

Pengaruh Campuran Matriks Epoxy-Polyester Pada Komposit Berpenguat Serat Daun Prasok Terhadap Kekuatan Bending Dan Morfologi

Naufal Filosofa Purnama, I Kt Suarsana, dan Nitya Santhiarsa
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh komposisi campuran matriks epoxy-polyester dengan penguat serat daun praksok serat daun praksok (*Cordyline australis*) dalam komposit terhadap kekuatan bending dan morfologi biokomposit. Metode eksperimental digunakan untuk pembuatan biokomposit. Serat daun praksok yang telah direndam dengan NaOH 5% selama 2 jam dan campuran resin epoxy-polyester digunakan sebagai bahan penguat dalam pembuatan komposit dengan campuran epoxy dan hardener 2:1. Variasi komposisi volume matriks dan serat (85% matriks : 15% serat). Spesimen dicetak menggunakan cetakan akrilik dengan teknik hand lay-up. Ukuran specimen berdasarkan ASTM D790-03 untuk uji kekuatan bending, uji morfologi menggunakan (*Scanning Electron Microscope*) SEM. Data hasil uji bending menunjukkan bahwa tegangan bending tertinggi terdapat pada spesimen komposit dengan campuran 95% epoxy : 5% polyester dengan nilai tegangan rata-rata sebesar 76,8114 Mpa, divariasi 90% epoxy : 10% polyester nilai rata-rata sebesar 56,18562 Mpa, sedangkan yang paling kecil terdapat pada variasi 85% epoxy : 15% polyester dengan nilai rata-rata 24,944 Mpa, Regangan terbesar terjadi pada spesimen dengan campuran 85% epoxy : 15% polyester sebesar 10,0444, dan yang paling kecil terjadi di variasi 95% epoxy : 5% polyester sebesar 5,1238. Untuk modulus elastisitas terbesar berasal dari variasi campuran 95% epoxy : 5% polyester yaitu 1,4964 Gpa, sedangkan yang terkecil berada pada variasi 85% epoxy : 15% polyester dengan nilai 0,2706 Gpa. Pada pengujian yang telah dilakukan variasi 95% epoxy : 5% polyester memiliki kekuatan bending tertinggi, hal ini dikarenakan terciptanya *cross-linking* yang lebih baik antara campuran matriks dan serat yang telah direndam NaOH, dimana hal tersebut juga didukung oleh uji morfologi menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) yang menunjukkan ikatan yang didalam komposit.

Kata kunci: Serat Praksok, Komposit, Campuran resin Epoxy-Polyester, NaOH, Morfologi

Abstract

This study aims to evaluate the effect of the composition of the epoxy-polyester matrix mixture with praksok leaf fiber reinforcement (*Cordyline australis*) in biocomposites on the bending strength and morphology of biocomposites. Experimental methods were used to make biocomposites. Praksok leaf fibers that had been soaked in 5% NaOH for 2 hours and a mixture of epoxy-polyester resin were used as reinforcing materials in making composites with a mixture of epoxy and hardener 2:1. Variation of the volume composition of the matrix and fiber (85% matrix: 15% fiber). The specimens were molded using acrylic molds with the hand lay-up technique. The size of the specimens is based on ASTM D790 -03 for bending strength tests, morphology tests using (*Scanning Electron Microscope*) SEM. The bending test data shows that the highest bending stress is found in the composite specimen with a mixture of 95% epoxy: 5% polyester with an average stress value of 76.8114 Mpa, in the variation of 90% epoxy: 10% polyester the average value is 56.18562 Mpa, while the smallest is in the variation of 85% epoxy: 15% polyester with an average value of 24.944 Mpa. The largest strain occurs in the specimen with a mixture of 85% epoxy: 15% polyester of 10.0444, and the smallest occurs in the variation of 95% epoxy: 5% polyester of 5.1238. For the large st modulus of elasticity comes from the variation of the mixture of 95% epoxy: 5% polyester, which is 1.4964 Gpa, while the smallest is in the variation of 85% epoxy: 15% polyester with a value of 0.2706 Gpa. In the test that has been carried out, the variation of 95% epoxy: 5% polyester has the highest bending strength, this is due to the creation of better cross -linking between the matrix mixture and fibers that have been soaked in NaOH, where this is also supported by morphological tests using SEM (*Scanning Electron Microscopy*) which shows the bonds in the composite

Keywords: *Cordyline australis*, Composite, Blend Epoxy Resin, NaOH, Morfologi

1. Pendahuluan

Indonesia termasuk negara yang memiliki sumber daya alam yang berlimpah. Namun sumber daya alam tak terbarukan masih digunakan untuk pembuatan komposit. Bahan baku material terbarukan dibutuhkan untuk menangani permasalahan ini. Pengolahan dan pemanfaatan serat alam serta bahan tepat akan mengoptimalkan kegunaanya dalam produksi komposit terbarukan dan ramah lingkungan. Sifat mekanis dan struktural komposit akan lebih baik daripada penyusunnya ketika bahan penguat, termasuk serat alam

Korespondensi: Tel./Fax.: 081338606307

E-mail: suarsana@unud.ac.id

©Teknik Mesin Universitas Udayana 2025

dan matriks ditambahkan dalam suatu konsentrasi tertentu[1]

Material komposit biasanya terdiri dari dua bahan, yaitu matriks sebagai bahan pengikat dan fiber dari serat alam maupun buatan sebagai penguatnya. Polimer umum yang banyak digunakan pada pembuatan komposit adalah resin epoxy dan polyester, beberapa penelitian telah dilakukan dan menunjukkan bahwa ketika dua polimer digabungkan maka akan menghasilkan sifat mekanis yang lebih

unggul daripada polimer tunggal namun dengan komposisi tertentu[2].

Sementara itu, fiber dalam campuran komposit biasanya di isi dengan serat alam, serat alam lebih unggul dari serat (buatan), keunggulan dari serat alam diantaranya yaitu ramah limbah, memiliki kekakuan, kekuatan, dan kemampuan hidrophilic yang relatif lebih tinggi, serta dapat diolah secara alami, serta tersedia secara luas [7]. Penelitian ini bertujuan melihat seberapa berpengaruh variasi komposisi campuran matriks epoxy-polyester pada komposit berpenguat serat daun praksok terhadap kekuatan bending, dan morfologi komposit resin epoxy-polyester berpenguat serat daun praksok.

Dalam hal ini maka ada beberapa permasalahan yang akan dikaji, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh variasi komposisi campuran matriks epoxy-polyester pada komposit berpenguat serat daun praksok (*Cordyline australis*) pada perendaman NaOH konsentrasi 5% terhadap kekuatan bending?
2. Bagaimana gambaran morfologi komposit variasi komposisi campuran matriks epoxy- polyester berpenguat serat daun praksok pada perendaman NaOH konsentrasi 5%?

Beberapa batasan ditetapkan dalam penelitian ini meliputi:

1. Bahan spesimen terbuat dari material
 - Resin Epoxy Sikadur 52-id digabungkan dengan resin Polyester Yukalac 157 BQTN.
 - Serat daun praksok (*Cordyline australis*) yang diambil Karangasem, Bali
 - Perendaman NaOH 5% selama 2 jam pada serat
2. Variasi fraksi volume serat daunpraksok (15%)
3. Pembuatan spesimen uji komposit ialah metode *hand lay-up*.
4. Susunan serat acak dipotong 3 cm

1. Dasar Teori

2.1 Biokomposit

Terdiri dari dua material yaitu matriks b fungsi sebagai penyusun sedangkan Reinforcement sintetis dan alami berfungsi sebagai pengikat dan berperan untuk menjaga kesatuan dan keterhubungan unsur-unsur tersebut dan bertujuan untuk memperbaiki sifat mekanik dan performa material secara keseluruhan [1]. Bahan matriks ini akan berfungsi sebagai pengikat material fiber, dengan adanya ikatan, tekanan pada komposit nantinya akan terbagi dengan maksimal. Fraksi serat dalam sebuah komposit akan sangat berpengaruh pada kekuatan komposit, fraksi serat

yang telah dipertimbangkan dan digabungkan dengan resin dalam skala tertentu akan menghasilkan sebuah material komposit baru yang memiliki sifat mekanis yang lebih bagus dari material pembentuknya, dengan tujuan dikembangkan serta digunakan untuk berbagai macam hal [8]

2.2 Matrik

secara umum adalah bahan untuk pengikst serat pada komposit, matrik (resin) terbagi menjadi dua jenis yaitu (bioresin) dan buatan. Resin sintetis atau buatan umumnya terbuat dari bahan polimer dan dibagi dua yaitu menjadi resin thermoset dan termoplastik [5].

Resin epoxy biasanya terbentuk dengan struktur ikatan kimia, yang dimana epoxy (juga disebut resin epoksi) didasarkan pada reaksi antara *epichlorohydrin* dan *bisfenol-A (BPA)* atau senyawa fenolik lainnya. Struktur kuncinya adalah cincin epoksida (juga disebut cincin oksiran) yaitu cincin tiga anggota yang terdiri dari dua atom karbon dan satu atom oksigen [9] seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1, resin ini pada umumnya termasuk senyawa poliamida yang terdiri dari dua atau lebih grup amina. Resin ini tidak mudah pecah maupun tergores. Resin *epoxy* memiliki ketahanan panas yang tinggi serta tidak dapat diproses ulang setelah terpolimerisasi (*cure*) dikarenakan molekulnya sulit terurai kembali walaupun dipanaskan. [6]. Sementara itu, resin *Polyester* termasuk termoset cair yang tersusun dari reaksi kondensasi antara diol (alkohol dengan dua gugus -OH dan dikarboksiklat). Resin *Polyester* juga tergolong memiliki harga yang lebih murah dan mudah didapatkan



Gambar 1 Resin Epoxy dan Polyester

2.3 Serat Daun Praksok

Serat daun praksok banyak ditemukan di wilayah Bali, serat daun praksok berasal dari tanaman daun praksok, Daun Praksok dapat diolah dan menghasilkan serat yang biasanya dijadikan rambut ogoh-ogoh, barong dll. Serat ini menjadi pilihan dikarenakan kemampuannya terhadap air laut dan dapat beradaptasi pada lingkungan. Serat ini juga termasuk bahan yang tahan lama walaupun dibiarkan di tempat lembap dengan catatan serat dalam keadaan kering dari awal, selain mudah diolah dalam keadaan mentah serat ini juga mudah didapatkan .[4]

2.4 Alkalisasi NaOH

Perlakuan alkali merupakan salah satu cara untuk mengetahui peningkatan serat dan kompatibilitas antar serat dengan matriksnya. Hemiselulosa, lignin dari serat akan berkurang dan meningkatkan kekasaran permukaan yang akan menghasilkan mechanical *interlocking* yang lebih baik antara serat dan matriks. Alkalisasi pada serat juga membantu sifat adhesi terhadap campuran polimer yang digunakan[7]

2.5 Uji Bending

Uji bending mengukur kekuatan material yang bertujuan untuk mengukur, mengevaluasi serta mengaitkannya pada fenomena fleksibelitas sebuah material. Tumpuan jepit dimanfaatkan pada 3 sisi, dua dibawah dan satu diatas yang dikenal dengan metode threepoint bending. Selama pengujian spesimen material akan mengalami tegangan tekan pada bagian atas dan tegangan tarik di bagian bawah. Beban maksimum dapat diterima spesimen sebelum terjadi patahan. Spesimen uji bending dibuat sesuai standar ASTM D790-03.

Tegangan

$$\sigma = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Regangan Bending

$$\epsilon = \frac{\delta}{L^2} \cdot d$$

Modulus Elastisitas

$$E = \frac{L^3 \cdot m}{4 \cdot bd^3}$$

σ = Tegangan bending (Mpa)

P = Beban (N)

L = Panjangspan (mm)

b = Lebar benda uji (mm)

d = Tebal benda uji (mm)

ϵ = Regangan (mm)

m = tangen garis lurus pada defelciton curve

δ = Defleksi

2.5 Morfologi Komposit

Morfologi pada komposit Matrik epoxy-polyester berpenguat serat daun praksok diperlukan untuk mendukung hasil pengujian bending spesimen. Pengujian ini mampu menampilkan gambar patahan komposit pada pembesaran yang diperlukan. Morfologi pada komposit diperlukan guna melihat bentuk permukaan spesimen. Morfologi pada specimen komposit menggunakan alat SEM (*Scanning Electron Michroschophy*) dan dilaksanakan di laboratorium Mekanika Material Teknik Mesin Universitas Udayana

3. Metode Penelitian

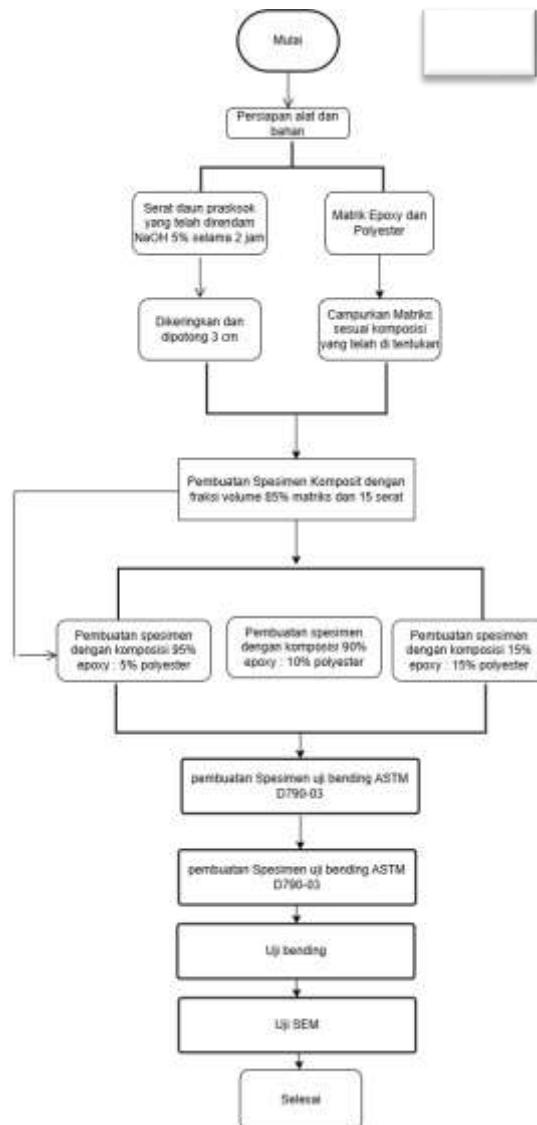
Penelitian ini menggunakan alat dan bahan Sebagai berikut:

1. Alat Uji Bending Tensilon RTG 150 sesuai ASTM D790-03
2. SEM (*Scanning Electron Michroschophy*)
3. Akrilik yang digunakan sebagai cetakan specimen

3.1 Bahan Penelitian

Bahan yang dipakai diantaranya yaitu ; matriks berupa Epoxy sikadur 52-id dan Polyester yulacal 157 BQTN, Serat daun praksok (*Cordyline australis*), NaOH, cairan aquades, sealent sebagai penutup sisi cetakan agar tidak menimbulkan kebocoran saat pembuatan spesimen.

3.2 Pembuatan Spesimen

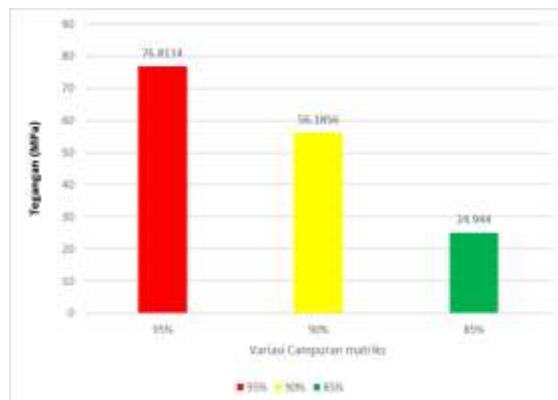


Gambar 2 Diagram Pembuatan Spesimen

4. Hasil dan Pembahasan

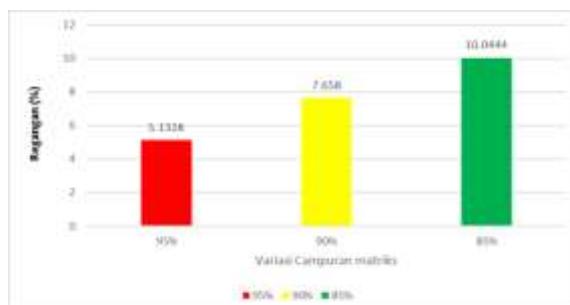
4.1 Uji Bending

Pengujian Bending dilakukan sebanyak 5 kali pada setiap variasi campuran matriks, guna mendapatkan hasil yang optimal. Hasil pengujian bending dapat dilihat pada Gambar 3,4 dan 5



Gambar 3 Nilai tegangan rata-rata bending pada komposit matriks epoxy-polyester berpengeut serat daun praksok

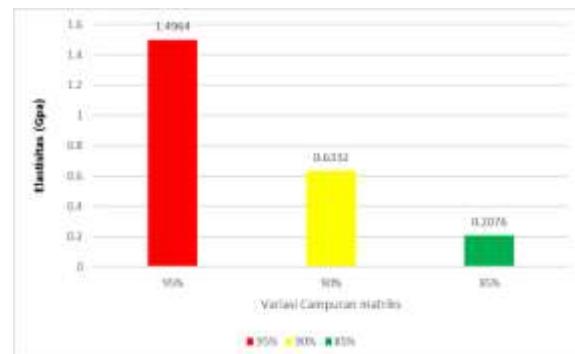
Berdasarkan hasil pengujian telah dilakukan diperoleh data yang menunjukkan tingginya nilai tegangan bending dikarenakan oleh sedikitnya komposisi polyester dalam matriks campuran yang digunakan. Pada gambar diagram 4 menjelaskan bahwa semakin banyak campuran polyester yang digunakan tegangannya akan semakin menurun. Pada Campuran matriks 95% epoxy dan 5% polyester besaran rata-rata tegangannya mencapai nilai 76,8114 GPa, jauh lebih besar dibanding campuran matriks 90%:10% dan 85%:15% yanghanya mencapai nilai 56,1856 Gpa dan 24,944 Gpa. Hal ini bisa dipengaruhi karena tegangan bending pada resin epoxy lebih tinggi dari pada polyester, sehingga semakin banyak komposisi epoxy pada campuran matriks yang digunakan maka akan semakin besar pula nilai tegangan komposit.



Gambar 4 Nilai tegangan rata-rata bending pada komposit matriks epoxy-polyester berpengeut serat daun praksok

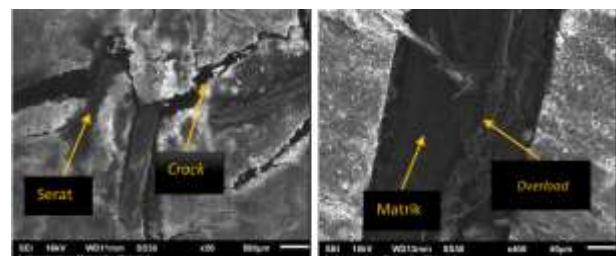
Berdasarkan diagram pada gambar 6 komposit daun praksok dengan campuran matriks 85% epoxy : 15% polyester memiliki regangan bending tertinggi dengan nilai 10,044. Lalu nilai yang terendah pada

campuran 95% epoxy : 5% polyester dengan nilai 5,1328. Secara garis besar regangan bending pada tiap variasi campuran matriks bertambah seiring dengan banyaknya komposisi polyester pada campuran matriksnya.



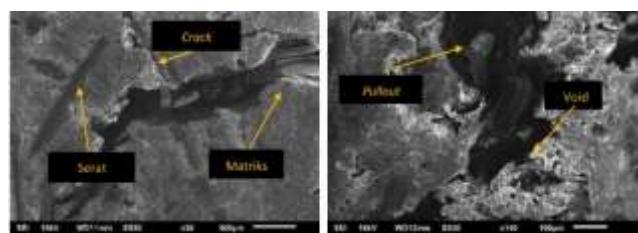
Gambar 5 Nilai Modulus Elastisitas rata-rata bending pada komposit matriks epoxy-polyester berpengeut serat daun praksok

4.2 Hasil Pengujian Scanning Electron Microscope (SEM)



Gambar 6 SEM Komposit dengan komposisi 95% epoxy : 5% polyester

Pada gambar 6 foto mikro fraksi volume 95% epoxy jenis kegagalan yang terjadi lebih banyak di dominasi oleh overload (putusnya serat karena batas kekuatan serat dan ikatan yang kuat antara pengikat dan penguatnya). Hal ini mengindikasikan bahwa ikatan yang tercipta antar serat dan matriksnya.



Gambar 7 SEM Komposit dengan komposisi 90% epoxy : 10% polyester

Untuk variasi 90% epoxy yang ditunjukan pada Gambar 4.6 terlihat fiber pullout (terlepasnya serat dengan matriks) serat daun praksok tidak terisi oleh matriks yang mengakibatkan tidak meratanya kekuatan spesimen dalam mendistribusikan tekanan beban yang diberikan, selain itu terlihat juga matriks

tidak melapisi serat secara baik dan menimbulkan *crack* sehingga kekuatan bendingnya menurun. Komposisi campuran matriks dengan penambahan polyester sebanyak 10% dari total volume matriks mengindikasikan adanya sedikit penurunan pada tegangan bending namun regangannya sedikit meningkat.



Gambar 8 SEM Komposit dengan komposisi 85% epoxy : 15% polyester

Pada Gambar 8 variasi 85% epoxy terlihat lebih banyak di dominasi oleh pullout (serat terlepas dari ikatan). Ikatan yang tidak baik antara matriks dan serat menjadi indikator yang dapat menurunkan efektifitas komposit dalam menyalurkan beban yang diterima, karena beban yang berikan hanya bertumpu pada matriks. Selain itu juga terlihat void pada area patahan, void yang timbul dapat mengakibatkan kekuatan bending komposit tidak maksimal [7].

5. Kesimpulan

1. Terlihat dari foto mikro bahwa matriks campuran 95% epoxy : 5% polyester pada komposit berpenguat serat daun praksok (*Cordyline australis*) tercipta ikatan cross-linking yang lebih baik antara serat dan matriks dibandingkan variasi campuran matriks 90% epoxy:10% polyester dan 85% epoxy:15 polyester. Sehingga pada variasi campuran matriks campuran 95% epoxy:15% polyester memiliki kekuatan bending paling tinggi. Hal ini selaras dengan pengujian bending yang telah dilakukan, Dimana semakin sedikit polyester pada komposisi matriks yang digunakan maka akan semakin tinggi nilai tegangannya.

Daftar Pustaka

- [1] Hastuti, S. F., Muris., & Subaer. (2015). Studi Sifat Mekanik dan Morfologi Komposit Serat Daun Nanas- Epoxy Ditinjau dari Draksi Fassa dengan Orientasi Serat Acak. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, 185–191.
- [2] Maryanti, B., Sonief, A. A., & Wahyudi, S. (2011). Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik. *Rekayasa Mesin*, 2(2), 123–129. *Indonesia.*, vol. 23, no. 2, pp. 1–3, 2024.

- [3] Nesimnasi, J.S., J., Boimau, K., & Pell, M., Y. (2015). Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) pada Serat Agave Cantula terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(1), 29–38.
- [4] Dimas, A. K. A., Nindhia, T. G. T., & Surata, W. I. (2020). Pengaruh Variasi Perendaman Terhadap Kekuatan Tarik Serat Tunggal Daun Praksok (*Cordyline Australis*). *Jurnal Ilmiah Teknik Desain Mekanika*, 9(3), 977–980
- [5] Gugun, G., Robani, Saepul. D., & Sambas, A. (2022). Pengaruh Fraksi Volume Serat Dengan Matriks Epoxy Pada Material Komposit Serat Mendong. *Jurnal Multidisiplin Madani*, 2(7), 3007–3020
- [6] Rajulu, V. A., Devi, G. L., & Rao, B. G. (2003). Miscibility studies of epoxy/unsaturated polyester resin blend in chloroform by viscosity, ultrasonic velocity, and refractive index methods. *Journal of Applied Polymer Science*, 89(11),
- [7] 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 Biocomposites, Fibre Reinforced Composites and Hybrid Composites*, 193–213
- [8] Ginting, D., Syahputra, F. R., & Jannah, W. (2023). Biokomposit Papan Partikel diperkuat Serat Alam Sabut Kelapa dan Tempurung Kelapa dan matriks epoksi. *JMPM (Jurnal Material Dan Proses Manufaktur)*, 7(1), 53–62.
- [9] Khalaf, R. H., Anter, F. hammad, & R.Al Sarraf, A. A.-H. (2019). Impact Strength of ZnO and Sand/(Epoxy-Polyester) Blend Composites. *Al-Mustansiriyah Journal of Science*, 29(4), 128–133.



Naufal Filosofa Purnama merupakan mahasiswa yang sedang menempuh pendidikan sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana yang memiliki ketertarikan dan fokus pada bidang Rekayasa Manufaktur.

Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik yang berkaitan dengan Rekayasa Manufaktur.