

## Sifat Mekanik Komposit Alam Berbahan Dasar Limbah Cangkang Kemiri dan Resin Epoxy

**Wildan Alfikri, Hendriwan Fahmi, Mastariyanto Perdana, Ade Indra**

Program Studi Teknik Mesin Sarjana, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang  
Jl. Gajah Mada Jl. Kandis Raya, Kp. Olo, Kec. Nanggalo, Kota Padang, Sumatera Barat  
e-mail : [hendriwan.fahmi@itp.ac.id](mailto:hendriwan.fahmi@itp.ac.id)

### Abstrak

*Komposit alam memiliki sifat ramah lingkungan dan sifat mekanik yang relatif baik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari fraksi volume komposit berbahan dasar serbuk cangkang kemiri terhadap sifat mekanik kekuatan geser dan bending. Bahan utama dari material komposit adalah cangkang kemiri sebagai penguat dan resin epoksi sebagai pengikat. Cangkang kemiri dihaluskan menjadi serbuk dengan ukuran 841-1190  $\mu\text{m}$ . Rata-rata tegangan bending fraksi volume cangkang kemiri : epoksi adalah 55% : 45%, 60% : 40%, 65% : 45%, 70% : 30%, 75% : 25%, 80% : 20%, 85% : 15% berturut-turut sebesar 21,99 MPa, 19,43 MPa, 14,17 MPa, 8,7 MPa, 6,27 MPa, 5,67 MPa, dan 5,63 MPa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan bending komposit makin menurun seiring dengan penambahan komposisi serbuk cangkang kemiri. Kekuatan geser dari komposit serbuk cangkang/epoksi pada fraksi volume 55% : 45%, 60% : 40%, 65% : 45%, 70% : 30%, 75% : 25%, 80% : 20%, 85% : 15% berturut-turut sebesar 15,09 MPa, 8,25 MPa, 11,08 MPa, 8,79 MPa, 8,45 MPa, 9,18 MPa, dan 5,48 MPa. Nilai rata-rata tegangan geser memiliki tren menurun sejalan dengan pengurangan komposisi resin epoxy dari komposit. Namun pada komposisi 60%:40% mendapatkan hasil yang belum sempurna karena kemungkinan campuran yang belum homogen.*

*Kata kunci: Komposit serbuk, fraksi volume, cangkang kemiri, tegangan geser, tegangan bending.*

### 1. Pendahuluan

Negara Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis, banyak berbagai macam tanaman yang tumbuh subur di Indonesia. Diantaranya ada yang di konsumsi dan ada juga yang di jadikan obat-obatan. Salah satunya adalah kemiri, kemiri (aleurites moluccana) termasuk kedalam kedalam family euphorbiaceace (jarak jarakan). Penyebaran tanaman ini cukup luas mulai dari india, china, asia tenggara, polinesia dan selandia baru (New Zealand), tanaman ini dimanfaatkan sebagai sumber minyak dan rempah-rempah.

Berdasarkan data badan pusat statistik provinsi sumatra barat (2019) kemiri merupakan salah satu komoditas perkebunan yang umum di sumatra barat, produksi kemiri di sumatra barat pada tahun 2017 mencapai 6.948,44 ton, namun mengalami penurunan sampai 4.670,00 ton pada tahun 2019, kabupaten solok merupakan produsen kemiri terbesar di sumatra barat yaitu 2.247,00 ton pada tahun 2019 lalu disusul dengan kabupaten tanah datar dengan produksi mencapai 1.760,00 ton pada tahun yang sama.(BPS 2019). Dengan potensi limbah cangkang sekitar 65-75% (6780,75 ton). Cangkang kemiri umumnya digunakan sebagai bahan bakar sedangkan abunya digunakan sebagai pupuk (Sudrajat, 2005). Limbah cangkang kemiri belum begitu banyak dimanfaatkan, terutama dalam bidang teknologi bahan.



Cangkang kemiri memiliki sifat yang keras, cukup tebal, berkayu dan merupakan limbah yang dihasilkan dari pengolahan tanaman kemiri. Pemanfaatan yang sudah dilakukan dari limbah cangkang kemiri adalah digunakan sebagai bahan bakar sedangkan abunya digunakan sebagai pupuk. Pemanfaatan limbah cangkang kemiri dalam bidang teknologi bahan belum begitu banyak dilakukan khususnya penelitian mengenai pemanfaatan limbah cangkang kemiri sebagai material penguat komposit.

Limbah cangkang kemiri juga bisa di aplikasikan sebagai material komposit. Material komposit dari cangkang kemiri ini diharapkan nantinya menjadi material alternatif yang baru dan bermanfaat.

Cangkang kemiri ini di gabungkan dengan polimer yaitu epoksi untuk dijadikan sebuah material komposit. Adapun rumusan masalah dalam penelitian kali ini adalah bagaimana pengaruh pengaruh perbedaan variasi fraksi volume serbuk cangkang kemiri dan epoxy terhadap kekuatan geser dan bending. Dan tujuan dari penelitian ini adalah menentukan pengaruh variasi fraksi volume serbuk cangkang kemiri dan epoxy terhadap kekuatan geser dan bending.

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah cangkang kemiri yang dijadikan serbuk/partikel dengan ukuran 841-1190 Microns. Kemudian pengujian yang dilakukan adalah pengujian geser dan bending dengan perbandingan fraksi volume 7 variasi (Penguat:Pengikat) yaitu 55%:45%, 60%:40%, 65%:45%, 70%:30%, 75%:25%, 80%:20%, 85%:15% Pengujian bending yang dilakukan mengikuti standar uji ASTM D790-03 dan uji geser dengan standar ASTM D 3914-02.

Dengan bertambahnya fraksi volume serat Corypha Utan (Gebang) dalam epoxy dapat meningkatkan kekuatan tarik dan bending dari komposit dikarenakan ikatan interface yang kuat dan penyebaran serat tersusun dalam epoksi. Sari, dkk. (2019)

Variasi komposisi volume matriks dan partikel pada komposit memberi pengaruh pada sifat mekaniknya, jika jumlah volume partikel sedikit maka komposit cenderung bersifat seperti matriksnya namun apabila volume partikel terlalu banyak maka sifat mekaniknya menurun dikarenakan kemampuan matriks untuk mengikat partikel berkurang. Pada penelitian sejenis mengenai variasi komposisi matriks dan partikel pada komposit yang diperkuat partikel tempurung kelapa sawit didapat komposisi yang mempunyai sifat mekanik terbaik adalah 40% partikel dan 60% matriks. (Supriadi 2012)

Dalam penelitian yang dilakukan Irfa'i (2017) menunjukkan bahwa pada komposit berpenguat serat ijuk acak-anyam-acak dengan fraksi volume serat 35%, 45%, 50%, 55% dan 60%. Tegangan geser paling baik terjadi pada fraksi volume serat 45%, kemudian nilai tegangan geser menurun seiring dengan penambahan fraksi volume serat sampai pada fraksi 60%. Hal ini membuktikan bahwa penambahan kandungan serat setelah fraksi volume 45% pada komposit akan menurunkan kekuatan tegangan gesernya.

Darmansyah, dkk. (2018), dalam penelitian yang dilakukan, komposit epoxy berpenguat serat ampas tebu mengalami penurunan pada tegangan bending dan modulus elastisitas seiring dengan bertambahnya volume serat ampas tebu. Dengan bertambahnya fraksi volume serat tebu dan berkurangnya matriks, maka ikatan antara matriks dengan filler serat tebu makin lemah.

Betan, Abdullah, dan Niron (2018) menyebutkan bahwa adanya pengaruh yang signifikan akibat perlakuan kimia limbah kulit kemiri terhadap kekuatan bending di mana makin lama perlakuan kimia terhadap limbah kulit kemiri makin tinggi kekuatan bending yang



dihasilkan. Hal ini membuktikan bahwa larutan kimia mampu memberikan sekaligus mempertahankan ikatan adhesive antara matriks dan penguat. Perlakuan kimia kulit kemiri dengan kekuatan bending terbaik terjadi pada persentase 5% NaOH dengan upset time 1 jam.

Wirawan, Surata, dan Nindhia (2018) menyimpulkan bahwa pada kekuatan bending komposit yang makin meningkat dengan bertambahnya fraksi berat yang berlaku pada fraksi berat 5% sampai dengan fraksi berat 15%. Dari hasil di atas dapat dikatakan bahwa penambahan serat serabut kelapa dapat memengaruhi / meningkatkan tegangan tarik dan bending komposit.

Astika, Lokantara, dan Gatot Karohika (2013) menyebutkan bahwa terdapat hubungan antara fraksi volume, panjang serat dan kekuatan bending komposit polyester serat sabut kelapa. Dari grafik terlihat adanya peningkatan tegangan dan regangan bending, di mana makin tinggi fraksi volume dan panjang serat, makin tinggi pula tegangan dan regangan bendingnya. Peningkatan ini disebabkan karena dengan bertambahnya fraksi volume dan panjang serat yang digunakan dalam komposit maka regangan serat dapat mengimbangi regangan matriks sehingga luas daerah elastis menjadi makin besar yang pada akhirnya meningkatkan kekuatan bending bahan tersebut.

Dalam teori komposit yang dikemukakan George (1995) ikatan antarmuka yang optimal antara matriks dan serat merupakan aspek yang penting dalam penunjukan sifat-sifat mekanik komposit. Jadi dalam hal perbandingan volume komposit akan ada nilai batas di mana volume resinnya maksimal, setelah melewati titik maksimal tersebut jika volume ditambahkan maka kekuatan komposit akan berkurang karena ikatan antara serat dan resinnya tidak maksimal.

## **2 Metodologi**

### **2.1 Material**

Pada penelitian ini, material komposit dibuat dari material serbuk cangkang kemiri dan resin epoksi. Cangkang kemiri berfungsi sebagai penguat material penguat (reinforcement) dan resin epoksi berfungsi sebagai pengikat (binder) pada komposit. Cangkang kemiri didapat dari perkebunan rakyat yang berada di daerah pasaman barat, Sumatra Barat. Resin epoksi yang digunakan adalah resin epoksi dengan massa jenis  $1,16 \text{ g/cm}^3$  dan hardener  $0,98 \text{ g/cm}^3$  dengan perbandingan campuran resin banding hardener adalah 2 : 1. Cangkang kemiri yang dijadikan sebagai bahan dasar material komposit dijadikan berbentuk serbuk/partikel dengan cara ditumbuk menggunakan lesung batu, kemudian di ayak menggunakan mesh ukuran berkisar 841-1190 Microns.

### **2.2 Prosedur Penelitian**

Proses produksi komposit meliputi kegiatan persiapan cetakan, persiapan bahan, penimbangan bahan baku proses blending dan casting untuk pembentukan komposit. Penimbangan bahan dilakukan dengan perbandingan fraksi volume 7 variasi dengan perbandingan antara Cangkang kemiri dan resin epoksi yaitu 55%:45%, 60%:40%, 65%:45%, 70%:30%, 75%:25%, 80%:20%, 85%:15%. Proses blending diawali dengan mencampurkan resin epoksi dan hardener secara merata sekitar 5 menit, kemudian di susul dengan mencampur cangkang kemiri hingga merata dan kemudian dilakukan penuangan bahan yang telah di aduk ke tempat cetakan yang telah di siapkan. Kemudian dilakukan penekanan sebesar 40 kg. Adapun volume dari cetakan spesimen bending adalah  $9 \text{ cm}^3$  dan volume cetakan spesimen pengujian geser  $20,1 \text{ cm}^3$ .

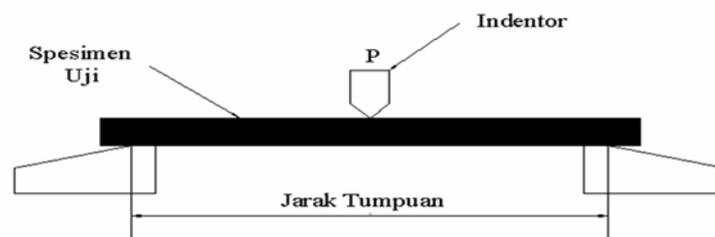


Cetakan uji *Bending*

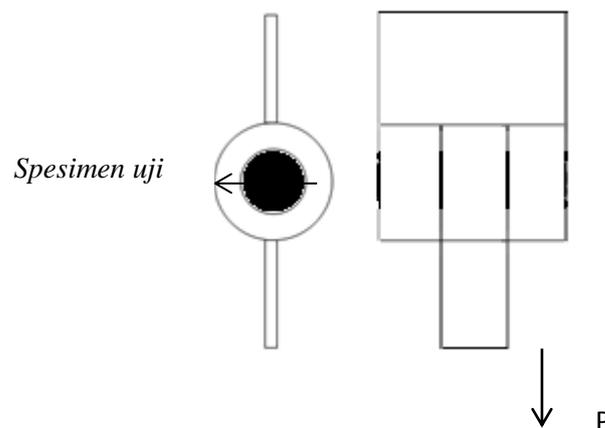


Cetakan Uji Geser

Hasil Produksi komposit akan dilakukan pengujian *bending* dengan standar uji ASTM D790-03 dengan metode *three point bending*, yaitu pengujian yang menggunakan 2 penumpuan dan 1 penekan, dengan jarak tumpuan 80 mm dan uji geser dengan standar ASTM D 3914-02 dengan model komposit berbentuk tabung.



*three point bending.*

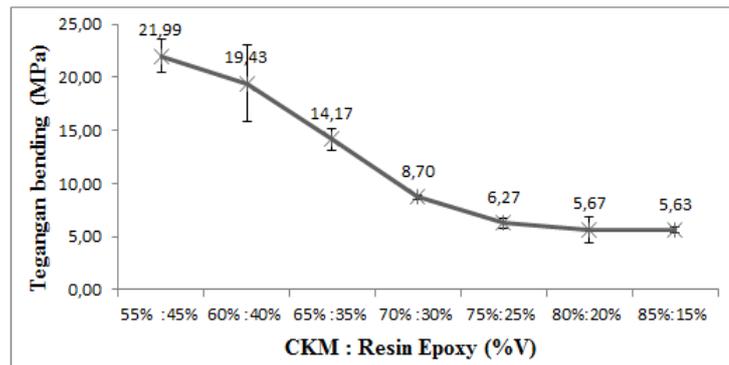


*Metode pengujian geser ASTM D 3914*

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Pengujian Bending

Pengujian terdiri dari 7 variasi fraksi volume masing masing 7 spesimen. Bahan komposit yang telah di buat akan dilakukan pengujian *bending* yang mengacu ASTM D790-02 dengan metode *three point bending*. Hasil pengujian *bending* dibuat dalam bentuk grafik sebagai berikut:



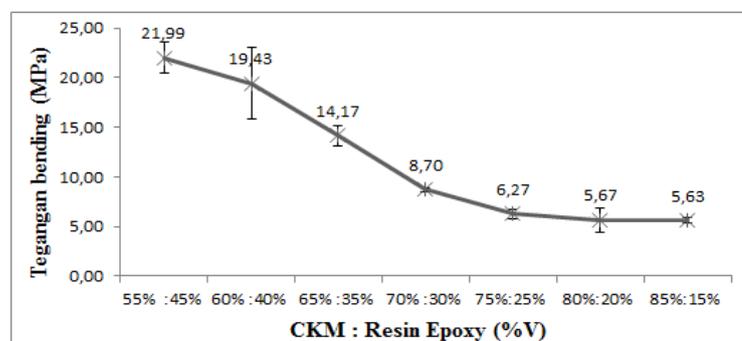
Grafik rata-rata tegangan *bending*  $\sigma_b$  (MPa)

Berdasarkan grafik nilai tegangan *bending* tertinggi terdapat pada komposit dengan komposisi perbandingan serbuk CKM berbanding resin epoxy (55%:45%) dengan nilai rata-rata 21,99 MPa. Dan menurun seiring dengan bertambahnya serbuk cangkang kemiri sampai pada komposisi 85%:15% dengan nilai rata-rata 5,63 MPa. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya komposisi resin epoxy yang berfungsi sebagai pengikat antar serbuk cangkang kemiri agar menghasilkan ikatan yang kuat pada material komposit. Dengan menurunnya komposisi resin epoxy dan meningkatnya komposisi serbuk cangkang kemiri, maka ikatan yang terjadi pada material komposit tersebut akan menjadi lemah. Hal ini juga membuktikan bahwa penambahan kandungan cangkang kemiri pada komposit belum tentu bisa meningkatkan kekuatan mekanis pada komposit. Maka dapat disimpulkan bahwa makin tinggi komposisi serbuk cangkang kemiri pada rentang fraksi 55% sampai 85% akan menurunkan kekuatan *bending* pada komposit tersebut.

Pernyataan ini di dukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Poyoh (2013) komposit berpenguat serbuk gergaji batang kelapa dengan mesh 250, 180, 90, di mana fraksi volume resin mulai dari 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, dan 50%. Pada Hasil pengujian, penurunan pada tegangan *bending* terjadi seiring dengan berkurangnya fraksi volume serbuk gergaji batang kelapa. Dengan berkurangnya fraksi volume resin dan dan bertambahnya serbuk, maka ikatan antara serbuk batang kelapa dan resin makin lemah.

### 3.2 Pengujian Geser

Pengujian terdiri dari 7 variasi fraksi volume masing masing 7 spesimen. Bahan komposit yang telah di buat akan dilakukan pengujian *bending* yang mengacu ASTM D3914. Hasil pengujian geser dibuat dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Grafik rata-rata tegangan geser (MPa)



Dari grafik nilai rata-rata tegangan geser memiliki tren menurun sejalan dengan pengurangan komposisi resin epoxy dari komposit. Tegangan geser tertinggi antar komposisi terjadi pada komposisi 55%:45% dengan nilai rata-rata 15,13 MPa, dan terendah pada komposisi 85%:15% dengan nilai rata-rata 5,46 MPa. Namun pada komposisi 60%:40% terjadi penurunan yang sangat signifikan, kemudian kembali terjadi peningkatan pada komposisi 65%:45%. Kemungkinan yang menyebabkan terjadinya penurunan tersebut adalah belum homogenya campuran dari komposit cangkang kemiri yang di buat. Semua spesimen yang sudah di persiapkan secara baik ternyata masih ada yang belum sempurna, terutama pada komposisi 60%:40%, di mana pada 5 spesimen komposit tersebut 3 diantaranya mendominasi hasil tegangan geser yang rendah. Dan 2 spesimen lainnya mendapat hasil yang tinggi dari 3 spesimen yang rendah, ini membuktikan bahwa kemungkinan spesimen yang di buat masih belum homogen.

Dalam penelitian Hariyanto (2017) menunjukkan bahwa komposit berpenguat serbuk kayu jati dan mahoni, serat rami (*woven*), dan serat E-Glass dengan ketebalan core 10 mm, 20 mm, 30 mm, 40 mm, dan 50 mm. Tegangan geser terbaik terjadi pada ketebalan core 10 mm, dan tegangan geser menurun sejalan dengan penambahan tebal dari komposit sampai pada ketebalan 50 mm. Dengan bertambahnya ketebalan core maka komposisi serbuk kayu jati dan mahoni juga makin bertambah, dan menyebabkan ikatan antara resin dan serbuk kayu mahoni menjadi lemah, dapat dibuktikan dari hasil tegangan geser menurun seiring bertambahnya ketebalan core.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian *bending* dapat di simpulkan bahwa Resin epoxy memengaruhi dari tegangan *bending* dari komposit, Rata-rata tegangan *bending* makin menurun seiring dengan pengurangan komposisi resin epoxy, Rata-rata tegangan *bending* komposit serbuk CKM dan resin epoxy fraksi volume 55%:45%, 60%:40%, 65%:35%, 70%:30%, 75%:25%, 80%:20%, 85%:15% berturut-turut sebesar 21,99 MPa, 19,43 MPa, 14,17 MPa, 8,7 MPa, 6,27 MPa, 5,67 MPa, dan 5,63 MPa.
2. Nilai Rata-rata tegangan geser memiliki tren menurun sejalan dengan pengurangan komposisi resin epoxy dari komposit. Namun pada komposisi 60%:40% mendapatkan hasil yang belum sempurna karena kemungkinan campuran dari cangkang kemiri dan resin epoxy yang belum homogen. Nilai tegangan geser dari komposit serbuk CKM dan resin epoxy pada fraksi volume 55%: 45%, 60%:40%, 65%:35%, 70%:30%, 75%:25%, 80%:20%, 85%:15% berturut-turut sebesar 15,09 MPa, 8,25 MPa, 11,08 MPa, 8,79 MPa, 8,45 MPa, 9,18 MPa, dan 5,48 MPa.
3. Hal yang memengaruhi kekuatan mekanik geser dan *bending* komposit cangkang kemiri adalah perbedaan komposisi dan homogenitas campuran.

#### 5. Ucapan Terimakasih

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik bantuan dari berbagai pihak, untuk itu peneliti mengucapkan terima kasih kepada dekan fakultas teknik, prodi teknik mesin, LP2M Institut Teknologi Padang dan tidak lupa pula seluruh civitas akademika Institut Teknologi Padang dan teman-teman yang telah banyak membantu dalam operasional dan fasilitas pada proses pelaksanaan penelitian ini.



## Daftar Pustaka

- [1] ASTM D 790-03, Standart Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials, ASTM internasional, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States, From [www.astm.org](http://www.astm.org)
- [2] ASTM D 3914, Standart Test Method for In Plane Shear Strenght of Pultruded Glass Reiforced Plastic Rod, ASTM internasional, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States, From [www.astm.org](http://www.astm.org)
- [3] Hariyanto, Agus. "rekayasa bahan komposit sandwich hibrid untuk struktur sistem panel." *Media mesin : Jurnal ilmiah teknik mesin* 18 (2017).
- [4] Poyoh, Cliffer Fridolin dkk. "Pengaruh Variasi Ukuran Butiran Filler Serbuk Gergaji." 2013: 7.
- [5] George, J., dkk, 1995, Short Pineapple-leaf Reinforced Low-Density Polyethylene, *Journal of Applied Polymer Scienced*, Vol. 57, pp. 843-854.
- [6] Anonim, 2019, "Produksi Perkebunan (Ton)," BPS Sumatera Barat, 2019, <https://sumbar.bps.go.id/indicator/54/51/3/produksi-perkebunan-.html>,
- [7] Sudrajat R, 2005, Pembuatan Arang Aktif Dari Tempurung Biji Jarak Pagar, *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 23(2):143-162, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor
- [8] Supriadi, Harnowo, 2012, "Pemanfaatan Partikel Tempurung Kemiri Sebagai Bahan Penguat Pada Komposit Resin Poliester" 3: 1–5,
- [9] Sari, Nasmi Herlina, Agus Dwi Catur, and Ahmad Safii, 2019, *Komposit Epoksi Diperkuat Serat Corypha Utan: Karakterisasi Morfologi, Kekuatan Tarik Dan Kekuatan Lentur*, *Jurnal Energi Dan Manufaktur* 12 (1): 27
- [10] Darmansyah, Jennifer, M.Togatorop, dan Edwin, Azwar. "Sintesis Mekanik Komposit Epoxy Berpenguat Serat Tebu." *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri 2018* (ITN Malang) Tema A - Penelitian (Februari 2018): 6.
- [11] Irfan'i, Mochamad Arif. "Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Geser komposit Berpenguat Serat Ijuk (Acak-Anyam-Acak) Dengan Resin Polyester." *Jurnal Reaktom* 2, no. 1 (2017): 3.
- [12] Betan, Agustinus D, Amiruddin Abdullah, and P, Fransisco Niron, 2018, "Karakteristik Mekanis Komposit Dengan Penguat Kulit Kemiri," 1–6,
- [13] Astika, I, I Lokantara, and I Gatot Karohika, 2013, "Sifat Mekanis Komposit Polyester Dengan Penguat Serat Sabut Kelapa," *Jurnal Energi Dan Manufaktur* 6 (2),
- [14] Wirawan, I Gede Ryan Trisna, I Wayan Surata, and Tjokorda Gde Tirta Nindhia, 2018, "Pengaruh Fraksi Berat Terhadap Kekuatan Tarik Dan Lentur Komposit Polyester Serat Serabut Kelapa" 7 (2): 109–14,