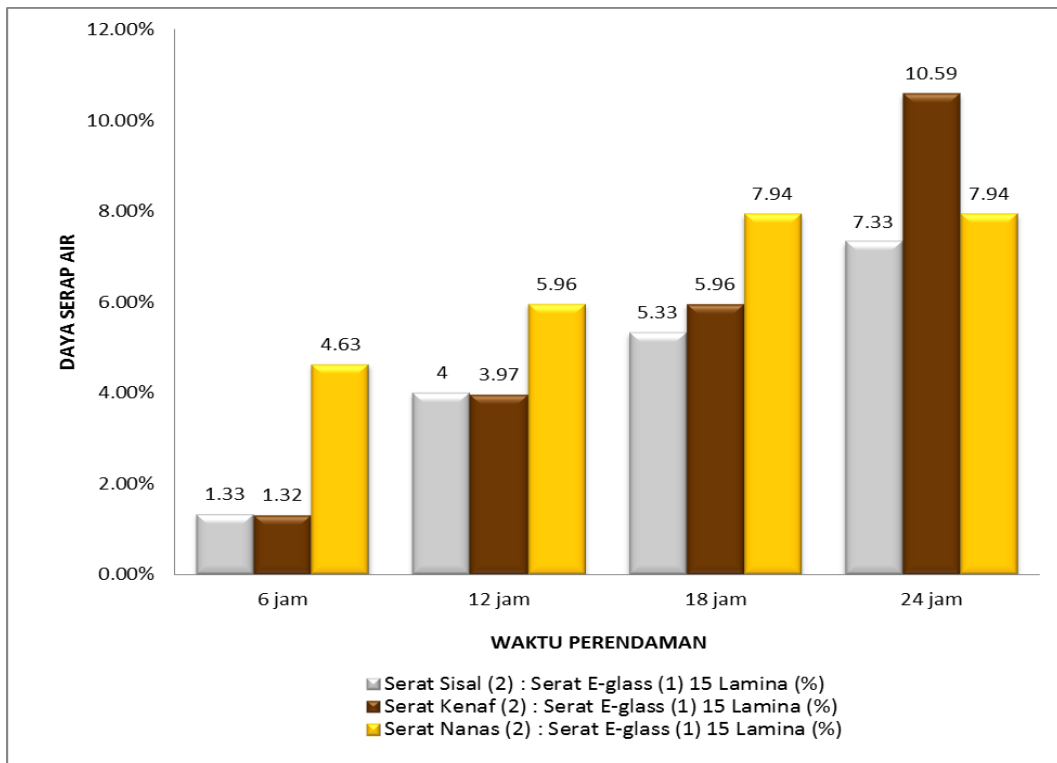


Gambar 4.6 Spesimen uji daya serap air

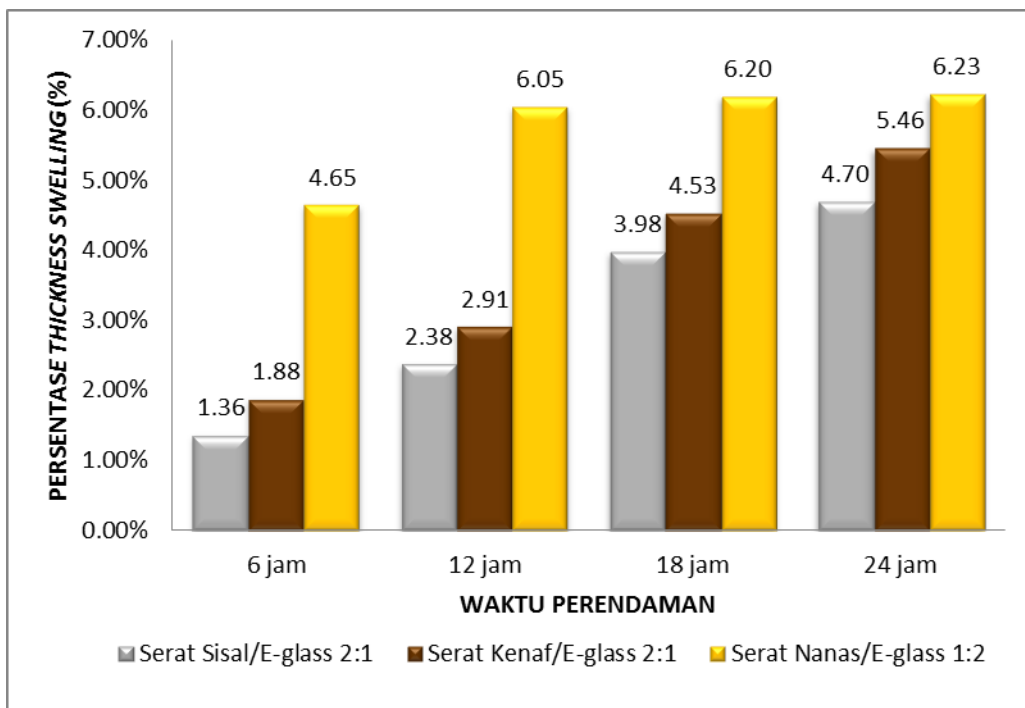
Perhitungan untuk menentukan persentase daya yang diserap spesimen dapat dilihat pada lampiran. Proses perendaman dilakukan selama 24 jam atau 1 hari penuh dimana setiap 6 jam dilakukan penimbangan pada spesimen untuk mengetahui persentase peningkatan jumlah air yang terserap oleh spesimen komposit hibrid. Tabel data presentase dan grafik uji daya serap air dapat dilihat pada tabel 4.6 dan gambar 4.5 dibawah ini.

Tabel 4.5 Hasil data persentase daya serap air

Waktu	Serat Sisal (2) : Serat <i>e-glass</i> (1) 15 Lamina (%)	Serat Kenaf (2) : Serat <i>e-glass</i> (1) 15 Lamina (%)	Serat Nanas (2) : Serat <i>e-glass</i> (1) 15 Lamina (%)
6jam	1,33%	1.32%	4.63%
12jam	4%	3.97%	5.96%
18 jam	5,33%	5.96%	7.94%
24 jam	7,33%	10.59%	7.94%



Gambar 4.7 Hasil persentase daya serap air terhadap waktu



Gambar 4.8 Hasil pengujian *thickness swelling*

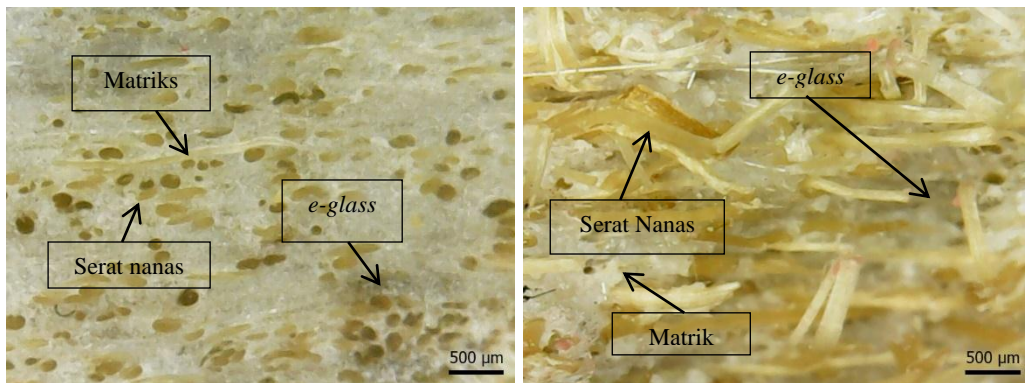
Berdasarkan grafik diatas dapat disimpulkan bahwa persentase daya serap air tertinggi terdapat pada variasi serat kenaf/*E-glass* (2:1) dengan persentase daya serap air sebesar 10,59 % selama 24 jam. Hal ini terjadi karena serat kenaf memiliki sifat *hydrophilic* yang dimana serat mampu menyerap dan menyimpan air sehingga komposisi serat kenaf yang lebih mendominasi akan membuat komposit menjadi mampu menyerap air lebih banyak dan adanya void juga akan menyebabkan rongga tersebut terisi dengan air sehingga menaikkan berat komposit. Daya serap air terendah terdapat pada serat sisal/*E-glass* (2:1) akan tetapi pada serat nanas dengan variasi 18 dan 24 jam memiliki nilai daya serap air yang sama, berbeda dengan serat sisal yang mana nilai daya serap airnya semakin lama semakin naik. Sehingga pada penelitian ini memungkinkan variasi serat nanas dengan waktu lebih dari 24 jam akan mengalami penurunan persentase daya serap air, pada pengujian *thickness swelling* serat nanas memiliki nilai tertinggi dan nilai persentase *thickness swelling* cenderung meningkat pada variasi waktu yang lama.

4.4 Hasil Struktur Optik dan SEM (*Scanning Electron Microscope*)

a. Hasil Struktur Optik

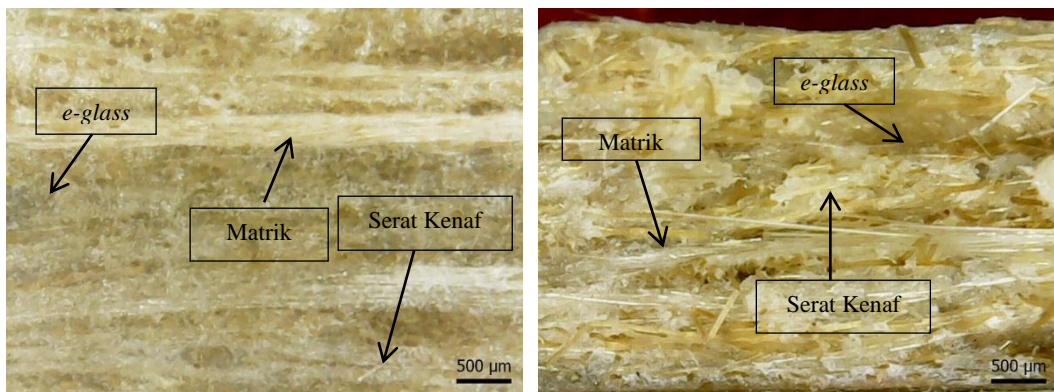
Analisis struktur penampang lintang dan patahan hasil uji tarik menggunakan uji optik dan SEM. Pengujian optik dan SEM digunakan untuk mempelajari morfologi struktur ikatan antara serat dengan matriks, serta mengetahui distribusi serat alam (kenaf, sisal dan nanas) dan *e-glass* pada matrik, sehingga dapat diketahui penyebab terjadinya penurunan atau kenaikan kekuatan mekanik pada komposit. Sampel yang dipilih untuk dilakukan SEM dan optik yaitu bagian patahan hasil uji kekuatan impak Gambar. 4.7, 4.8, dan 4.9. Komposit dengan variasi 20:10 dipilih karena dengan bertambahnya serat *e-glass* kekuatan mekanik komposit semakin menurun yang berlawanan dengan hasil-hasil penelitian komposit hibrid sisal/*E-Glass* sebelumnya (Jarukumjorn, 2009).

A. Penampang lintang dan patahan serat nanas



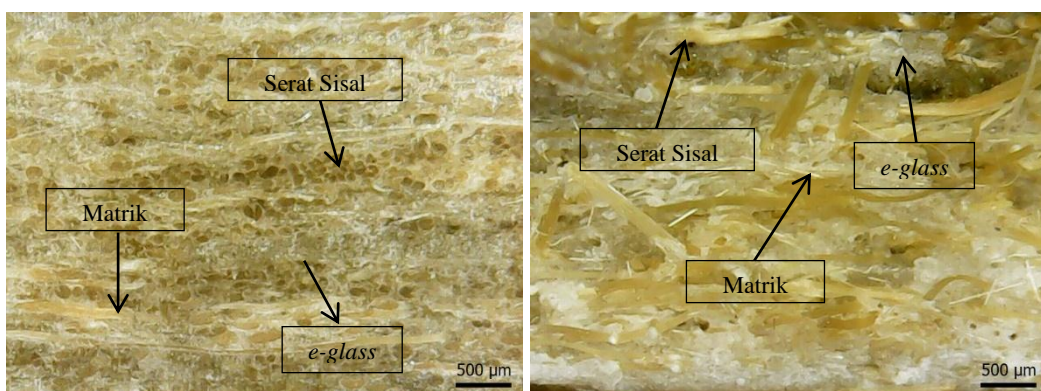
Gambar 4.9 Hasil Penampang lintang dan patahan serat nanas (2) / *e-glass* (1) / polipropilena 15 lamina

B. Penampang lintang dan patahan serat kenaf



Gambar 5.0 Hasil penampang lintang dan patahan serat kenaf (2) / *e-glass* (1) / polipropilena 15 lamina

C. Penampang lintang dan patahan serat sisal

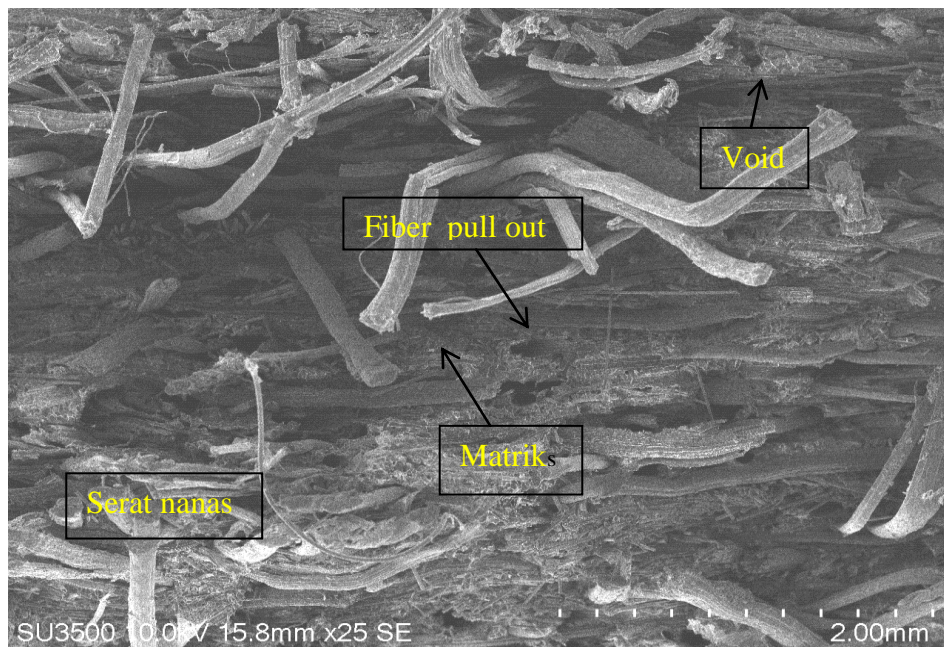


Gambar 5.1 Hasil penampang lintang dan patahan serat sisal (2) / *e-glass* (1) / polipropilena 15 lamina

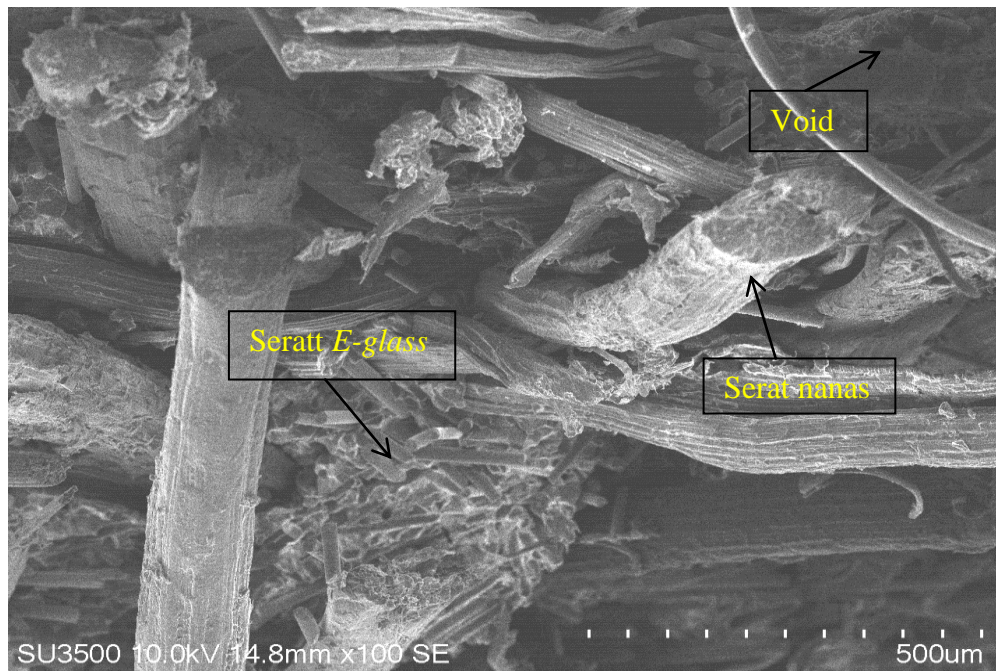
Berdasarkan hasil gambar uji optik diatas ikatan antara matriks dan *filler* saling mengikat satu sama lain dan relatif baik. Akan tetapi, distribusi penyebaran *filler* masih kurang merata khususnya pada serat kenaf dan *E-glass* yang menggumpal. Hal ini dikarenakan proses fabrikasi menggunakan metode *hand lay up*, sehingga hasil kualitas spesimen tergantung pada pembuatnya.

b. **Hasil SEM (*Scanning Electron Microscope*)**

Hasil dari uji SEM pada permukaan patah hasil uji impak pada variasi perbandingan serat alam (nanas, sisal, kenaf) / *E-Glass* / (2:1) dapat dilihat pada gambar dibawah ini



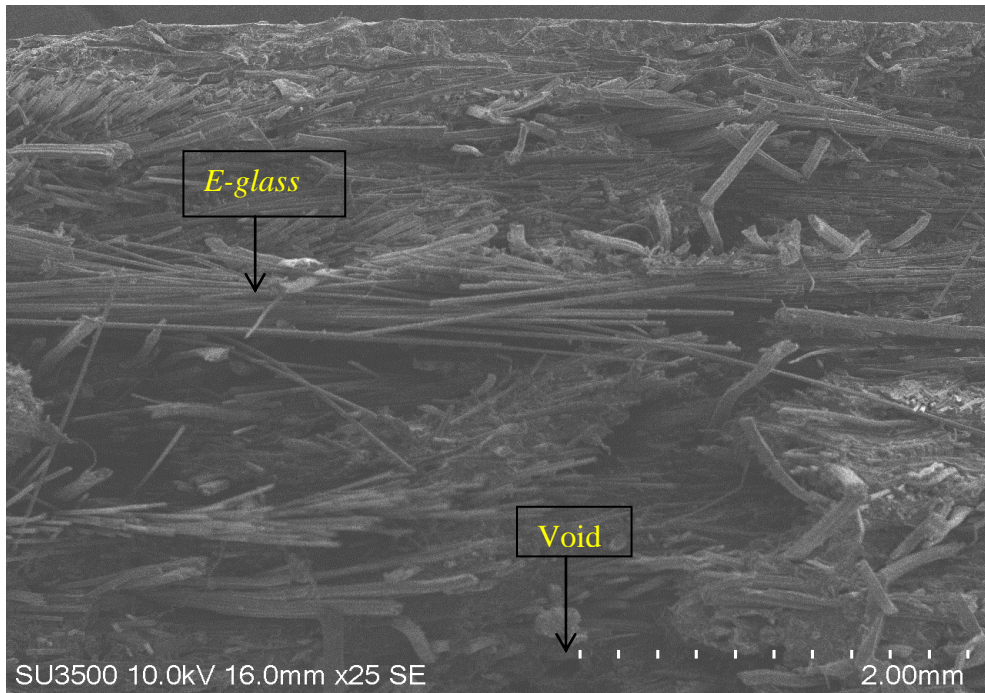
(a)



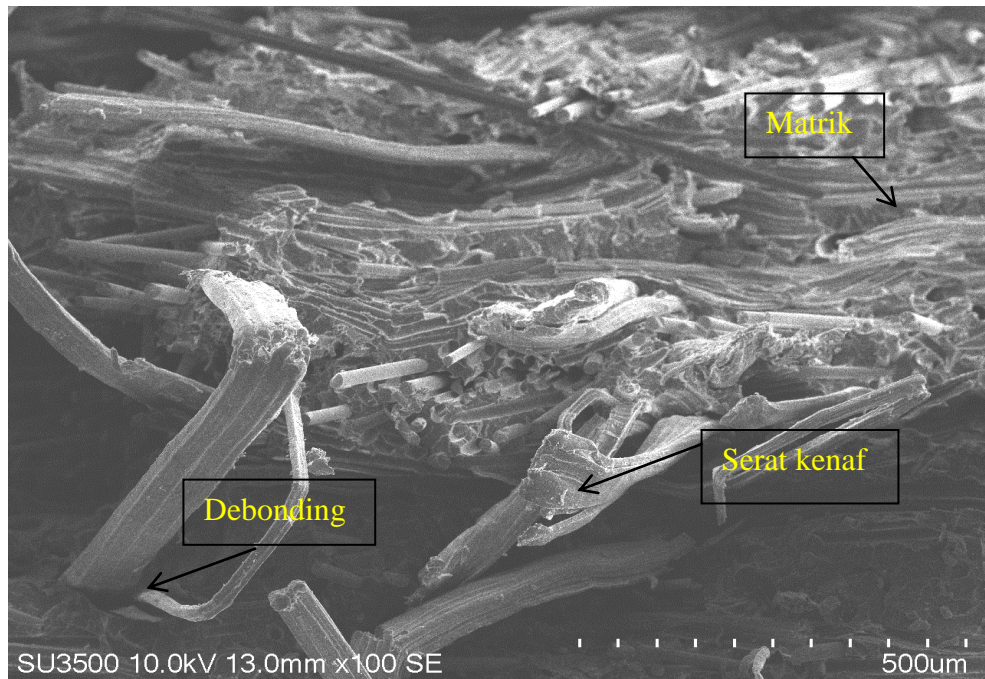
(b)

Gambar 5.2 Hasil SEM dengan perbandingan serat nanas/*E-Glass* 2:1 (a) perbesarn x25 (b) perbesaran x100

Hasil uji SEM pada gambar 5.0 memperlihatkan bahwa pada komposit PP/nanas/*E-glass* 70/20/10 menunjukkan distribusi serat nanas terdispersi secara merata, sedangkan pada persebaran serat *E-glass* masih mengumpul pada titik tertentu dapat dilihat pada perbesaran 100x, akan tetapi pada titik yang lain serat *E-glass* tersusun homogen sehingga mampu terikat dengan baik dengan matrik dan serat nanas. Hal ini dapat dilihat tidak adanya dibonding, akan tetapi ada beberapa *fiber full out* yang dapat mempengaruhi nilai kekuatan mekanis. Adanya sedikit void pada komposit material diakibatkan udara yang terjebak pada saat proses fabrikasi. Sedangkan ikatan antara *filler* dan matriks pada perbesaran x100 dapat dilihat bahwa matrik menempel pada serat, hal ini menunjukkan bahwa ikatan antara *filler* dan matrik relatif baik.



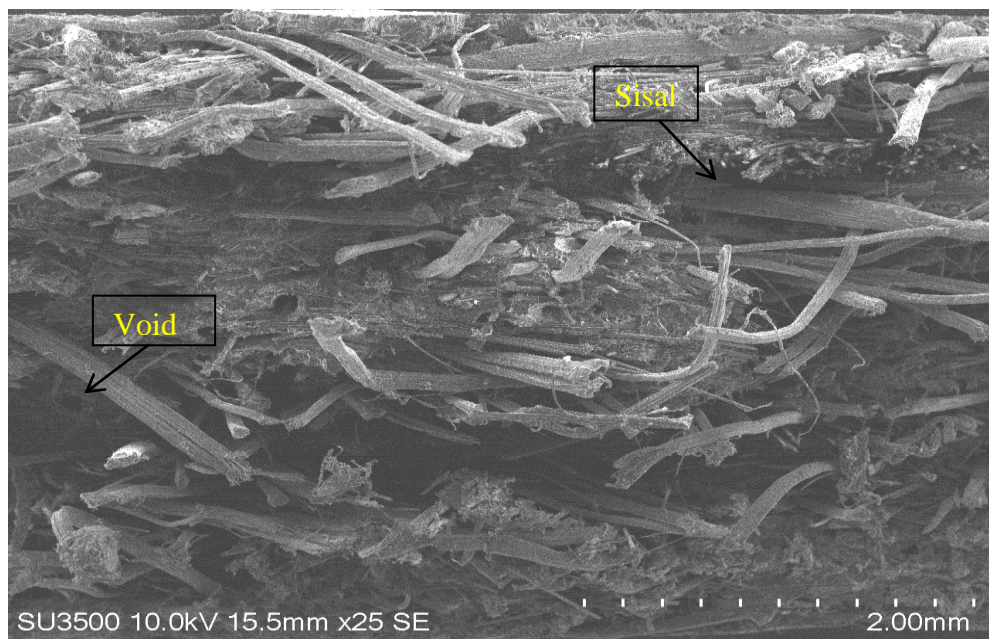
(a)



(b)

Gambar 5.3 Hasil SEM dengan perbandingan serat kenaf/E-Glass 2:1 (a) perbesarn x25 (b) perbesaran x100

Hasil uji SEM pada gambar 5.1 memperlihatkan bahwa pada komposit PP/kenaf/*E-glass* 70/20/10 menunjukkan persebaran serat kenaf dan serat *E-glass* masih mengumpul pada titik tertentu dapat dilihat pada perbesaran 25x dan 100x hal ini terjadi dikarenakan serat kenaf memiliki sifat yang lebih menggumpal dibandingkan sisal dan nanas sehingga tidak terdispersi secara merata. Akan tetapi ikatan antara *filler* dan matriks pada perbesaran x100 dapat dilihat bahwa matriks menempel pada serat relatif baik. Adanya debonding pada spesimen kenaf/*E-glass* sehingga mempengaruhi nilai kekuatan mekanis dari material komposit tersebut, dan adanya void pada komposit material diakibatkan udara yang terjebak pada saat proses fabrikasi.



(a)



(b)

Gambar 5.4 Hasil SEM dengan perbandingan sisal/*E-Glass* 2:1 (a) perbesaran x25
(b) perbesaran x100

Hasil uji SEM pada gambar 5.2 memperlihatkan bahwa pada komposit PP/sisal/*E-glass* 70/20/10 menunjukkan persebaran serat sisal cukup merata sedangkan pada persebaran serat *E-glass* masih mengumpul pada titik tertentu dapat dilihat pada perbesaran 100x, akan tetapi pada titik yang lain serat *E-glass* tersusun homogen sehingga mampu terikat dengan baik dengan matrik. akan tetapi ada beberapa *fiber full out* yang dapat mempengaruhi nilai kekuatan mekanis. Adanya void pada komposit material diakibatkan udara yang terjebak pada saat proses fabrikasi. Sedangkan ikatan antara *filler* dan matriks pada perbesaran x100 dapat dilihat bahwa matrik menempel pada serat, hal ini menunjukkan bahwa ikatan antara *filler* dan matrik relatif baik.