

Pengaruh Fraksi Massa Terhadap Kekuatan Tarik Dan Densitas *Green Composite* Sari Pati Kentang / Serat Daun Nanas Dengan Perlakuan NaOH

Martin Valentino Junior Sitinjak, C.I.P.K Kencanawati, dan I Made Astika
Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi mendorong peningkatan kebutuhan material green composite sebagai alternatif ramah lingkungan. Penelitian ini menggunakan matriks alami pati kentang yang dikombinasikan dengan serat daun nanas berukuran 1 cm setelah perlakuan NaOH. Variasi fraksi massa yang diterapkan yaitu 95% : 5%, 90% : 10%, dan 85% : 15%. Pembuatan spesimen dilakukan dengan metode hand lay-up, di mana uji tarik mengacu pada ASTM D3039 dan uji densitas pada ASTM D792-08. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi 15% serat menghasilkan sifat mekanik terbaik dengan tegangan tarik 4,210 MPa, regangan 0,687%, dan modulus elastisitas 0,616 GPa. Sementara itu, densitas tertinggi diperoleh pada variasi 5% sebesar 1,293 gr/cm³, dan densitas terendah pada variasi 15% sebesar 1,221 gr/cm³.

Kata kunci: Green Composite, Sari Pati Kentang, Serat Daun Nanas, NaOH, Fraksi Massa, Uji Tarik, Uji Densitas.

Abstract

The advancement of science and technology has increased the demand for green composite materials as environmentally friendly alternatives. This study utilized natural potato starch as the matrix, combined with 1 cm pineapple leaf fibers treated with NaOH. The mass fraction variations applied were 95% : 5%, 90% : 10%, and 85% : 15%. Specimens were fabricated using the hand lay-up method, with tensile tests conducted according to ASTM D3039 and density tests following ASTM D792-08. The results revealed that the 15% fiber variation produced the best mechanical properties, achieving a tensile strength of 4.210 MPa, strain of 0.687%, and elastic modulus of 0.616 GPa. Meanwhile, the highest density was recorded at the 5% fiber variation with 1.293 g/cm³, and the lowest density at the 15% variation with 1.221 g/cm³.

Keywords: Green Composite, Potato Starch, Pineapple Leaf Fiber, NaOH, Mass Fraction, Tensile Test, Density Test.

1. Pendahuluan

Sampah plastik yang berasal dari bahan tak terbarukan menjadi isu global, dengan Indonesia menempati posisi kedua setelah China dalam jumlah polusi plastik pada lingkungan perairan, yakni sekitar 187,2 juta ton [2]. Dari 100 toko anggota APRINDO saja, tingkat konsumsi kantong plastik mencapai total 10,95 juta lembar per tahun [1]. Secara global, manusia menghasilkan sekitar 400 juta ton sampah plastik tiap tahunnya. Proses daur ulang yang tidak efisien, akibat titik leleh plastik yang rendah dan kontaminasi sulit dibersihkan, menyebabkan kualitas hasil daur ulang lebih rendah dibandingkan plastik baru. Oleh karena itu, diperlukan alternatif ramah lingkungan seperti bioplastik untuk mengurangi pencemaran.

Green composite adalah material komposit berbasis alami yang terbentuk dari kombinasi resin dan matriks berbahan dasar pati serta serat selulosa, yang dapat terurai secara hayati. Serat alami seperti bambu, tebu, dan pisang banyak tersedia di Indonesia, memiliki kekuatan tarik setara serat sintetis, namun lebih ringan, murah, dan ramah lingkungan. Salah satu serat potensial adalah daun nanas, yang selama ini dianggap limbah, namun dapat dimanfaatkan sebagai

penguat komposit bernilai tambah, sekaligus mengoptimalkan limbah perkebunan [4].

Serat daun nanas mengandung selulosa dalam jumlah tinggi, yakni sekitar 69,5–71,5%, sehingga berpotensi digunakan pada aplikasi struktural karena sifat kekuatannya [3]. Penambahan serat ini dalam komposit secara signifikan meningkatkan kekuatan tarik, dari 16,03 MPa pada 10% hingga 33,57 MPa pada 40% [1]. Selain kuat, serat daun nanas juga ramah lingkungan karena mudah terurai dan mengurangi ketergantungan pada serat sintetis. Limbah daun nanas yang melimpah di Indonesia menjadikannya bahan murah dan mudah diakses, serta bermanfaat dalam pengelolaan limbah pertanian [3].

Karakteristik mekanik serat daun nanas dapat ditingkatkan melalui perlakuan NaOH, yang menghilangkan lignin dan hemiselulosa sehingga memperkuat ikatan antara serat dan matriks dalam komposit [1]. Hal ini membuat serat tersebut sangat potensial untuk digunakan dalam green composite di berbagai sektor, seperti otomotif dan konstruksi. Penambahan gliserol pada bioplastik berbasis pati 15 g dan 20 g diketahui menurunkan kekuatan tarik, karena gliserol dapat melemahkan ikatan antar molekul dalam matriks bioplastik sehingga material

menjadi lebih mudah terpengaruh oleh beban mekanis [6].

Pengujian tarik digunakan untuk mengukur kekuatan, tegangan, dan regangan suatu material, mengacu pada standar ASTM D3039, sementara pengujian densitas—rasio massa terhadap volume—mengacu pada ASTM D792-08. Natrium hidroksida (NaOH), basa yang umum digunakan untuk alkalisasi serat, mampu meningkatkan daya rekat serat karena menyerap CO₂ dari udara (terutama di permukaan serat). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini berjudul "Pengaruh Fraksi Massa Terhadap Kekuatan Tarik dan Densitas pada Green Composite Sari Pati Kentang – Serat Nanas dengan Perlakuan NaOH", bertujuan untuk menganalisis efek variasi serat daun nanas pada sifat mekanik tarik dan densitas komposit berbasis pati kentang.

2. Dasar Teori

2.1 Komposit

Komposit didefinisikan sebagai gabungan dua atau lebih material berbeda yang tetap mempertahankan sifat masing-masing karena tidak saling melarutkan, di mana satu berperan sebagai penguat dan lainnya sebagai pengikat [4]. Material ini bersifat multifase dan dirancang untuk menggabungkan keunggulan masing-masing komponen, sehingga menghasilkan sifat yang lebih baik dari bahan asalnya. Umumnya, komposit terdiri dari serat (penguat) dan resin (matriks), dengan karakteristik akhir yang dipengaruhi oleh jenis material, struktur, dan interaksi antar komponennya [3].

2.2 Serat Daun Nanas

Serat daun nanas diperoleh dari tanaman Ananas comosus yang termasuk dalam famili Bromeliaceae dan banyak dibudidayakan di Indonesia, khususnya di wilayah Jawa dan Sumatera, seperti Subang, Purbalingga, dan Lampung [1]. Tanaman ini bersifat semusim dan daunnya menjadi limbah setelah dua hingga tiga kali panen, sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan tekstil bernilai tambah. Kandungan alfa selulosa pada serat daun nanas berkisar antara 69,5% hingga 71,5%, serta komponen lain seperti pentosan, lignin, pektin, lemak, dan abu [1].

2.3 Sari Pati Kentang

Pati adalah polisakarida yang ditemukan dalam sel tumbuhan dan mikroorganisme, dengan keunggulan berupa ketersediaan melimpah dan biaya rendah. Kentang mengandung pati sekitar 22–28%, terdiri dari 21,04% amilosa dan 78,96% amilopektin [4], di mana kandungan amilosa memengaruhi gelatinasi dan dapat diimbangi oleh amilopektin [6]. Pati kentang diperoleh melalui proses pamarutan, ekstraksi dengan air, sedimentasi, dan pengeringan. Meski potensial, bahan berbasis pati umumnya memiliki kelemahan pada sifat fisik-mekanik, seperti kekuatan tarik rendah dan stabilitas kelembaban yang buruk.

2.4 Uji Tarik

Metode uji tarik berfungsi untuk menentukan sifat mekanik material, khususnya parameter kekuatan tarik, tegangan, dan regangan. Proses pengujian ini mengacu pada standar ASTM D 3039, dengan pemantauan secara berkelanjutan terhadap perubahan beban serta pertambahan panjang spesimen selama pengujian berlangsung. Rumus perhitungan tegangan dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \quad (1)$$

Keterangan:

σ = Tegangan Tarik (Mpa)

P = Beban (N)

A_0 = Luas Penampang Spesimen Mula-mula (mm²)

Rumus perhitungan regangan dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

ε = Regangan (%)

ΔL = Panjang Spesimen Setelah Pengujian (mm)

L_0 = Panjang Spesimen Sebelum Pengujian (mm)

Rumus perhitungan modulus elastisitas dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (3)$$

Keterangan:

E = Modulus Elastisitas (Gpa)

σ = Kekuatan Tarik (Mpa)

ε = Regangan (%)

2.4 Uji Densitas

Densitas menggambarkan derajat kepadatan suatu zat dan dirumuskan secara matematis melalui rasio massa terhadap volume. Nilai densitas ini berperan penting dalam menentukan sifat material, termasuk kemampuannya untuk mengapung atau tenggelam dalam suatu fluida tertentu. Pengujian ini akan mengacu pada standar ASTM D792-08. Rumus perhitungan modulus elastisitas dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$\rho = \frac{M_s}{M_b - (M_g - M_k)} \times P \text{ alkohol}$$

Keterangan:

ρ = Densitas Sampel (gr/cm³)

M_k = Massa Kawat Penggantung (gr)

M_s = Massa Spesimen Udara (gr)

M_g = Massa Spesimen Digantung Pada Alkohol (gr)

M_b = Massa Spesimen Basah (gr)

3. Metode Penelitian

3.1 Alat dan Penelitian

1. Alat Uji

Pengujian pada penelitian ini dilakukan menggunakan peralatan yang mengacu pada standar ASTM D3039 dan ASTM D792-08 guna memastikan keteraturan serta keakuratan dalam pelaksanaan uji tarik dan uji densitas.

2. Alat Pembuatan Komposit

Pada Gambar 1. Magnetic Stirrer Hotplate adalah peralatan laboratorium yang berfungsi mencampurkan sekaligus memanaskan dua atau lebih larutan hingga tercapai kondisi homogen, dengan menggunakan batang magnet sebagai media pengaduk. Alat ini dilengkapi dengan pengatur suhu dan kecepatan putaran pengadukan. Pemantauan suhu larutan selama proses pemanasan masih dilakukan menggunakan termometer secara manual.



Gambar 1. Magnetic stirrer

3. Alat Cetak

Cetakan pada penelitian ini dibuat dari material akrilik berbentuk persegi, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Cetakan Akrilik

4. Alat Ukur

Adapun alat ukur pada penelitian ini menggunakan:

- Penggaris
- Timbangan Digital
- Gelas Beker

3.2 Bahan Penelitian

1. Sari pati kentang digunakan sebagai bahan matriks dalam pembuatan komposit.
2. Serat daun nanas berfungsi sebagai penguat struktur spesimen.
3. Gliserol ditambahkan untuk memberikan sifat elastisitas pada spesimen.
4. MEKPO (Metil Etil Keton Peroksida) digunakan sebagai agen pengeras untuk meningkatkan kekuatan material.
5. Aquades berperan sebagai pelarut untuk mencampurkan seluruh bahan yang digunakan dalam penelitian.

3.3 Diagram Alir



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Gambar 3 menyajikan alur tahapan yang dilakukan mulai dari awal hingga akhir.

3.4 Proses Pembuatan Spesimen

Tahapan Pembuatan Spesimen Uji *Green Composite* Serat Nanas:

1. Kupas kulit kentang menggunakan alat pengupas, kemudian potong-potong kentang menjadi bagian kecil menggunakan pisau.
2. Haluskan potongan kentang menggunakan blender hingga menjadi bubur kentang.
3. Tuang hasil blender ke dalam gelas beaker, lalu tambahkan sedikit air untuk memudahkan proses ekstraksi.
4. Saring larutan kentang ke dalam wadah, biarkan endapan sari pati mengendap, lalu pisahkan dan pindahkan endapan ke gelas beaker lainnya.
5. Tambahkan aquades ke dalam gelas beaker yang berisi sari pati, kemudian masukkan gliserol sebagai bahan tambahan.
6. Tambahkan MEKPO (Metil Etil Keton Peroksida) ke dalam campuran tersebut sebagai agen pengeras.
7. Panaskan campuran menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan 200 rpm dan suhu 170°C hingga terbentuk gel homogen.
8. Masukkan serat daun nanas ke dalam campuran sesuai dengan fraksi massa yang telah ditentukan, menggunakan rumus perhitungan fraksi massa. Komposisi antara

matriks dan serat dapat dilihat pada tabel berikutnya.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Uji Tarik

Uji tarik dilakukan di Laboratorium Mekanika Material, Universitas Udayana menggunakan Tensilon RTG 1250 sesuai standar ASTM D3039, dengan tiga spesimen pada masing-masing variasi serat (5%, 10%, dan 15%). Microsoft Excel digunakan dalam analisis data pengujian dengan tujuan memperoleh tegangan, regangan, dan modulus elastisitas.

- Fraksi Massa Serat 10% : 90%

$$P_{ult} = 249,367 \text{ N}$$

$$A_0 = 1 \times t (25 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}) = 75 \text{ mm}^2$$

$$\Delta L = 1,00 \text{ mm}$$

$$L_0 = 250 \text{ mm}$$

- Tegangan Tarik

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

$$\sigma = \frac{249,367 \text{ N}}{75 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma = 3,325 \text{ MPa}$$

- Regangan Tarik

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\%$$

$$\varepsilon = \frac{1,000}{250 \text{ mm}} \times 100\%$$

$$\varepsilon = 0,800\%$$

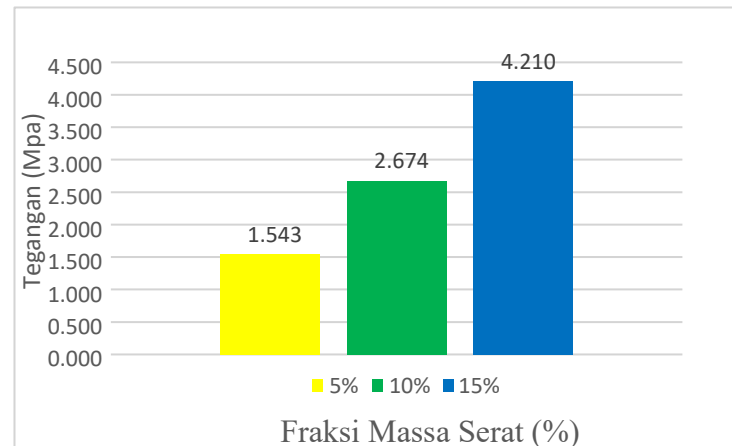
- Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

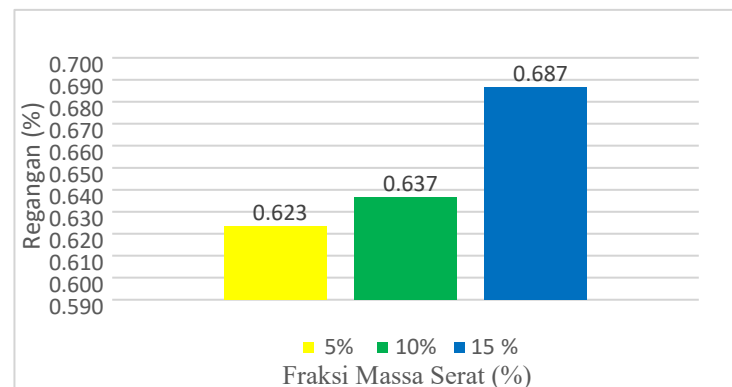
$$E = \frac{3,325 \text{ MPa}}{0,800\%}$$

$$E = 0,484 \text{ GPa}$$

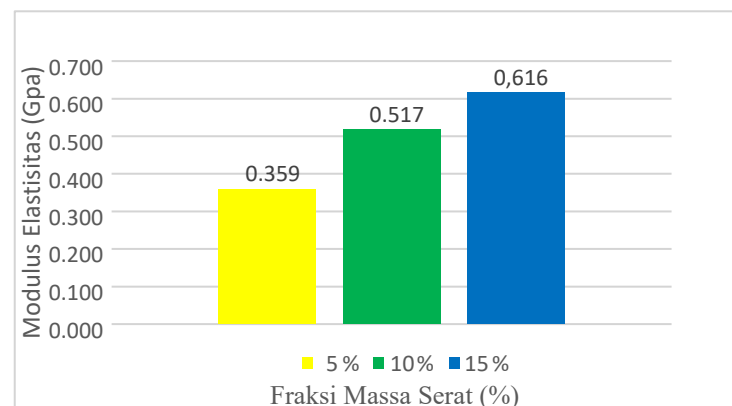
rata-rata nilai tegangan, regangan, dan modulus elastisitas pada pengujian tarik.



Gambar 5. Diagram Tegangan Tarik

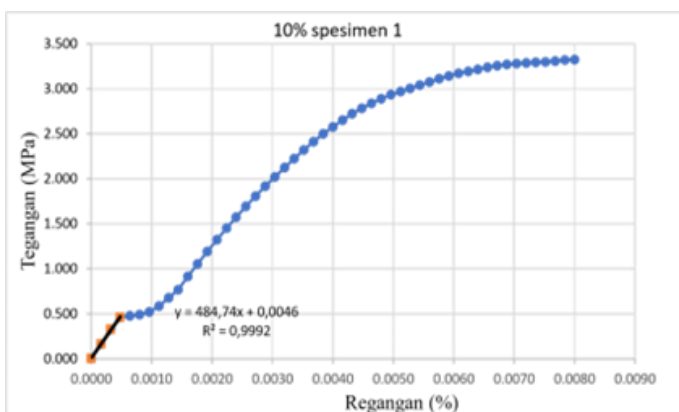


Gambar 1. Diagram Regangan Tarikan



Gambar 7. Diagram Modulus Elastisitas

Data pada Gambar 4.2, 4.3, dan 4.4 menunjukkan bahwa peningkatan fraksi serat daun nanas berpengaruh positif terhadap sifat mekanik komposit. Variasi 15% menghasilkan nilai tertinggi, yaitu tegangan tarik 4,210 MPa, regangan 0,687%, dan modulus elastisitas 0,616 GPa. Sebaliknya, variasi 5% menunjukkan nilai terendah dengan tegangan tarik 1,543 MPa, regangan 0,623%, dan modulus elastisitas 0,359 GPa.



Gambar 4. Kurva Perbandingan Tegangan-Regangan Tarik spesimen 1 variasi 10%.

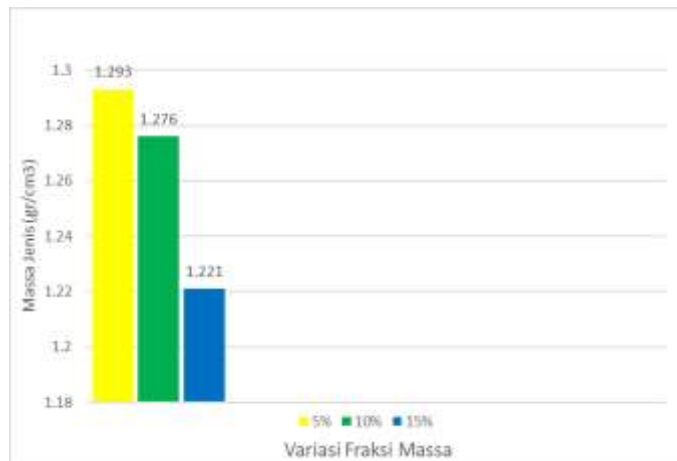
4.1.1 Pembahasan Uji Tarik

Data hasil pengujian tersebut kemudian disajikan dalam bentuk diagram batang untuk memperlihatkan

Secara keseluruhan, hasil pengujian mekanik menunjukkan bahwa peningkatan persentase serat daun nanas berbanding lurus dengan kenaikan tegangan, regangan, dan modulus elastisitas tarik. Hal ini disebabkan serat dalam matriks mampu menyerap energi dalam jumlah lebih besar dan mendistribusikannya secara merata, sehingga membentuk ikatan yang lebih kuat antara serat dan matriks ketika mengalami beban tarik. Dengan demikian, semakin tinggi kandungan serat yang ditambahkan, semakin besar pula kekuatan tarik spesimen, karena beban tidak hanya ditahan oleh matriks, tetapi juga disalurkan ke serat sehingga menghasilkan peningkatan kekuatan tarik secara optimal.

4.2 Uji Densitas

Pengujian densitas mengacu pada standar ASTM D792-08 dengan menyiapkan setiap variabel sebanyak 3 spesimen (matriks 95% : 5% serat, matriks 90% : 10% serat, dan matriks 85% : 15% serat). berikut merupakan grafik hasil pengujian densitas pada spesimen:



Gambar 8. Grafik Hasil Uji Densitas

Hasil pengujian pada Gambar 8 menunjukkan bahwa densitas menurun seiring peningkatan fraksi serat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa densitas tertinggi terdapat pada variasi 5% dengan nilai 1,293 gr/cm³, sedangkan densitas terendah ditunjukkan oleh variasi 15% dengan nilai 1,221 gr/cm³.

Data tersebut memperlihatkan bahwa penurunan densitas berkorelasi dengan meningkatnya fraksi serat, karena serat daun nanas memiliki densitas lebih rendah dibandingkan matriks. Kondisi ini menyebabkan berkurangnya kemampuan matriks menyerap air seiring penambahan serat. Temuan ini sejalan dengan penelitian Endriatno pada tahun 2015 yang melaporkan kecenderungan penurunan densitas akibat peningkatan jumlah serat.

5. Kesimpulan

Berdasarkan Hasil penelitian mengenai variasi fraksi massa pati kentang dengan penambahan serat

daun nanas menunjukkan beberapa kesimpulan utama sebagai berikut.

1. Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa peningkatan persentase serat daun nanas dari 5%, 10%, hingga 15% berpengaruh terhadap kenaikan kekuatan tarik material. Variasi 15% serat daun nanas menghasilkan nilai tertinggi, yaitu tegangan sebesar 4,210 MPa, regangan 0,687%, serta modulus elastisitas 0,616 GPa. Dengan demikian, komposisi 15% serat daun nanas dapat dikatakan sebagai variasi serat yang paling optimal.
2. Hasil pengujian densitas menunjukkan bahwa penambahan serat daun nanas dengan variasi 5%, 10%, dan 15% menyebabkan nilai densitas cenderung menurun seiring meningkatnya fraksi serat. Nilai rata-rata densitas tertinggi diperoleh pada variasi 5% serat daun nanas sebesar 1,293 gr/cm³, sedangkan densitas terendah terdapat pada variasi 15% sebesar 1,221 gr/cm³.

Daftar Pustaka

- [1] Purkuncoro, A. E. (2017). Pengaruh perlakuan alkali (NaOH) serat ijuk (Arenga pinata) terhadap kekuatan tarik. *Transmisi*, 19(1), 47–52.
- [2] Gunawan, A. S., Setiawan, A., & Legirian, F. (2017). Perancangan maintenance management information system untuk unit pemadam kebakaran (Studi kasus: Perusahaan X). *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, 3(2), 219–224.
- [3] Callister. (2000). *Characteristics of Selected Elements*.
- [4] Hadi, T. S., Jokosisworo, S., & Manik, P. (2016). Analisa teknis penggunaan serat daun nanas sebagai alternatif bahan komposit pembuatan kulit kapal ditinjau dari kekuatan tarik, bending dan impact. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 4(1).
- [5] Johan. (2024). Pengaruh penambahan serat bambu pada matriks sari pati kentang terhadap kekuatan tarik dan densitas green composite. *Jurnal Rekayasa dan Manufaktur*.
- [6] Radhiyattullah, A., Indriani, N., Hendra, M., & Ginting, S. (2015). Pengaruh berat pati dan volume plasticizer gliserol terhadap karakteristik film bioplastik pati kentang. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(3).

	Martin Valentino Junior Sitinjak menamatkan pendidikan menengah atas di SMAN 1 (PLUS) Matauli Pandan pada tahun 2020. Pendidikan tingkat sarjana dilanjutkan di Jurusan Teknik Mesin, Universitas Udayana, dan berhasil diselesaikan pada tahun 2025
Judul tugas akhir Pengaruh Fraksi Massa Terhadap Kekuatan Tarik Dan Densitas <i>Green Composite</i> Sari Pati Kentang / Serat Daun Nanas Dengan Perlakuan NaOH	