

Lembar Persetujuan Naskah Publikasi dan Abstrak Tugas Akhir (TA)

Judul TA: Karakterisasi Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Hibrid Sisal/Karbon/Low Density Polyethylene (LDPE) yang difabrikasi dengan Variasi Perbandingan Sisal dan Karbon

Judul Naskah Publikasi: Karakterisasi Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Hibrid Sisal/Karbon/Low Density Polyethylene (LDPE) yang difabrikasi dengan Variasi Perbandingan Sisal dan Karbon

Nama Mahasiswa: Ridwan Fandi Nugroho

NIM: 20150130095


Pembimbing 1: Dr. Ir. Harini Sosiati, M.Eng.

Pembimbing 2: Drs. Sudarisman, M.S.Mechs., Ph.D

Hal yang dimintakan persetujuan \*:

<input checked="" type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Indonesia	<input checked="" type="checkbox"/> Naskah Publikasi	<input type="checkbox"/> .....	<input type="checkbox"/> .....
<input checked="" type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Inggris	<input type="checkbox"/> .....	<input type="checkbox"/> .....	<input type="checkbox"/> .....

\*beri tanda √ di kotak yang sesuai



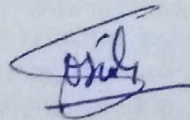
Tanda Tangan

Ridwan Fandi Nugroho

Tanggal 23 - 07 - 2019

Persetujuan Dosen Pembimbing dan Program Studi

Disetujui



Tanda Tangan

Dr. Ir. Harini Sosiati, M.Eng.

Tanggal 23 - 07 - 2019



Tanda Tangan

Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.

Tanggal 26 - 07 - 2019

# KARAKTERISASI SIFAT FISIS DAN MEKANIS KOMPOSIT HIBRID SISAL/KARBON/LOW DENSITY POLYETHYLENE (LDPE) YANG DIFABRIKASI DENGAN VARIASI PERBANDINGAN SISAL DAN KARBON

Ridwan Fandi Nugroho<sup>a</sup>, Harini Sosiati<sup>a</sup>, Sudarisman<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,  
 Jl. Brawijaya, Tamantirto, Bantul, Yogyakarta 55183  
[ridwan.fandi.2015@ft.umy.ac.id](mailto:ridwan.fandi.2015@ft.umy.ac.id)

---

## Abstrak

Komposit serat alam sisal sebagai bahan penguat/pengisi (*fillers*) dengan matriks *Polymer low density polyethylene* (LDPE) dikembangkan sebagai bahan alternatif perangkat biomedis. Serat sisal memiliki beberapa keunggulan densitas yang rendah, harga rendah dan biokompatibel bagi tubuh manusia. Tujuan dari penelitian ini yaitu membuat komposit hibrida (LDPE) dengan *fillers* serat sisal/karbon sebagai bahan alternatif perangkat biomedis, dan mengetahui variasi perbandingan serat sisal dan karbon yang terbaik dari variasi perbandingan 1:1, 2:1 dan 3:1. Fabrikasi komposit hibrida menggunakan metode lamina dengan mesin *hot press*, pada temperature 115 °C, dengan tekanan 1,449 MPa selama 15 menit. Serat sisal dialkalisasi dengan 6% NaOH selama 36 jam, dan serat sisal dipotong dengan panjang 6 mm. Serat karbon diperlakukan dengan direndam nitrogen cair selama 10 menit, dan serat karbon dipotong dengan panjang 10 mm disusun dengan metode *hand lay-up*. Komposisi matriks/*filler* yaitu 80:20 % dan serat hibrida sisal dan karbon 1:1, 2:1 dan 3:1. Pengujian bending menggunakan standar ASTM D790-03, dan pengujian daya serap air ASTM D570, kemudian karakterisasi struktur patahan uji bending dilakukan menggunakan mikroskop optik makro. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit hibrida sisal/karbon LDPE dengan tegangan bending dan modulus elastisitas tertinggi pada komposit dengan perbandingan 1:1 yaitu 26,32MPa dan 2,128 GPa serta uji *water absorption* dan *thickness swelling* masing-masing sebesar 4,8% dan 3%. Dengan demikian variasi perbandingan 1:1 lebih baik jika dibandingkan dengan perbandingan 2:1 dan 3:1

**Kata kunci:** LDPE, serat sisal, serat karbon, komposit hibrida, biomedis.

---

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang semakin pesat membuat industri terus bersaing guna menciptakan inovasi-inovasi baru. Inovasi yang marak dikembangkan saat ini yaitu inovasi dalam meningkatkan kualitas bahan yang ramah lingkungan. Salah satunya yaitu pengembangan teknologi material, dimana material ramah lingkungan seperti komposit saat ini menjadi alasan utama untuk menggantikan material logam yang sulit terurai. Akhir-akhir ini pengembangan dan pemanfaatan material komposit hibrida serat alam telah diaplikasikan secara komersial di berbagai bidang seperti dibidang biomedis.

Penelitian komposit serat alam untuk aplikasi biomedis sudah banyak dilakukan (Namvar dkk, 2014). Serat alam lebih disukai karena biaya yang rendah, dan ramah lingkungan. Jenis serat alam yang digunakan untuk aplikasi biomedis adalah serat sisal, serat pisang, serat roselle (Chandramohan, 2011). Matriks jenis polimer adalah matriks yang banyak digunakan dalam aplikasi biomedis, salah satunya adalah *polyethylene* (PE) (Namvar dkk, 2014). UHMWPE, HDPE dan LDPE adalah contoh dari *polyethylene* yang digunakan pada aplikasi biomedis (Kariduraganavar, 2014) karena matriks tersebut sangat kompatibel terhadap jaringan tubuh manusia.

Untuk aplikasi biomedis, serat karbon adalah jenis serat sintetis yang banyak digunakan. Serat karbon merupakan serat sintetis yang mempunyai karakterisasi yang paling tinggi dibandingkan dengan serat sintetis lainnya. Namun kekurangan dari serat karbon adalah kurang mengikat dengan matriks pada komposit polimer, sehingga serat karbon perlu diberi perlakuan sebelum digunakan sebagai *filler* dari sebuah komposit polimer (Zhang dkk, 2004).

Penelitian komposit LDPE dilakukan oleh Leduc dkk, (2007) dengan *agave tequilana* sebagai *filler* dan penambahan MAPE sebagai *coupling agent*. Penelitian lainnya juga dilakukan oleh Tufan dkk, (2016) pada komposit hibrid sisal/karbon/rPP, pengujian mekanis yang dilakukan yaitu uji tarik dan uji bending. Husseinsyah dkk, (2016) melakukan penelitian tentang sifat fisis *water absorption* pada komposit batang jagung/LDPE dengan penambahan minyak kelapa sebagai *coupling agent*, hasil penelitian menunjukkan bahwa penyerapan terbesar terjadi pada komposit batang jagung/LDPE tanpa *coupling agent*.

Penelitian tentang komposit hibrid dengan *filler* serat sisal dan serat karbon dengan matriks LDPE belum pernah dilaporkan sebelumnya. Penelitian ini membahas pembuatan komposit hibrid sisal/karbon/LDPE dengan variasi perbandingan serat sisal dan karbon 1:1, 2:1 dan 3:1 sebagai bahan alternatif perangkat biomedis dengan komposisi *filler* dan matriks 20/80 (% berat). Serat sisal diberi perlakuan alkalisasi NaOH 6% selama 36 jam dengan panjang 6mm dan serat karbon direndam dalam nitrogen cair selama 10 menit dengan panjang 10mm. Pengujian bending dilakukan sebagai uji mekanis serta *water absorption* untuk uji fisisnya. Hasil dari uji bending dikarakterisasi menggunakan uji optik makro.

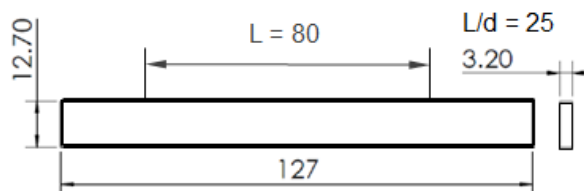
## 2. METODE

### 2.1 Preparasi Serat dan Matriks

Serat sisal dipersiapkan dengan mencuci serat menggunakan aquades lalu serat sisal diberi perlakuan alkalisasi dengan larutan NaOH 6% pada temperatur ruangan selama 36 jam. Serat sisal alkalisasi yang sudah dikeringkan di potong 6mm. Untuk serat karbon diberi perlakuan dengan perendaman nitrogen cair selama 10 menit kemudian di potong dengan panjang serat 10mm. Matriks LDPE yang berbentuk lembaran di potong sesuai ukuran cetakan yaitu dengan panjang 170 mm dan lebar 90 mm.

### 2.2 Pembuatan Komposit

Perhitungan komposit menggunakan fraksi volume serat 20% dan matriks 80% dengan perbandingan serat hibrida sisal/karbon 1:1, 2:1 dan 3:1. Proses pembuatan komposit dilakukan dengan metode fabrikasi lamina dan penataan serat dengan cara hand lay up yaitu disusun menggunakan tangan secara manual pada cetakan. kemudian cetakan di tekan menggunakan mesin hot press pada temperatur 115°C selama 15 menit dengan tekanan 1,449. Hasil pengepressan komposit yang telah jadi kemudian di potong, spesimen dibuat dua jenis, untuk pengujian bending mengacu pada standar ASTM D790-03 dan pengujian *water absorption* mengacu pada standar D570.

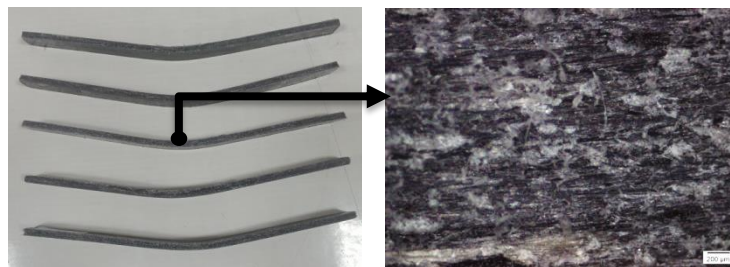


Gambar 2.1 Ukuran spesimen uji bending ASTM D790-03

### 2.3 Uji Mekanis dan Karakterisasi

Pengujian mekanis dilakukan pada semua spesimen yang telah difabrikasi. Pengujian bending dilakukan dengan mengacu pada standar ASTM D790-03 menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) di ATMI Surakarta dengan *load cell* 20000 N, panjang span 80 mm. Lima sampel untuk setiap spesimen telah diuji, dan rata-rata *flexural strength* ( $\sigma_f$ ), modulus elastisitas ( $E_b$ ) dan *elongation* ( $\epsilon_b$ ) telah diperoleh dari kurva tegangan-defleksi. Data ditampilkan dalam bentuk rata-rata. Sedangkan pengujian *water absorption* dilakukan dengan mengacu pada standar ASTM D570 dengan pengujian direndam di larutan aquades selama 12 jam sekali lalu dilakukan pengukuran berat dan tebal sampai berat dan tebal spesimen dinyatakan konstan.

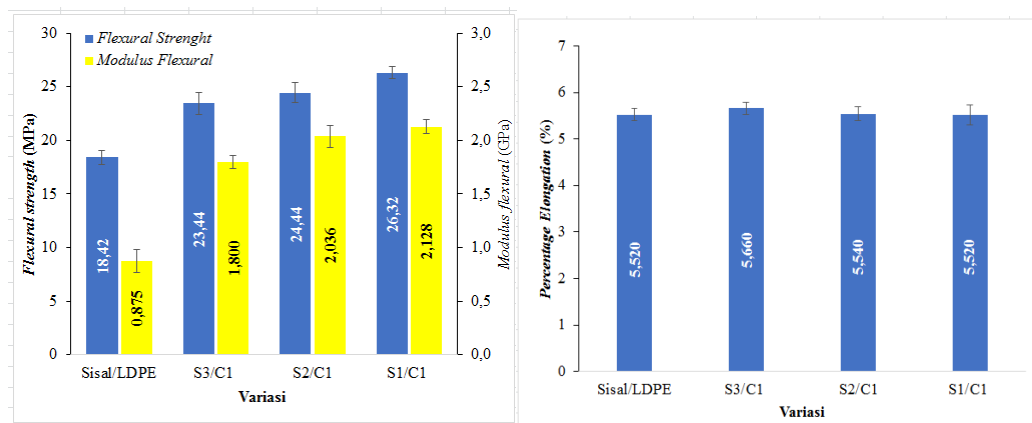
Hasil dari pengujian bending dikarakterisasi menggunakan uji optik untuk mengetahui korelasi antara hasil uji bending dan nilai kuat bending. Area pengamatan dilakukan pada area perbesaran 300x menggunakan micam software untuk melihat distribusi serat pada komposit.



Gambar 2.2 Spesimen Uji bending yang telah diuji

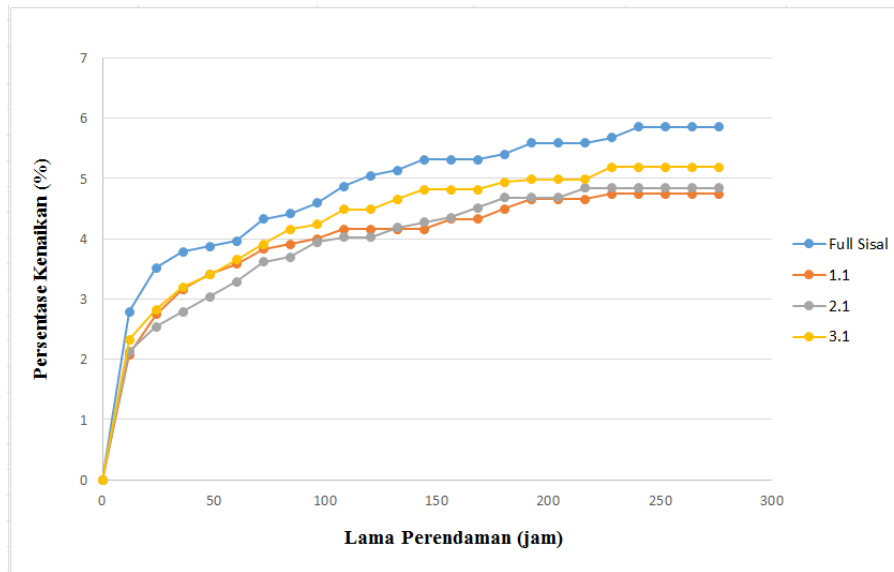
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Analisis Pengujian Mekanis dan fisis



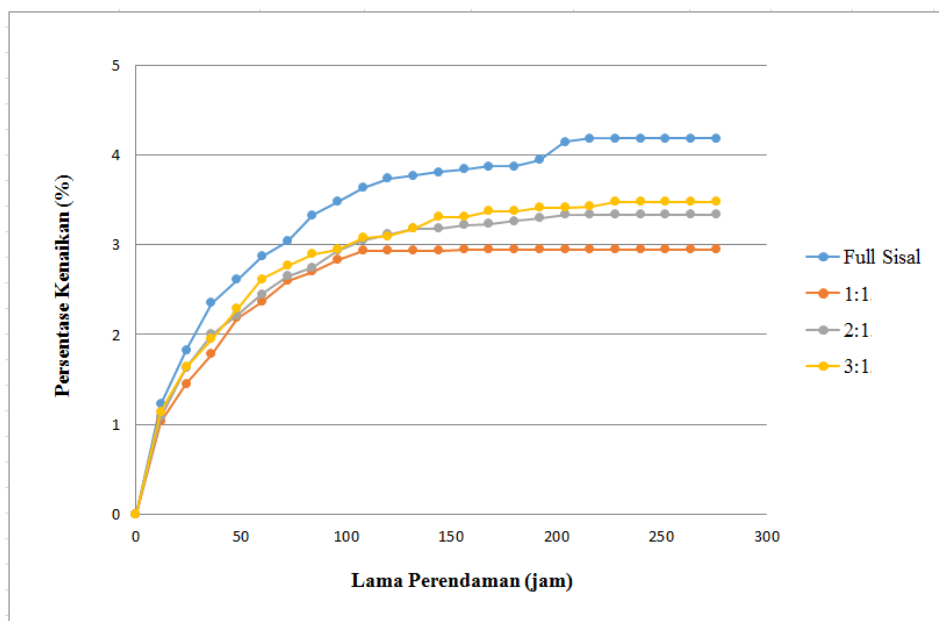
Gambar 3.1. Grafik kekuatan, modulus elastisitas dan regangan bending

Dari Gambar 3.1. terlihat bahwa hasil pengujian bending menunjukkan nilai kekuatan bending rata-rata variasi berbeda. Pada variasi perbandingan 1:1 memiliki kekuatan bending tertinggi yaitu 26,32 MPa dan modulus 2,128 GPa. Sedangkan perbandingan 2:1 dan 3:1 sebesar 24,44 MPa dan 23,44 MPa untuk modulus 2,036 GPa dan 1,8 GPa. Faktor yang mempengaruhi kekuatan bending pada perbandingan 1:1 lebih tinggi dari perbandingan 2:1 dan 3:1, yaitu banyaknya volume serat karbon yang dapat meningkatkan kekuatan mekanis pada komposit.



Gambar 3.2 Penyerapan air

Berdasarkan grafik pengujian daya serap air diatas dapat dilihat bahwa komposit full sisal mengalami kenaikan secara signifikan dari 0-12 jam, hal itu disebabkan karena kandungan selulosa yang cukup tinggi pada serat alam yang dapat meningkatkan daya serap air pada komposit, karena selulosa memiliki sifat hidrofilik sehingga meningkatkan daya serap air. Berbeda dengan perbandingan 1:1 yang mengalami penambahan berat yang tidak terlalu tinggi karena adanya penambahan serat karbon yang memiliki sifat hidrofobik.

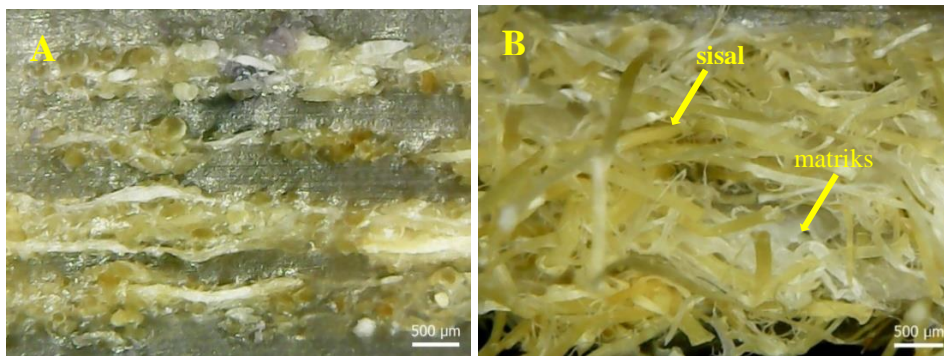


Gambar 3.3 Thickness swelling

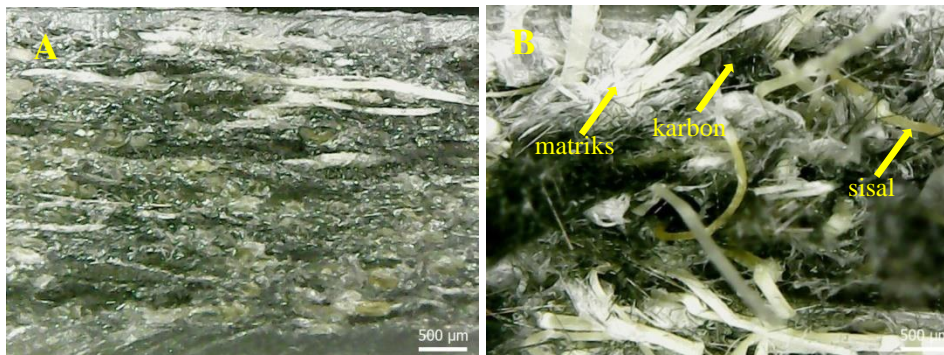
Grafik diatas menunjukkan hubungan antara lama perendaman dengan ketebalan spesimen. Semakin lama perendaman yang dilakukan sebanding dengan meningkatnya ketebalan spesimen. Pertambahan tebal paling besar terjadi pada 12 jam pertama. Pertambahan tebal 12 jam pertama paling besar terjadi pada variasi spesimen full sisal yang mengalami kenaikan ketebalan secara signifikan, untuk pertambahan tebal yang terkecil terjadi pada 12 jam pertama terjadi pada variasi perbandingan 1:1. Hasil akhir pertambahan tebal dari 0-276 jam variasi full sisal dan perbandingan 1:1, 2:1 serta 3:1 masing masing sebesar 4,2%, 3%, 3,3% dan 3,6%.

### 3.2 Analisis hasil uji optik

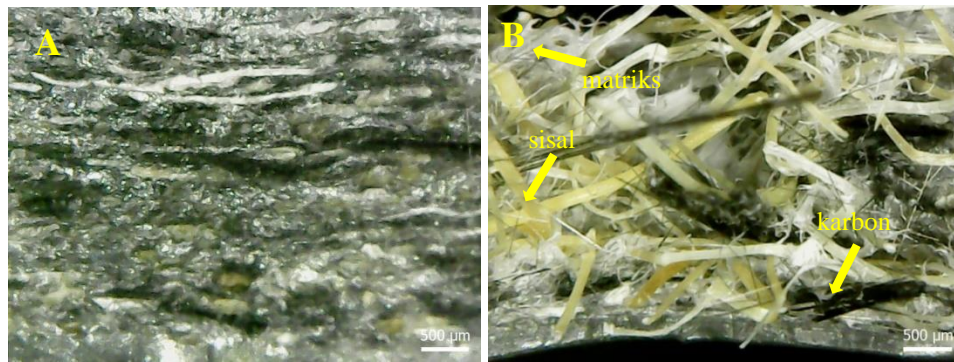
Komposit hasil uji bending yang telah dilakukan kemudian di potong bagian tengah dan hasil potongan diamati menggunakan mikroskop optik digital.



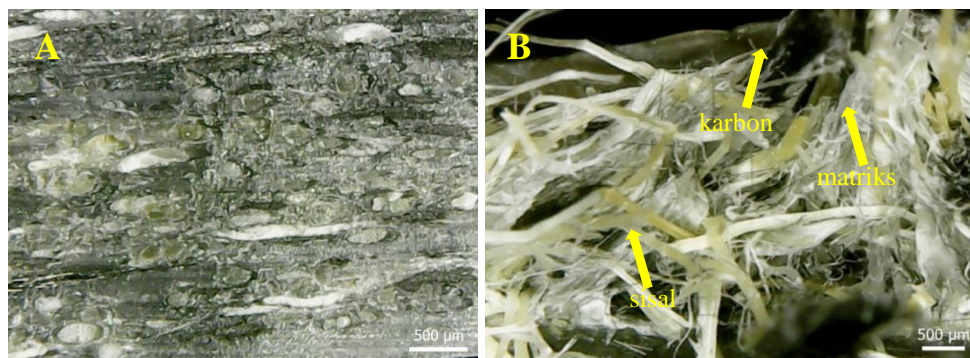
**Gambar 3.4** Struktur makro komposit variasi full sisal (A) penampang lintang (B) patahan



**Gambar 3.5** Struktur makro komposit variasi perbandingan 1:1 (A) penampang lintang (B) patahan



**Gambar 3.6** Struktur makro komposit variasi perbandingan 2:1 (A) penampang lintang (B) patahan



**Gambar 3.7** Struktur makro komposit variasi perbandingan 3:1 (A) penampang lintang (B) patahan lintang

Spesimen komposit dari hasil pengujian bending di potong pada bagian tengah, kemudian potongan komposit diamati menggunakan mikroskop optik digital. Persebaran serat sisal/karbon dan matriks pada komposit dapat diamati. Terlihat pada hasil uji optik, letak serat sisal dan karbon tersusun secara acak dan hampir menyebar secara merata. Komposit yang terisi penuh dengan pesebaran serat secara merata menghasilkan komposit dengan kuat bending yang tinggi.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil pengujian bending menunjukkan bahwa perbandingan serat sisal/karbon 1:1 mempunyai tegangan bending paling tinggi yaitu 26,32 MPa dibandingkan dengan perbandingan 2:1 dan 3:1 masing-masing sebesar 24,44 MPa dan 23,44 MPa..
2. Untuk pengujian *water absorption* kenaikan terendah terjadi pada perbandingan serat sisal/karbon 1:1, yaitu sebesar 4,8% dan *thickness swelling* sebesar 3%..
3. Dari hasil foto makro metode lamina menunjukkan bahwa antara matriks dan filler terikat secara kuat dan serat terdistribusi secara merata. Pada hasil foto makro perbandingan serat sisal/karbon 3:1 dan 2:1 masih terlihat distribusi antara serat dan matrik masih kurang merata, terlihat serat sisal yang menggumpal (aglomerasi), sehingga dapat disimpulkan bahwa perbandingan serat sisal/karbon yang lebih baik yaitu 1:1.
4. Hasil penelitian menunjukkan kekuatan mekanis komposit hibrida sisal/karbon/LDPE cukup rendah dan masih diperlukan penelitian selanjutnya untuk mendapatkan kekuatan mekanis yang diinginkan.

## REFERENSI

- ASTM Standard. D570. "Standard Test Method for Water Absorption of Plastics". United States. ASTM International. 2002.
- ASTM Standard. D790-03. "Standard Test Method for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials". United States. ASTM International. 2002.
- Chandramohan D. dan Marimuthu K., 2011. "A Review on Natural Fibers". IJRRAS, 8(2), pp. 194-206.
- Husseinsyah S., Chun K S., Yeng C M. dan Ismail A., 2016. "Tensile, Thermal and Water Absorption Properties of Corn Stalk Filled Low Density Polyethylene Composites: Effect of Coconut Oil Coupling Agent". Sains Malaysiana, 45(11), pp. 1733-1739.
- Kariduraganavar M. Y., Kittur A. A. dan Kamble R. R., 2014. "Polymer Synthesis and Processing". Natural and Synthetic Biomedical Polymers, pp. 1-31.
- Leduc S., Urena J. R. G., Gonzalez-Nunez R., Quirarte J. R., Riedl B., dan Rodrigue D., 2008. "Ldpe/Agave Fibre Composites: Effect of Coupling Agent and Weld Line on Mechanical and Morphological Properties". Polymers and Polymer Composites, 16(2), pp. 115-123.
- Namvar F., Jawaid M., Tahir P Md., Mohamad R., Azizi S., Khodavandi A., Rahman H S. dan Nayeri M D., 2014. "Potential Use of Plant Fibres and their Composites for Biomedical Applications". BioResources, 9(3), pp. 5688-5706.
- Tufan, M., Akbaş S. and Aslan M., 2016. "Decay Resistance, Thermal Degradation, Tensile And Flexural Properties Of Sisal Carbon Hybrid Composites". Maderas. Ciencia y tecnología, 18(4), pp. 599-606.
- Zhang H., Zhang Z. dan Breidt C., 2004. "Comparison Of Short Carbon Fibre Surface Treatments On Epoxy Composites". Composites Science and Technology, 64(13-14), pp. 2021-2029.