

# Pengaruh Variasi Penguat Biokomposit Serat Kulit Buah Pinang/Serat Pelepah Batang Pisang/Matriks LDPE Pada Perendaman NaOH Terhadap Kekuatan Bending Dan Penyerapan Air

I Gede Dikki Candra Ari Wiguna<sup>1)</sup>, Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati<sup>2)</sup>,  
I Gusti Ngurah Priambadi<sup>3)</sup>

Program Studi Teknik mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

---

## Abstrak

Berlimpahnya sumber daya alam Indonesia membuat Indonesia dapat menjadi pemimpin potensial dalam pengembangan material berbasis serat alam khususnya biokomposit, keunggulan biokomposit dibandingkan bahan sintesis adalah memiliki dampak lingkungan yang minimal. Plastik membutuhkan waktu lama untuk dapat terurai secara alami. Peneliti mencoba menggunakan plastik sebagai matriks dan serat alam sebagai penguat dengan tujuan memanfaatkan potensi sumber daya alam Indonesia dan meminimalkan dampak buruk plastik terhadap lingkungan. Pada Penelitian ini menggunakan fraksi volume serat kulit buah pinang: Pelepah batang pisang: LDPE diantaranya 10%:0%:90(S1), 0%:10%:90%(S2), 7,5%:2,5%:90%(S3), 5%:5%:90%(S4), 2,5%:7,5%:90%(S5). Pembuatan biokomposit menggunakan acuan ASTM D790-03 untuk pengujian Bending dan ASTM D570-98 untuk pengujian Penyerapan Air. Tegangan bending tertinggi terdapat pada variasi S3 sebesar 11,93 MPa, regangan bending tertinggi terdapat pada variasi S3 sebesar 0,0556 dan modulus elastisitas tertinggi terdapat pada variasi S2 sebesar 563,04 MPa. Pengujian penyerapan air mendapatkan hasil bahwa variasi dengan penyerapan air terendah terdapat pada variasi S3 sebesar 6,709% dan variasi dengan penyerapan air tertinggi terdapat pada variasi S2 dengan nilai 10,008%. Perpaduan Serat dan Matriks LDPE diamati lewat pengamatan foto mikro.

**Kata kunci:** Serat Kulit Buah Pinang, Serat Pelepah Batang Pisang, Low Density Polyethylene, Uji Bending, Uji Serap Air, Foto Mikro.

## Abstract

Indonesia's abundance natural resources makes Indonesia can be potential leader in the development of natural fiber-based materials especially biocomposites, the advantage biocomposite over syntetic material is they have minimal environmental impact. Plastic takes a long time to decompose naturally. Researchers tried to use plastic as a matrix and natural fibers as reinforcement with purpose to utilizing the potential of Indonesia's natural resources and minimize the negative impact of plastic on the environment. In this study use volume fraction of areca skin fiber: Banana stem fiber: LDPE such as 10%:0%:90(S1), 0%:10%:90%(S2), 7.5%:2.5%: 90%(S3), 5%:5%:90%(S4), 2.5%:7.5%:90%(S5). The biocomposite was made using ASTM D790-03 as reference for the Bending test and ASTM D570-98 for the Water Absorption test. The highest bending stress is found in variations S3 with 11.93 MPa, the highest bending strain is found in variations S3 with 0.0556 and the highest modulus of elasticity is found in variations S2 with 563.04 MPa. The water absorption test showed that the variation with the lowest water absorption was in the S3 variation of 6.709% and the variation with the highest water absorption was found in the S2 variation with a value of 10.008%. The combination of Fiber and LDPE Matrix was observed through micro photo observations.

**Keywords:** Areca Skin Fiber, Banana Stem Fiber, Low Density Polyethylene, Flexural Test, Water Absorption Test, Micro Photo.

## 1. Pendahuluan

Meningkatnya penggunaan teknologi dan industri di Indonesia telah menyebabkan meningkatnya penggunaan bahan sintesis atau konvensional, akan tetapi bahan tersebut kurang ramah lingkungan, terbatas ketersediaannya, dan tidak terbarukan. Bahan alternatif pengganti material konvensional dapat menggunakan biokomposit yang berasal dari serat alam, dimana material tersebut bersifat dapat terdegradasi oleh alam (*biodegradable*) dan ketersediaan (*availability*) dari bahan juga mudah

untuk diakses. Serat alam memiliki beberapa keunggulan

dibandingkan bahan sintesis yang tidak selalu inferior, seperti kepadatan yang rendah, dapat didaur ulang, dan dapat terurai secara hayati. Serat alam memiliki modulus dan kekuatan yang tinggi, penyerapan air yang tinggi, dan penambahan panjang yang relatif kecil dibanding dengan *non-natural fibers* [1].

Pelepah batang pisang dan kulit buah pinang merupakan jenis limbah pertanian yang

pemanfaatannya masih dalam cakupan terbatas, sedangkan potensinya besar untuk diolah menjadi bahan yang berguna karena ketersediannya melimpah dan harganya murah, hal tersebut menjadikannya alternatif sebagai material terbarukan. Pohon pisang merupakan salah satu jenis tanaman yang mudah dijumpai di wilayah tropis. Saat buah dan daun dari pohon pisang dipanen pelepah batang pisang akan dibuang dan hanya menjadi limbah, oleh karena itu satu alternatif pemanfaatannya adalah menjadikannya sebagai penguat dalam komposit. Serat pelepah batang pisang dapat digunakan sebagai penguat dalam komposit untuk digunakan dalam industri otomotif, seperti dalam pembuatan interior *dashboard* mobil [2]. Pinang atau dalam nama latin *areca catechu L* merupakan salah satu jenis tanaman yang termasuk dalam famili palmae. Buah pinang memiliki bentuk oval seperti telur dan kulit buahnya berserabut. Buah pinang banyak dimanfaatkan sebagai obat alami untuk menyembuhkan disentri, diare, dan kudisan. Salah satu limbah yang timbul dari tanaman ini adalah serat kulit dari buahnya yang pemanfaatannya masih minim. Kekuatan tarik serat tunggal serat kulit buah pinang nilainya sebesar 148 MPa dan Modulusnya sebesar 2.327 MPa [3]. Dengan dijadikannya penguat bersama serat pelepah batang pisang diharapkan limbah serat Kedua bahan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai material baru yang dapat menjadi alternatif pilihan dalam mendukung perkembangan ilmu tentang material, khususnya biokomposit

Plastik merupakan salah satu dari sekian banyak barang yang banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, plastik keberadaannya sangat dibutuhkan dan mulai timbul ketergantungan penggunaan plastik, dimana hal itu berpotensi menimbulkan terciptanya limbah plastik dan kemungkinan limbah yang timbul dapat meningkat dari waktu ke waktu, sedangkan setidaknya dibutuhkan waktu 1000 tahun agar plastik dapat terurai oleh tanah secara terdekomposisi [4]. Penggunaan plastik sebagai matriks dalam biokomposit menjadi salah satu alternatif pemanfaatan limbah plastik khususnya plastik *low density polyethylene* (LDPE). Sinergitas kombinasi serat alam dan plastik dapat menghasilkan bahan dengan performa baik dan harga terjangkau, sehingga membuatnya berpotensi untuk digunakan di berbagai industri dan pengaplikasian [5]. Penguat serat alam dalam komposit mempunyai beberapa keuntungan seperti kekuatan spesifik tinggi, densitas rendah, harga rendah, ketersediannya melimpah, emisi polusi yang lebih rendah dan dapat di daur ulang [6]. Hasil dalam penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan komposit dengan kekuatan mekanik yang baik sekaligus dapat menjadi rujukan dalam pemanfaatan limbah kulit buah pinang dan pelepah batang pisang serta dapat mengurangi limbah plastik LDPE.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Uji Bending

Salah satu jenis pengujian material untuk mengetahui kemampuan suatu bahan menerima pembebanan sampai mengalami deformasi adalah pengujian bending. Saat pembebanan dilakukan terjadi dua gaya pada spesimen yaitu gaya tekan dan gaya tarik, kedua gaya tersebut akan menyebabkan spesimen patah dan menyebabkan deformasi dalam pengujian.

$$\sigma L = \frac{3PL}{2b.d^2} \quad (1)$$

$\sigma L$  = Tegangan bending (MPa), P = Beban (N), L = Panjang Span (mm), b = Lebar benda uji (mm), d = Tebal benda uji (mm)

$$\epsilon L = \frac{6\delta.d}{L^2} \quad (2)$$

$\epsilon L$  = Regangan Bending (mm/mm) ,  $\delta$  = Defleksi Benda Uji (mm)

$$E_L = \frac{L^3.m}{4b.d^3} \quad (3)$$

EL = Modulus Elastisitas Bending (MPa), m = Tangen garis lurus pada kurva beban-defleksi (N/mm)

### 2.2 Uji Penyerapan Air

Uji Penyerapan Air bertujuan untuk mengukur Persentase penyerapan air suatu komposit. perhitungan penyerapan air dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Serap Air} = \frac{W_a - W_o}{W_o} \times 100\% \quad (4)$$

W<sub>a</sub> = Massa basah spesimen (gram), W<sub>o</sub> = Massa kering spesimen (gram)

### 2.3 Pengamatan Mikro

Pengamatan Mikro dilakukan untuk mengamati morfologi material komposit. Pengujian ini dilakukan guna mengetahui bagaimana ikatan yang tercipta antara matriks dan penguat.

## 3. Metode Penelitian

### 3.1 Bahan

Matriks atau pengikat yang digunakan adalah plastik jenis *low density polyethylene* (LDPE). Serat pelepah batang pisang kepok diambil dari kebun yang berlokasi di desa serongga, kecamatan kerambitan, kabupaten tabanan. Serat pinang diperoleh dari petani lokal daerah monang – maning. Pada penelitian ini akan melakukan perlakuan serat dengan alkali dimana perlakuan alkali dapat memecahkan kumpulan serat sehingga melepaskan

serat individu, hal tersebut menghasilkan komponen yang lebih kecil dengan rasio aspek yang lebih tinggi dan topografi yang lebih kasar yang dapat meningkatkan interaksi antara serat dan matriks [7].

### 3.2 Persiapan serat

Dalam pengolahan serat dilakukan dengan metode *water retting* selama 2 minggu pada masing – masing serat untuk memudahkan saat pemisahan serat. Pada serat pinang serat dipisahkan manual antara serat dan biji buahnya, kemudian serat dicuci dengan aquades untuk menghilangkan kotoran yang menempel, lalu serat dikeringkan di bawah sinar matahari hingga massa serat konstan. Sedangkan pada serat pisang pemisahan dilakukan dengan cara disisir untuk mendapatkan seratnya, kemudian cuci lalu keringkan di bawah sinar matahari hingga massa serat konstan. Saat serat sudah terbentuk kemudian rendam dalam larutan NaOH kemudian bilas dengan aquades dan keringkan kembali. Potong masing – masing serat dengan ukuran 10 mm.

### 3.3 Alat penelitian

Proses penimbangan bahan – bahan komposit menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0.01 g. Cetakan yang digunakan berbentuk persegi panjang yang dilapisi aluminium foil. Alat bantu lainnya antara lain jangka sorong, penggaris, gergaji, gunting, cutter, ampas. Proses pengujian bending dan Pengamatan mikro dilakukan di Laboratorium Metalurgi Teknik Mesin Universitas Udayana.

### 3.4 Pencetakan spesimen

Terdapat beberapa langkah dalam proses pencetakan spesimen antara lain :

1. Penimbangan massa serat dan matriks LDPE sesuai fraksi volume yang akan dibuat.
2. Proses pencairan LDPE menggunakan suhu antara 110 °C-130 °C
3. Setelah LDPE sudah cair diamkan 10-15 detik agar suhu LDPE turun tapi tidak sampai mengeras, kemudian dicampur dengan serat sesuai persentase yang sudah ditentukan.
4. Setelah itu aduk Serat dan LDPE secara merata kemudian masukkan campuran serat dan LDPE ke dalam cetakan hingga merata (proses pencampuran dan pengadukan harus dilakukan dengan cepat agar LDPE tidak mengeras)
5. Ratakan campuran, kemudian tunggu hingga spesimen mengering dan mengeras dalam kurun waktu 2 - 3 jam
6. Setelah spesimen mengering dan mengeras lalu keluarkan spesimen secara perlahan dari cetakan agar spesimen tidak rusak
7. Ulangi langkah tersebut sesuai dengan jumlah spesimen yang diinginkan

## 4. Hasil Dan Pembahasan

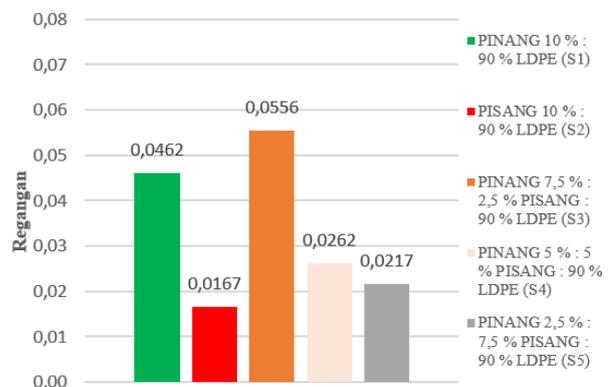
### 4.1 Pengujian Bending

Hasil pengujian bending ditampilkan dalam bentuk grafik berikut:



Gambar 1 Grafik Tegangan Bending

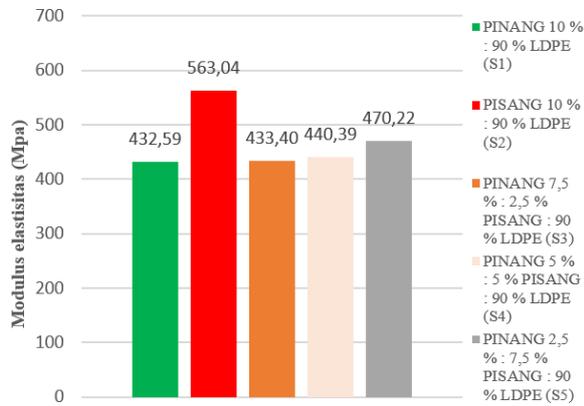
Menurut grafik tegangan bending menunjukkan bahwa komposit dengan variasi S3 memiliki nilai tegangan tertinggi dengan rata-rata 11,93 MPa. Sedangkan komposit dengan variasi S2 memiliki tegangan terendah dengan rata - rata 6,57 MPa. Variasi komposit S1, S4, dan S5 masing - masing memiliki tegangan bending sebesar 11,78 MPa, 8,03 MPa, dan 7,58 MPa. Seiring dengan bertambahnya persentase serat pinang pada komposit *hybrid* memiliki kecenderungan meningkatkan nilai tegangan bending komposit tersebut. Hibridisasi juga meningkatkan nilai tegangan bending komposit *hybrid* dibandingkan komposit yang berpenguat serat tunggal, dimana Hibridisasi mungkin dapat mengimbangi kerugian satu komponen dengan penambahan serat lain [8].



Gambar 2 Grafik Regangan Bending

Dari grafik regangan komposit didapat pada variasi komposit serat tunggal S1 rata-rata regangan yang terjadi sebesar 0,0462, sedangkan variasi fraksi volume S2 memiliki regangan terkecil dimana besar regangannya adalah 0,0167. Pada komposit hybrid

variasi S3 regangan yang terjadi sebesar 0,0556 sekaligus menjadi regangan terbesar dibandingkan variasi lainnya, kemudian menurun pada variasi S4 sebesar 0,0262, dan regangan terkecil pada komposit hybrid terjadi pada variasi S5 sebesar 0,0217. Nilai regangan yang terjadi pada komposit berbanding lurus dengan nilai tegangannya.

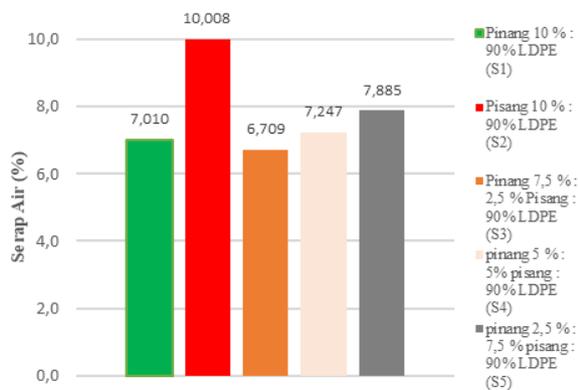


Gambar 3 Grafik Modulus elastisitas

Berdasarkan grafik modulus elastisitas didapat bahwa nilai modulus elastisitas tertinggi terdapat pada variasi S2 dengan nilai 563,04 MPa, sedangkan variasi dengan nilai modulus elastisitas terendah terdapat pada variasi S1 dengan nilai rata-rata 432,59 MPa, sedangkan pada variasi komposit hybrid S3, S4, dan S5 nilai rata-rata modulus elastisitasnya adalah 433,40 MPa, 440,39 MPa, dan 470,22 MPa.

#### 4.2 Pengujian Penyerapan air

Hasil dari pengujian penyerapan air setelah 2 minggu diuraikan sebagai berikut :

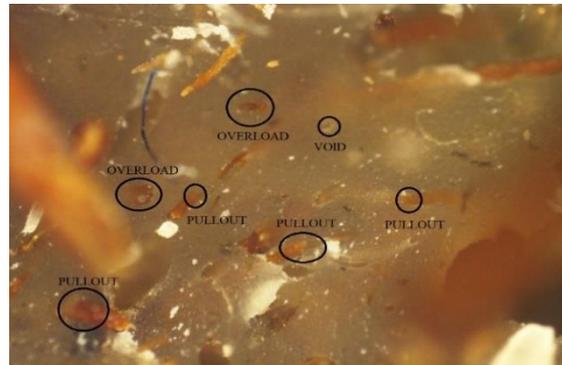


Gambar 4 Grafik Penyerapan air

Berdasarkan pengujian penyerapan air yang telah dilakukan didapat data bahwa spesimen dengan nilai penyerapan air terendah terdapat pada variasi komposit hybrid S3 dengan nilai serap air sebesar 6,709%, nilai penyerapan air tertinggi terdapat pada

variasi komposit serat tunggal S2 dengan rata-rata 10,008%, sedangkan nilai serap air komposit serat tunggal S1 nilai serap airnya 7,010%, lebih rendah dibanding 2 variasi komposit hybrid lainnya yaitu S4 dan S5 dengan rata-rata 7,247% dan 7,885%. Secara umum terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi penyerapan air dalam komposit seperti *voids*, jumlah serat, matriks *viscosity*, kelembaban, dan Suhu [9].

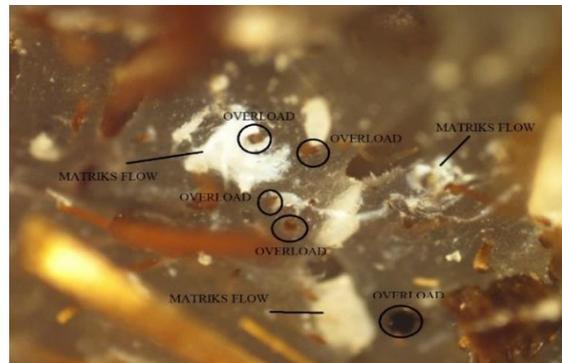
#### 4.3 Hasil Pengamatan Mikro



Gambar 5 Foto Mikro Variasi S1 Pembesaran 5x



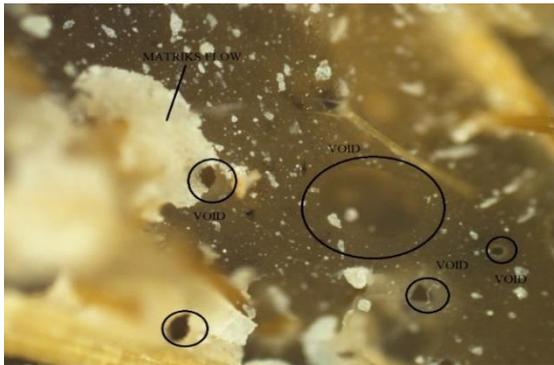
Gambar 6 Foto Mikro Variasi S2 Pembesaran 5x



Gambar 7 Foto Mikro Variasi S3 Pembesaran 5x



**Gambar 8 Foto Mikro Variasi S4 Pembesaran 5x**



**Gambar 9 Foto Mikro Variasi S5 Pembesaran 5x**

Pada gambar 5 dan 7 dimana komposit didominasi oleh serat pinang terlihat kegagalan yang terjadi didominasi oleh *pullout* dan *overload* dimana jenis kegagalan ikatan ini menandakan terjadinya ikatan yang cukup baik antara serat dan matriks dibandingkan dengan gambar 6 dan 9 yang didominasi oleh serat pisang yang mengandung lebih banyak *voids* yang menyebabkan nilai rata-rata kekuatan bending lebih rendah daripada komposit yang didominasi serat pinang. Semakin banyaknya *voids* yang terbentuk dalam suatu komposit mengakibatkan turunnya efektifitas komposit dalam menyalurkan tegangan sehingga membuat kekuatan suatu komposit kurang maksimal [10].

#### 4. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan terkait pengaruh variasi penguat Serat kulit buah pinang dan serat pelepah batang pisang pada biokomposit terhadap kekuatan bending dan penyerapan air, diperoleh hasil bahwa variasi penguat mempengaruhi Kekuatan biokomposit tersebut. Dimana biokomposit yang didominasi serat pinang nilai tegangan bendungnya lebih besar dibandingkan serat pisang terbukti dengan variasi yang memiliki Tegangan dan regangan tertinggi terdapat pada variasi S3 yang nilainya 11,93 MPa dan 0,0556. Sedangkan tegangan dan regangan terendah terdapat pada variasi S2 yang nilainya 6,57 MPa dan 0,0167. Modulus elastisitas tertinggi terdapat pada variasi S2 dengan nilai 563,04 MPa, dan modulus elastisitas terendah terdapat pada variasi S1 sebesar 432,59. Pengujian serap air menunjukkan pada variasi S3 memiliki nilai serapan air terendah dengan nilai rata-rata sebesar 6,709 % dan pada variasi S2 memiliki nilai serap air tertinggi sebesar 10,008 %. Peningkatan Persentase serat pelepah batang pisang dalam komposit menyebabkan kenaikan kemampuan serap air komposit tersebut.

#### Daftar Pustaka

- [1] Ferreira, D.P, Cruz, J, Figueiro, R., 2019, *Surface Modification Of Natural Fibers In Polymer Composites In Green Composites For Automotive Applications*, Woodhead Publishing, pp. 3-9.
- [2] Saputra, Bagos Aji, Sutrisno, Sudarno, 2018, *Pengaruh Fraksi Volume Serat Pelepah Pisang Sebagai Penguat Komposit Polimer Dengan Matriks Resin Polyester Terhadap Kekuatan Tarik Dan Daya Serap Air*, Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan, pp. 561-562.
- [3] Kencanawati, CIPK, Sugita, I Ketut Gede, Suardana, NPG, Suyasa, I Wayan Budiasa., 2018, *Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Serat Kulit Buah Pinang*, Jurnal Energi Dan Manufaktur, pp. 7-9.
- [4] Karuniastuti, N., 2013, *Bahaya Plastik Terhadap Kesehatan Dan Lingkungan*, Swara Patra, pp. 6-9.
- [5] Pandey, J, Nagarajan, A.K, Mohanty, M Misra., 2015, *Commercial Potential And Competitiveness Of Natural Fiber Composites, Biocomposites: Design And Mechanical Performance*, Woodhead Publishing, pp. 1-5.
- [6] Kencanawati, CIPK, Sugita, I Ketut Gede, Suardana, NPG, Suyasa, I Wayan Budiasa., 2019, *Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekuatan Impact Greencomposite Serat Kulit Buah Pinang Dengan Matriks Getah Pinus*, Jurnal Energi Dan Manufaktur Vol 12.1, pp. 33-34.
- [7] Jones, D, Ormondroyd, G.O, Curling, S F, Popescu, C.M., 2017, *Chemical Compositions Of Natural Fibres In Construction*, Woodhead Publishing, pp. 33-34.
- [8] Thakur, Vijay Kumar, Thakur, Manju Kumari, Pappu, Asokan., 2017, *Hybrid polymer composite materials: properties and characterisation*, Woodhead Publishing, pp. 48-49.

[9] Jawaid, Abdul, Noorunnisa, Khanam, Abu, 2011, *Hybrid composites made from oil palm empty fruit bunches/jute fibres: Water absorption, thickness swelling and density behaviou*, Journal of Polymers and the Environment 19.1, pp. 108-109.

Biocomposites, Fibre-Reinforced Composites And Hybrid Composites, pp. 193-196.

[10] Hanim, M.A, Hashmi, M.S.J, Brabazon, D, 2019, *Voids In Biocomposites And Their Hybrids: Origin, Effect On Moisture Absorption, And Optical Analysis, Mechanical And Physical Testing Of*

	<p><b>I Gede Dikki Candra Ari Wiguna</b> Sedang menyelesaikan Studi S1 di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana</p>
<p>Bidang konsentrasi penelitian yang diminati adalah Rekayasa Manufaktur</p>	