

# Pengaruh Variasi Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polypropylene Daur Ulang Berpenguat Serat *Sansevieria trifasciata*

I Komang Tunas Suantara, Ngakan Putu Gede Suardana dan I P Lokantara  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

Tujuan dibuatnya penelitian ini yaitu memperoleh kekuatan tarik yang optimum dari variasi yang dilakukan disamping itu dibuatnya penelitian ini dapat mengurangi permasalahan sampah yang ada. Bahan dalam penelitian ini yaitu polypropylene daur ulang dan serat *Sansevieria trifasciata* dengan variasi panjang serat yaitu serat lurus 180 mm dan acak 30 mm. Variasi fraksi volume serat yang digunakan yaitu 35%. Spesimen komposit dibuat dengan metode pres panas suhu 170<sup>0</sup> C selama 120 menit. Pengujian material komposit yaitu uji tarik dengan dimensi spesimen uji mengacu pada ASTM D-570. Hasil dari pengujian yang dilakukan yaitu nilai kekuatan tarik serat lurus lebih tinggi dibandingkan dengan serat acak. Hal tersebut terjadi karena pada serat lurus sebagian besar menerima pembebanan yang searah dengan arah serat sedangkan serat acak mengalami pembebanan yang tidak beraturan terhadap arah serat. Nilai kekuatan tarik optimum yang diperoleh sebesar 48.052 MPa pada serat lurus dan nilai terendah sebesar 22.15 MPa pada serat acak.

Kata Kunci : Serat *Sansevieria trifasciata*, Komposit, Kekuatan tarik

## Abstract

The purpose of this study is to obtain the optimum tensile strength from the variations made in addition to this research can reduce existing waste problems. The material in this study is recycled polypropylene and *Sansevieria trifasciata* fiber with variations in fiber lengths which are 180 mm straight and 30 mm random. Variation of fiber volume fraction used is 35%. Composite specimens were made by hot press of 170<sup>0</sup> C for 120 minutes. Testing of composite material is tensile test with dimensions of test specimens referring to ASTM D-570. The results of the tests were the higher tensile strength of straight fibers compared to random fibers. This happens because in straight fibers most of the fibers receive loading in the direction of the fiber while the random fibers experience irregular loading on the direction of the fiber. The optimum tensile strength value obtained was 48,052 MPa in straight fiber and the lowest value was 22.15 MPa in random fibers.

Keywords: *Sansevieria trifasciata* Fiber, Composite, Tensile Strength

## 1. Pendahuluan

Permasalahan yang dialami Negara-negara berkembang khususnya Indonesia berkaitan dengan pengolahan sampah perlu ditingkatkan guna mengurangi permasalahan sampah yang semakin hari semakin mengkhawatirkan seiring dengan pertumbuhan penduduk, perkembangan industri, urbanisasi dan modernisasi. Sampah mempunyai potensi yang dapat merusak lingkungan melalui pencemaran terhadap tanah, air, dan udara [1].

Jenis sampah yang sangat berpotensi mencemari lingkungan yaitu jenis sampah non organik salah satunya yaitu sampah plastik, karena sifatnya yang sulit terurai di lingkungan. Produksi sampah yang tinggi terutama sampah plastik jika tidak diimbangi dengan penanggulangan yang tepat akan menimbulkan polusi, sehingga untuk mengurangi permasalahan sampah plastik salah satunya perlu menerapkan prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) dimana *reduce* yang berarti kegiatan membatasi produk sampah, *reuse* yaitu menggunakan ulang secara langsung, dan *recycle* adalah kegiatan mendaur ulang sampah setelah diproses [2]. Salah satu upaya mendaur ulang sampah yaitu pemanfaatan sampah plastik sebagai material komposit.

Material komposit yang banyak digunakan adalah komposit dengan bahan polimer yang diperkuat serat sintetis seperti fiber-glass, fiber-nylon, fiber-carbon, hybride-fiber (kombinasi dari berbagai jenis serat). Penggunaan komposit yang diperkuat serat sintetis memiliki beberapa kelemahan biaya dan dampak lingkungan yang diakibatkan tinggi. Selain itu, serat kaca dapat menyebabkan iritasi kulit selama pemrosesan dan memberi terak selama pembakaran bahan pada akhir masa pakainya [3]. Sehingga saat ini penggunaan serat sintetis sebagai penguat beralih ke serat alami yang lebih ramah lingkungan.

Pemanfaatan sampah terutama sampah plastik menjadi material komposit dapat membantu dalam mengurangi permasalahan sampah saat ini dan penggunaan serat alami sebagai penguatnya memberikan nilai tambah material komposit tersebut.

Beberapa penelitian mengenai komposit yang diperkuat serat alam sudah dilakukan salah satunya oleh Mardiyati dkk. [4] dalam penelitiannya *polypropilene* berpenguat serat *Sansevieria trifasciata* (lidah mertua) dengan variasi perlakuan NaOH 3% suhu 100<sup>0</sup>C 2 jam, fraksi volume 0%, 5%, 10%, 15%. Penelitian lainnya oleh Sari [5] yaitu

komposit matrik epoxy diperkuat serat *Sansevieria trifasciata* dengan variasi fraksi volume 0%, 20%, 35%, 50%, ketebalan 2mm, 3mm. Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan tersebut perlu melakukan penelitian lebih lanjut yaitu mengenai komposit *polypropylene* daur ulang diperkuat serat *Sansevieria trifasciata* dengan variasi panjang serat untuk memperoleh komposit dengan sifat mekanik yang optimum.

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu, bagaimana pengaruh variasi panjang serat terhadap kekuatan tarik komposit *polypropylene* daur ulang berpenguat serat *Sansevieria trifasciata*.

Untuk mendapat hasil yang diinginkan dari luasnya permasalahan perlu dilakukan pembatasan yaitu sebagai berikut:

1. Serat tanaman *Sansevieria trifasciata* umurnya diasumsikan sama.
2. Diameter serat diasumsikan sama.

## 2. Dasar Teori

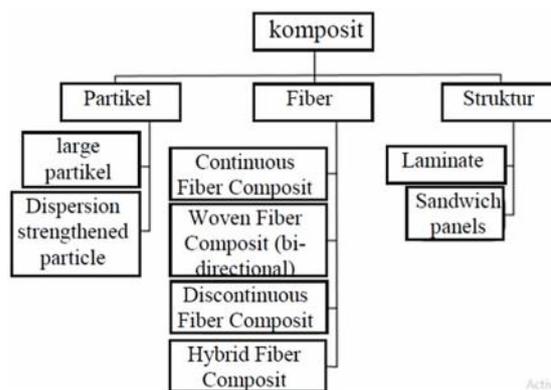
### 2.1 Komposit

Komposit merupakan suatu material yang pada umumnya terdiri dari kombinasi antara dua atau lebih dari tiga bahan yang memiliki sifat atau karakter yang berbeda satu sama lain begitu pula dalam hasil akhir material komposit tersebut, bahan penyusun masih tetap berbeda. Kombinasi bahan penyusun komposit tersebut akan menghasilkan material yang tidak mungkin dimiliki oleh masing-masing komponennya. “pada umumnya material komposit adalah kombinasi antara dua atau lebih dari tiga bahan yang memiliki sejumlah sifat yang tidak mungkin dimiliki oleh masing-masing komponennya” [6].

Secara umum material komposit terdiri dari dua unsur, yaitu pengisi (filler) dan pengikat (matrik). Filler berfungsi untuk menambah kekuatan, kekakuan dan keliatan bahan, sedangkan matrik berfungsi untuk melindungi penguat serta mentransfer gaya dan temperatur.

Berdasarkan jenis matrik-nya, material komposit dapat dikelompokkan menjadi empat, yaitu komposit dengan matrik logam, komposit dengan matrik polimer, komposit dengan matrik keramik dan komposit dengan matrik karbon [7].

Berdasarkan penguatnya Secara umum, dikenal tiga kelompok komposit, yaitu komposit partikel atau partikulat (komposit berpenguat dalam bentuk butiran seperti kerikil, pasir, filler dalam bentuk kontinyu), komposit berserat (komposit berpenguat serat antara lain seperti, serat gelas, serat karbon, serat grafit sampai serat baja), komposit laminar atau laminat (komposit berpenguat dalam bentuk lembaran seperti kertas, kain) [8].



Gambar 1. Pembagian komposit berdasarkan penguatnya

### 2.2 Matrik

Matrik adalah bahan yang memiliki bagian atau fraksi volume terbesar dalam material komposit yang dapat diperoleh dari bahan polimer, logam, ataupun keramik. Pada umumnya matrik memiliki sifat yang lunak pada fase cair dan bersifat mengikat, keras, dan kaku pada saat berubah fase menjadi padat. Adapun fungsi dari matrik yaitu sebagai berikut:

1. Sebagai pengisi dan pengikat serat.
2. Melindungi serat serta dapat mentransfer tegangan ke serat.
3. Membentuk ikatan koheren pada permukaan matrik/serat.

Matrik yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari kemasan air mineral bekas ukuran 220 ml berbahan *polypropylene* yang dipotong kecil-kecil dengan ukuran kurang lebih 0.5 cm x 0.5 cm.



Gambar 2. Kemasan air mineral bekas 220 ml berbahan *polypropylene*

### 2.3 Serat *Sansevieria Trifasciata* (Lidah Mertua)

*Sansevieria trifasciata* yang biasa dikenal dengan "tanaman ular" atau "bahasa ibu mertua" adalah spesies dalam famili *Asparagaceae*. *Sansevieria trifasciata* tumbuh dengan bebas di seluruh dunia dan di Afrika ada banyak spesies *Sansevieria* [9].

*Sansevieria trifasciata* adalah jenis tanaman hias yang cukup populer sebagai penghias bagian dalam rumah karena tanaman ini dapat tumbuh dalam kondisi yang sedikit air dan cahaya matahari. *Sansevieria trifasciata* masuk ke Indonesia sekitar

tahun 1980-an dengan jenis *laurentii* dan *trifasciata* [10]. Kandungan serat dalam tanaman ini relatif kuat, tidak menimbulkan masalah kesehatan saat diproses, mudah untuk didapat dan merupakan bahan yang terbarukan.



Gambar 3. Serat *Sansevieria trifasciata*

### 3. Metode Penelitian

#### 3.1 Diagram Alir Penelitian



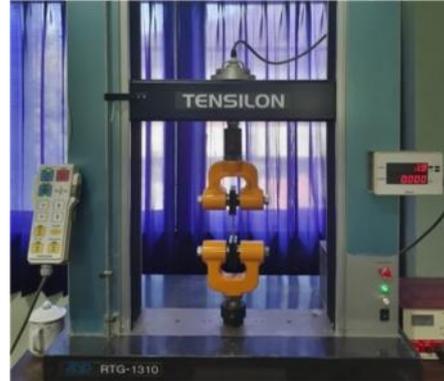
Gambar 4. Diagram alir penelitian

#### 3.2 Alat dan Bahan

1. Mesin pres panas.
2. Mesin uji tarik (tension RTG 1310).
3. Daun *Sansevieria trifasciata* yang tua.
4. Kemasan air mineral ukuran 220 ml berbahan PP (*polypropylene*).

### 3.3 Metode Uji

Pengujian tarik merupakan metode uji eksperimental secara luas dipakai untuk menentukan sifat-sifat mekanik dari material. Beberapa hasil uji yang lengkap, dapat diperoleh informasi penting mengenai sifat elastis material, untuk memberikan suatu kerangka kerja dalam berbagai macam respon dari beban tarik pada material, gambar sejumlah tegangan-tegangan merefleksikan karakteristik deformasi yang berbeda pada material [11].



Gambar 5. Alat uji mekanik tensilon RTG 1310 Universitas Mataram

### 4. Hasil dan Pembahasan

#### 4.1 Pengukuran Massa Jenis Serat dan Polypropylene

Tahap awal dari penelitian ini setelah memperoleh serat *Sansevieria trifasciata* dan matriks *polypropylene* yaitu pengukuran massa jenis dari kedua bahan tersebut dengan menggunakan piknometer. Pengukuran massa jenis dari serat ataupun *polypropylene* dilakukan 6 kali percobaan yang nantinya dirata-ratakan untuk memperoleh hasil yang lebih akurat. Massa jenis serat dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut. Untuk hasil perhitungan ditunjukkan pada tabel 4.1.

$$\rho = \frac{(m_2 - m_1)}{(m_3 - m_1) - (m_4 - m_2)} \times \rho_f \quad (1)$$

Keterangan:

- $m_1$  = Massa piknometer
- $m_2$  = Massa piknometer + Sampel
- $m_3$  = Massa piknometer + Aquades
- $m_4$  = Massa piknometer + Aquades + Sampel
- $\rho_f$  = Massa jenis aquades



Gambar 6. Pengukuran massa jenis serat

**Tabel 1. Hasil pengukuran massa jenis**

Data	Perco baan	Massa jenis (gr/cm <sup>3</sup> )	Data	Perco baan	Massa jenis (gr/cm <sup>3</sup> )
Serat <i>Sansevieria trifasciata</i>	1	1.356	<i>Polypropylene</i> daur ulang	1	0.857
	2	1.365		2	0.831
	3	1.408		3	0.884
	4	1.419		4	0.895
	5	1.375		5	0.897
	6	1.398		6	0.895
rata-rata		1.386	rata-rata		0.876

**4.2 Perhitungan Volume Cetakan**

Perhitungan volume cetakan menggunakan rumus.

$$V_{cetakan} = p \times l \times t \tag{2}$$

$$V_{cetakan} = 18 \times 14.5 \times 0.3$$

$$V_{cetakan} = 78.3 \text{ cm}^3$$

**4.3 Perhitungan Volume serat 35% dan Polypropylene 65%**

Perhitungan volume serat/PP menggunakan rumus.

$$V_{serat} = 35\% \times 78.3 \text{ cm}^3$$

$$= 27.405 \text{ cm}^3$$

$$V_{polypropylene} = 65\% \times 78.3 \text{ cm}^3$$

$$= 50.895 \text{ cm}^3$$

**4.4 Perhitungan Massa Serat 35% dan Polypropylene 65%**

Perhitungan massa serat/PP menggunakan rumus.

$$V = \frac{m}{\rho_s} \rightarrow m = V \times \rho \tag{3}$$

$$m_{serat} = 27.405 \times 1.386$$

$$= 37.98 \text{ g}$$

$$m_{polypropylene} = 50.895 \times 0.876$$

$$= 44.58 \text{ g}$$

**4.5 Hasil Cetakan Material Komposit**

Setelah mengetahui massa serat pada fraksi volume 35% selanjutnya melakukan pencetakan komposit.



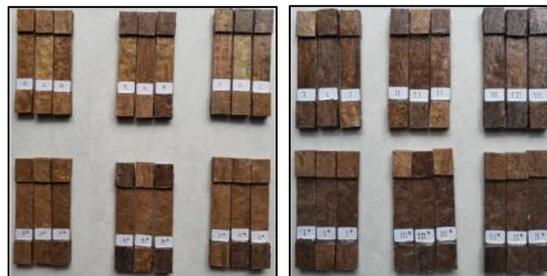
**Gambar 7. hasil cetakan komposit**

**4.6 Pemotongan Spesimen Untuk Uji Tarik**

Tahap selanjutnya yaitu pemotongan spesimen uji tarik dengan ukuran panjang 115 mm, lebar 19 mm, tebal 3 mm sesuai dengan ASTM D-570.



**Gambar 8. Ukuran spesimen uji tarik ASTM D-570**



**Gambar 9. Hasil pemotongan spesimen uji tarik**

**4.7 Data Hasil Pengujian Tarik Komposit**

Pengujian spesimen uji tarik dilakukan di Lab. Fisika Universitas Mataram menggunakan alat uji mekanik tensilon RTG 1310. Data hasil pengujian dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

Tegangan tarik dihitung menggunakan persamaan.

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \tag{4}$$

Keterangan:

- $\sigma$  = Kekuatan tarik (Mpa)
- $P$  = Beban yang diterima (N)
- $A_0$  = Luas penampang benda uji (mm<sup>2</sup>)

Regangan tarik dihitung menggunakan persamaan.

$$\epsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \tag{5}$$

Keterangan:

- $\epsilon$  = Regangan (mm/mm)
- $l_1$  = Panjang akhir (mm)
- $l_0$  = Panjang awal (mm)

Modulus elastisitas dihitung menggunakan persamaan.

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \tag{6}$$

Keterangan:

- $E$  = Modulus elastisitas (Mpa)
- $\sigma$  = Tegangan daerah elastis (Mpa)
- $\epsilon$  = Regangan di daerah elastis (mm/mm)

Hasil dari perhitungan data pengujian tarik serat lurus dan serat acak dimasukkan ke dalam grafik sebagai berikut.



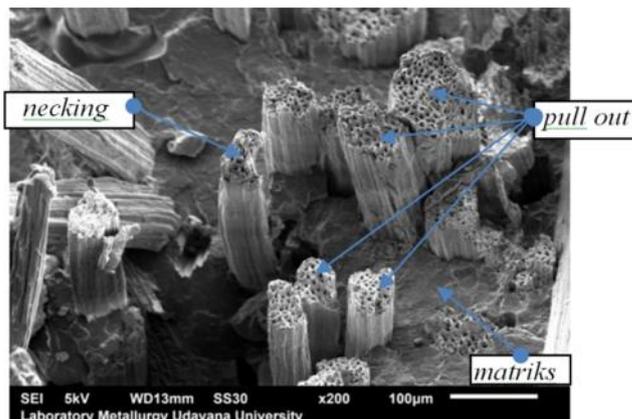
Gambar 10. Grafik hubungan panjang serat terhadap tegangan tarik

Nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada serat lurus yaitu sebesar 48.052 MPa sedangkan pada serat acak diperoleh nilai sebesar 22.15 MPa. Hal ini bisa terjadi karena pada variasi serat lurus seluruh serat yang terkandung pada spesimen komposit menerima pembebanan searah dengan panjang serat dan pembebanan yang diterima dari bagian ujung ke bagian ujung material diterima oleh serat secara penuh karena bentuk serat yang panjang, sedangkan pada variasi serat acak tidak semua serat mendapat pembebanan searah dengan panjang serat yaitu melintang terhadap arah pembebanan dan serat yang pendek mengandalkan ikatan matrik untuk meneruskan beban dari ujung ke ujung material sehingga kekuatan yang dimiliki lebih rendah dari variasi serat lurus.



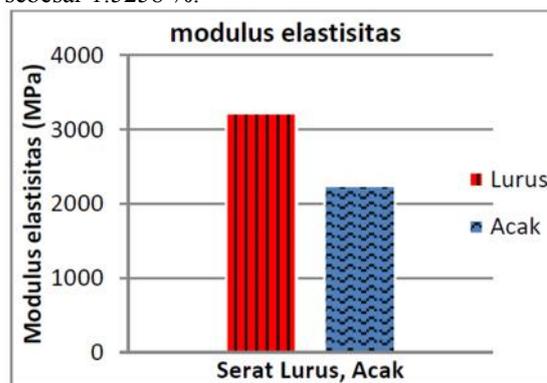
Gambar 11. Grafik hubungan panjang serat terhadap regangan tarik

Berdasarkan panjang serat nilai regangan tarik yang diperoleh yaitu serat lurus memiliki regangan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan serat acak. Hal tersebut bisa terjadi karena pada serat lurus proses patahan komposit diawali dengan patahnya matrik kemudian diikuti dengan serat yang mengalami *pull out* ataupun serat yang mengalami *necking* sebelum komposit benar-benar putus. Hal tersebut didukung oleh hasil uji SEM pada Gambar 12.



Gambar 12. Hasil uji SEM serat lurus pembesaran 200x

Hasil uji SEM pada komposit serat lurus menunjukkan serat mengalami *pull out* dan *necking* terlebih dahulu sebelum komposit benar-benar putus. Hal tersebut menandakan bahwa pada saat komposit menerima beban tarik komposit mengalami regangan dikarenakan serat yang mengalami slip terhadap matrik dan serat yang mengalami *necking*. Komposit mengalami perpanjangan terlebih dahulu dan terputus setelah serat tidak dapat lagi slip terhadap matrik dan beban yang tidak dapat ditahan lagi. Nilai regangan tarik serat lurus yaitu 2.6243 % dan serat acak yaitu sebesar 1.5258 %.



Gambar 13. Grafik hubungan panjang serat terhadap modulus elastisitas

Berdasarkan panjang serat nilai modulus elastisitas serat lurus lebih tinggi dibandingkan dengan serat acak. Hal tersebut terjadi karena pada serat lurus susunan serat yang teratur dan searah dengan pembebanan memberikan kekuatan yang lebih tinggi di setiap regangan yang dialami dibandingkan dengan variasi serat acak, sehingga hasil bagi dari tegangan dengan regangan di daerah elastis spesimen serat lurus lebih tinggi dibandingkan variasi serat acak. Nilai modulus elastisitas serat lurus yaitu sebesar 3228.8 MPa sedangkan serat acak yaitu sebesar 2247 MPa.

## 5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Variasi panjang serat yang diberikan yaitu serat lurus panjang 180 mm tegangan tarik yang diperoleh yaitu sebesar 48.052 MPa dan nilai tegangan tarik pada serat acak 30 mm yaitu sebesar 25.457 MPa.
2. Nilai regangan tarik serat lurus 180 mm yaitu sebesar 2.6243 % dan serat acak yaitu 1.5258 %.
3. Nilai modulus elastisitas serat lurus 180 mm yaitu sebesar 3228.8 MPa dan serat acak yaitu 2247 MPa.

## Daftar Pustaka

- [1] Subdirektorat Statistik Lingkungan Hidup. 2016. Statistik *Lingkungan Hidup Indonesia* 2016. [e-book]. Jakarta: Katalog Badan Pusat Statistik 3305001 <http://media.neliti.com/media/publications/48275-ID-statistik-lingkungan-hidup-indonesia-2016.pdf> [diakses tanggal 27 desember 2017].
- [2] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2017. *HPSN 2017 Kelola Sampah dari Sumbernya*. Cipta Karya: Kebayoran Baru.
- [3] Punglia, D., A. Terenzi, S. E. Barbosa, dan J. M. Kenny. 2008. Polypropylene natural fibre composites. *Analysis of fibre structure modification during compounding and its influence on the final properties*. Composite Interfaces, 15 (2-3), pp. 111-129. DOI: 10.1163/156855408783 81084 [diakses tanggal 09 oktober 2017].
- [4] Mardiyati, Steven, R. R. Rizkiansyah, dan I. Purnomo. 2016. *Sifat mekanik komposit polipropilena berpenguat serat sansevieria unidirectional*. Jurnal Mesin ITB, 25 (2): 73-82.
- [5] Sari, K. 2012. *Fabrikasi dan Karakterisasi Sifat Mekanik Serat Daun Lidah Mertua Dengan Matrik Epoksi Resin Sebagai Fiberglass*. Universitas Jendral Sudirman: Purwokerto.
- [6] Surdia, T. dan S. Saito. 1999. *Pengetahuan Bahan Teknik, (Cetakan Keempat)*. PT. Pradnya Paramita: Jakarta.
- [7] Sari, K. 2012. *Fabrikasi dan Karakterisasi Sifat Mekanik Serat Daun Lidah Mertua Dengan Matrik Epoksi Resin Sebagai Fiberglass*. Universitas Jendral Sudirman: Purwokerto.
- [8] Muslim, J., N. H. Sari, dan E. Dyah. 2013. *Analisa kekuatan tarik dan kekuatan bending komposit hibryd serat lidah mertua dan karung goni dengan filler abu sekam padi 5% bermatrik epoxy*. Jurnal Teknik Mesin, 3 (1): 26-33.
- [9] Rwawiire, S. and B. Tomkova. 2015. *Morphological thermal and mechanical characterization of sansevieria trifasciata fibers*. Jurnal Of Natural Fibers, 12, pp. 201-210. DOI: 10.1080/15440478.2014. 914006 [diakses tanggal 09 oktober 2017].
- [10] Respati, S. M. B., Rusman dan H. Purwanto. 2016. *Pengaruh Waktu Perendaman Larutan Bawang Putih (Allium sativum) Pada Serat Tanaman Lidah Mertua (Sansevieria trifasciata) Terhadap Kekuatan Tarik Serat*. Universitas Wahid Hasyim Semarang: Semarang.
- [11] Suarsana, K. 2003. *Diktat Fracture Mechanics*. Fakultas Teknik Universitas Udayana: Bali.



I Komang Tunas Suantara menyelesaikan studi strata 1 di program studi Teknik Mesin Universitas Udayana dari tahun 2014 sampai 2018. Menyelesaikan studi program sarjana dengan topik penelitian Pengaruh Variasi Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polypropylene Daur Ulang Berpenguat Serat Sansevieria trifasciata