

Pengaruh Fraksi Massa Serat Pada Green Composite Serat Daun Nanas (*Ananas Comosus*) Dan Matriks Sari Pati Kentang Terhadap Kekerasan Dan Biodegradasi

Bangkit Wiranta Sihotang, C.I.P.K Kencanawati, dan I Gede Putu Agus Suryawan

Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Peningkatan penggunaan material sintetis telah menimbulkan permasalahan lingkungan yang serius, seperti polusi dan keterbatasan sumber daya alam. Oleh karena itu, pengembangan material ramah lingkungan seperti *green composite* menjadi semakin penting. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh fraksi massa serat terhadap kekerasan dan biodegradasi pada *green composite* berbahan dasar serat daun nanas (*Ananas comosus*) dan matriks sari pati kentang (*Solanum tuberosum*). Serat daun nanas dipilih karena sifat mekanisnya yang baik dan ketersediaannya yang melimpah, sedangkan pati kentang digunakan sebagai matriks alami yang memiliki daya rekat tinggi dan dapat terbiodegradasi. Penelitian ini menggunakan variasi fraksi massa serat 5%, 7,5%, dan 10% untuk mengamati perubahan kekerasan dan kemampuan biodegradasi dari komposit yang dihasilkan. Pada penelitian ini, variabel kontrol yang digunakan meliputi panjang serat nanas sebesar 1 cm, kecepatan magnetic stirrer sebesar 200 rpm, temperatur pemrosesan sebesar 170 °C, serta waktu pencampuran selama 10 menit. Pengendalian variabel ini bertujuan untuk memastikan konsistensi proses manufaktur sehingga pengaruh fraksi massa serat terhadap sifat material dapat diamati secara lebih akurat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan fraksi massa serat secara signifikan meningkatkan nilai kekerasan *green composite*. Selain itu, kemampuan biodegradasi juga dipengaruhi oleh komposisi serat, di mana komposit dengan fraksi massa serat lebih rendah cenderung lebih susah terurai.

Kata kunci: Komposit, daun nanas, pati kentang, kekerasan, biodegradasi

Abstract

The increasing use of synthetic materials has caused serious environmental problems, such as pollution and the depletion of natural resources. Therefore, the development of environmentally friendly materials, such as green composites, has become increasingly important. This study aims to investigate the effect of fiber mass fraction on the hardness and biodegradability of green composites made from pineapple leaf fiber (*Ananas comosus*) and potato starch (*Solanum tuberosum*) as the matrix. Pineapple leaf fiber was chosen due to its good mechanical properties and abundant availability, while potato starch was used as a natural matrix with strong adhesive qualities and biodegradability. The study used fiber mass fractions of 5%, 7.5%, and 10% to observe changes in the hardness and biodegradability of the resulting composites. Controlled variables in this research included a fiber length of 1 cm, magnetic stirrer speed of 200 rpm, processing temperature of 170 °C, and mixing time of 10 minutes. These controls were implemented to ensure consistency in the manufacturing process so that the influence of fiber mass fraction on material properties could be observed more accurately. The test results showed that increasing the fiber mass fraction significantly improved the hardness of the green composites. Additionally, biodegradability was also influenced by fiber composition, where composites with lower fiber mass fractions tended to be less degradable.

Keywords: Composite, pineapple leaf, potato starch, hardness, biodegradability

1. Pendahuluan

Kesadaran akan pentingnya material ramah lingkungan terus meningkat seiring dampak negatif penggunaan material sintetis terhadap lingkungan. *Green composite*, material berbasis bahan alami seperti serat dan resin nabati, menjadi solusi potensial karena sifatnya yang biodegradable dan berkelanjutan. Meski menjanjikan, pengembangan material ini menghadapi tantangan dalam hal performa dan efisiensi biaya.

Kentang (*Solanum tuberosum*) merupakan salah satu sumber pati alami yang kaya akan amilosa (21,04%) dan amilopektin (78,96%) [1]. Kandungan ini mempengaruhi karakteristik gelatinasi dan kekerasan *green composite*, serta memungkinkan

kentang digunakan sebagai matriks pengikat serat alami.

Penelitian tentang komposit serat alami menunjukkan bahwa fraksi massa dan orientasi serat memengaruhi sifat mekanis. Misalnya, komposit dengan serat nanas acak 1% memiliki kekuatan tarik 70% lebih rendah dibandingkan serat woven 1% [2].

Penggunaan serat daun nanas dan sari pati kentang sebagai bahan *green composite* diharapkan dapat menjadi alternatif pengganti plastik konvensional. Serat nanas memiliki sifat mekanik baik, mudah diperoleh, dan terbarukan. Namun, pengaruh fraksi massa serat terhadap biodegradasi *green composite* masih perlu diteliti. Bahan alami lebih mudah terurai dibandingkan plastik sintetis [3].

Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh fraksi massa serat daun nanas dan matriks sari pati kentang terhadap kekerasan dan biodegradasi *green composite*. Diharapkan, hasilnya dapat mendukung pengembangan plastik biodegradable yang ramah lingkungan dan berkelanjutan di Indonesia.

2. Dasar Teori

2.1 Komposit

Material komposit merupakan suatu sistem yang dibentuk dari gabungan dua atau lebih komponen utama yang memiliki perbedaan dalam bentuk fisik dan/atau komposisi kimianya. Keunikan dari material ini terletak pada kenyataan bahwa komponen-komponen tersebut tidak bercampur secara menyeluruh atau saling melarut, sehingga masing-masing tetap mempertahankan karakteristik aslinya. Kombinasi ini menghasilkan sifat-sifat baru yang tidak dimiliki oleh material tunggal manapun [4].

2.2 Serat Daun Nanas

Serat daun nanas merupakan jenis serat alami yang diperoleh dari bagian daun tanaman nanas. Serat ini tersusun atas komponen utama seperti selulosa dan zat non-selulosa, yang berfungsi memperkuat struktur daun selama masa pertumbuhan. Pada daun nanas yang masih segar dan berwarna hijau, kandungan serat berkisar antara 2,5% hingga 3,5% dari total berat daun [5]. Bagian luar daun tersusun atas pelepah yang mengandung sel-sel kambium serta pigmen alami seperti klorofil, xantofil, dan karoten yang termasuk dalam kompleks tannin dan lignin yang terdapat di bagian tengah daun. Lignin juga ditemukan pada lamela serta dinding sel serat. Serat yang diperoleh dari daun nanas muda umumnya memiliki kekuatan mekanik yang lebih rendah dan ukuran yang lebih pendek. Meskipun begitu, serat ini tetap stabil dalam hal kekuatannya selama penyimpanan hingga enam bulan. Namun, setelah melewati periode tersebut, kekuatannya mulai menurun. Proses ekstraksi serat biasanya dilakukan ketika tanaman nanas berumur antara 1 hingga 1,5 tahun.

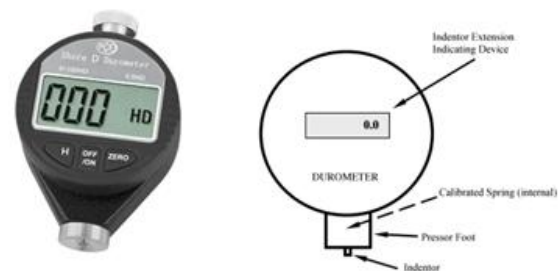
2.3 Sari Pati Kentang

Pati kentang merupakan komponen utama yang memberikan kontribusi besar terhadap nilai gizi kentang, dengan kandungan pati yang dapat dimanfaatkan sekitar 22–28% dari total berat umbi. Pati sendiri adalah biopolimer alami yang tersusun dari dua jenis polimer glukosa. Salah satu keunggulan penggunaan pati kentang dalam pembuatan *green composite* adalah ketersediaannya yang melimpah di alam serta harganya yang relatif terjangkau. Meskipun demikian, material berbasis pati umumnya memiliki kelemahan dalam sifat mekaniknya, seperti kekuatan tarik yang rendah, tingkat kekakuan yang tinggi, daya regang yang buruk saat putus, serta kurangnya stabilitas terhadap kelembapan [6].

2.4 Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan alat Shore Durometer dapat dilihat pada Gambar 1, yang

secara khusus digunakan untuk mengukur kekerasan bahan seperti karet, plastik, dan material komposit. Pengujian ini mengikuti standar ASTM D2240. Cara kerja alat ini didasarkan pada pengukuran resistansi bahan terhadap penetrasi jarum yang ditekan dengan gaya tertentu dari pegas. Prinsip dasarnya adalah mengukur seberapa besar bahan mampu menahan tekanan dari jarum uji. Hasil pengujian ini memberikan gambaran tentang tingkat kekerasan material serta kemampuannya dalam menahan beban dan tekanan selama penggunaan.



Gambar 1. Shore D Durometer

Rumus perhitungan kekerasan Shore D dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$H_D = 100 - (0.25 \times D) \quad (1)$$

Keterangan:

H_D = Kekerasan Shore D

D = Kedalaman penetrasi jarum uji

2.4 Biodegradasi

Biodegradasi merupakan proses alami yang kompleks, di mana polimer mengalami perubahan struktur kimia yang menyebabkan penurunan atau hilangnya sifat mekanik dan struktur aslinya. Dalam proses ini, polimer diuraikan menjadi senyawa-senyawa sederhana seperti air, karbon dioksida, mineral, serta produk antara seperti biomassa dan bahan humus. Selama berlangsungnya biodegradasi, molekul polimer terpecah menjadi unit-unit yang lebih kecil, dengan hasil akhir berupa karbon dioksida, air, dan biomassa.

$$\text{Persentase penurunan massa} = \frac{M_i - M_f}{M_i} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

M_i = Massa awal sebelum degradasi

M_f = Massa akhir setelah proses degradasi

2.5 Fraksi Massa

Dalam bidang kimia, fraksi massa (W_i) merujuk pada perbandingan antara massa suatu zat tertentu (m_i) terhadap massa keseluruhan campuran (m_{tot}), yang dinyatakan melalui rumus sebagai berikut:

$$W_i = \frac{m_i}{m_{tot}} \quad (3)$$

3. Metode Penelitian

3.1 Alat dan Penelitian

1. Alat Uji

Peralatan uji yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada standar ASTM D2240, ASTM D5988-18, dan ASTM D6691 yang ditetapkan oleh American Society for Testing and Materials (ASTM). Standar-standar tersebut diterapkan untuk mempermudah proses pengujian kekerasan dan biodegradasi material.

2. Alat Pembuatan Komposit

Pada Gambar 2. Merupakan Magnetic Stirrer Hotplate alat laboratorium yang berfungsi untuk mencampur dan memanaskan dua atau lebih larutan hingga membentuk larutan yang homogen, dengan bantuan batang magnet sebagai pengaduk. Alat ini dilengkapi dengan pengatur suhu dan kecepatan putaran pengadukan. Pemantauan suhu larutan selama proses pemanasan masih dilakukan menggunakan termometer secara manual.



Gambar 2. Magnetic stirrer

3. Alat Cetak

Cetakan yang digunakan dalam penelitian ini terbuat dari bahan akrilik dengan bentuk persegi, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Cetakan Akrilik

4. Alat Ukur

Adapun alat ukur pada penelitian ini menggunakan:

- Penggaris
- Timbangan Digital
- Gelas Beker

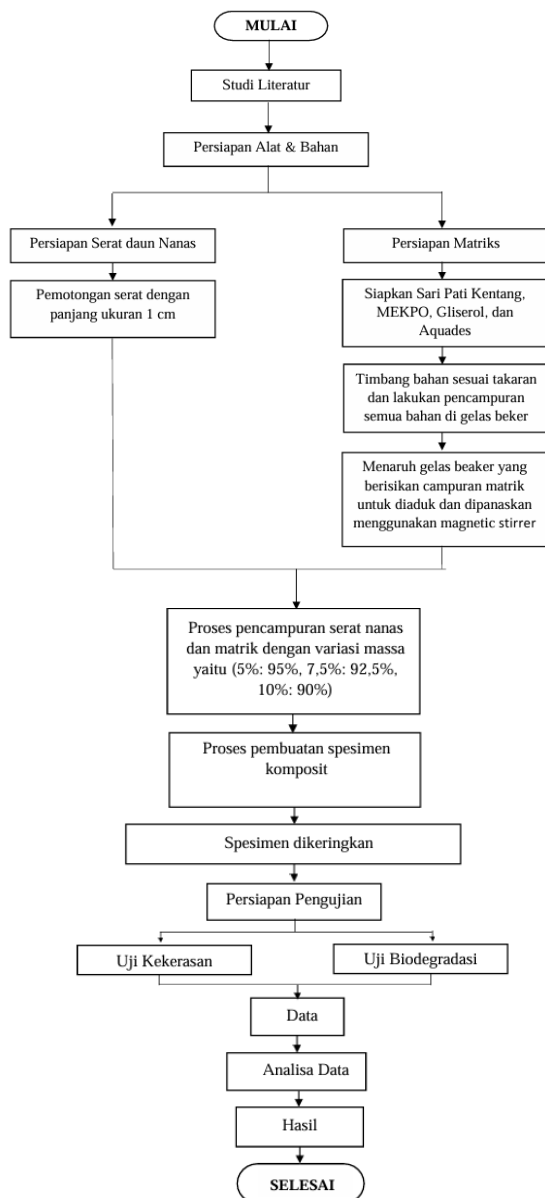
3.2 Bahan Penelitian

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

Pada Gambar 4. Menjelaskan tahapan tahapan yang akan dilakukan pada saat mulai penelitian hingga selesai.



Gambar 4. Digram Alir Penelitian

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 Biodegradasi pada Media Tanah

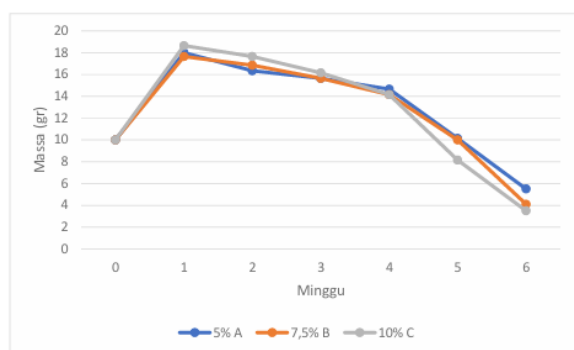
Pengujian biodegradasi dalam media tanah dilakukan menggunakan tiga sampel, yaitu spesimen A, B, dan C. Setiap sampel memiliki berat awal sebesar 10 gram. Sampel kemudian ditanam dalam media tanah, dan dilakukan penimbangan berat secara berkala setiap satu minggu sekali untuk memantau tingkat biodegradasi.

- Fraksi Massa Serat 10%

$$\text{Persentase penurunan massa} = \frac{M_i - M_f}{M_i} \times 100\%$$

$$\text{Persentase penurunan massa} = \frac{10 - 3,5}{10} \times 100\%$$

$$\text{Persentase penurunan massa} = 65\%$$



Gambar 5. Hasil Uji Biodegradasi Media Tanah

Terlihat pada grafik Gambar 5. Komposisi serat sebesar 10% menunjukkan keseimbangan yang optimal antara kekuatan awal struktur komposit dan kemudahan proses biodegradasinya. Pada persentase ini, mikroorganisme dalam tanah mampu lebih efektif

menguraikan pati sebagai komponen utama matriks, sementara keberadaan serat berperan dalam meningkatkan porositas serta kemampuan material dalam menyerap air.

Kandungan serat yang lebih tinggi mempercepat proses biodegradasi akibat meningkatnya daya serap air serta kemudahan mikroorganisme dalam mengakses matriks polimer [7].

4.2 Uji Degradasi pada Media Air Laut

Pengujian biodegradasi dalam media air laut dilakukan menggunakan tiga sampel, yaitu spesimen A, B, dan C. Masing-masing sampel memiliki massa awal sebesar 10 gram, kemudian direndam dalam air laut dan dilakukan penimbangan ulang setiap satu minggu sekali untuk memantau perubahan massanya.

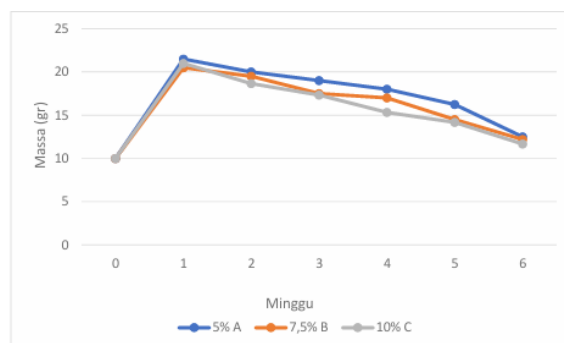
- Fraksi Massa Serat 10%

$$\text{Persentase penurunan massa} = \frac{M_i - M_f}{M_i} \times 100\%$$

$$\text{Persentase penurunan massa} = \frac{10 - 11,67}{10} \times 100\%$$

$$\text{Persentase penurunan massa} = -16,7\%$$

Catatan: Nilai negatif pada data tersebut disebabkan oleh adanya peningkatan massa pada spesimen dibandingkan massa awalnya, yang mengindikasikan bahwa spesimen masih mengalami proses penyerapan.



Gambar 6. Hasil Uji Biodegradasi pada Media Air Laut

Pada minggu pertama setelah spesimen direndam, seperti terlihat pada Gambar 6, terjadi peningkatan massa hingga mencapai 21 gram. Kenaikan berat ini disebabkan oleh sifat hidrofilik spesimen yang menyerap air dari lingkungan sekitarnya, sehingga kelembapan spesimen meningkat hingga mencapai titik jenuh.

Memasuki minggu kedua, massa spesimen mulai menurun dengan rata-rata menjadi 18,67 gram. Penurunan ini berlanjut pada minggu ketiga dengan rata-rata massa menjadi 17,43 gram. Pada minggu keempat, massa spesimen kembali menurun hingga 15,33 gram, dan pada minggu kelima turun lagi menjadi 14,17 gram. Pada minggu keenam, massa spesimen mencapai 11,67 gram.

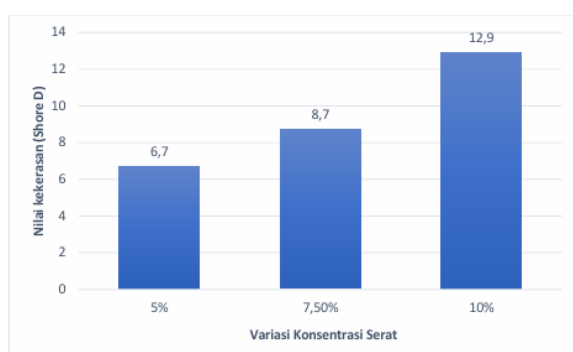
Penurunan terbesar terjadi pada minggu keenam, namun massa spesimen belum turun di bawah massat awal sebesar 10 gram, menandakan bahwa proses biodegradasi dalam media air laut membutuhkan waktu lebih dari enam minggu. Penyerapan air laut paling signifikan terjadi di minggu pertama, yang menunjukkan tingginya kemampuan material untuk menyerap air asin. Meski demikian, proses degradasi dalam air laut berlangsung jauh lebih lambat dibandingkan di tanah.

Lambatnya proses biodegradasi ini kemungkinan besar disebabkan oleh beberapa faktor berikut:

- Rendahnya kadar oksigen terlarut dalam air laut, yang membatasi aktivitas mikroorganisme aerobik dalam menguraikan pati.
- Populasi dan jenis mikroorganisme pengurai dalam air laut lebih sedikit dibandingkan dengan di tanah.
- Kandungan garam yang tinggi dalam air laut dapat menghambat aktivitas enzim yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk melakukan degradasi.

4.3 Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan dilaksanakan di Laboratorium Analisis Bahan, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana. Alat yang digunakan untuk pengujian ini adalah *Shore D Durometer Tester*, sebuah perangkat uji mekanik. Prosedur pengujian mengacu pada standar ASTM D2240, dengan masing-masing variasi komposisi serat nanas (5%, 7,5%, dan 10%) diuji sebanyak tiga spesimen. Setiap spesimen diukur kekerasannya pada sembilan titik yang berbeda, kemudian dihitung nilai rata-rata dari seluruh hasil pengukuran tersebut.



Gambar 7. Grafik Hasil Uji Kekerasan

Gambar 7. Merupakan hasil uji kekerasan pada material *green composite* berbahan dasar serat daun nanas dengan variasi perbandingan fraksi massa antara serat dan matriks, diketahui bahwa komposisi 10% serat dan 90% matriks menghasilkan kekerasan paling tinggi, dengan nilai rata-rata sebesar 12,96 Shore D. Komposisi 7,5% serat dan 92,5% matriks menunjukkan nilai kekerasan tertinggi kedua, yaitu rata-rata 8,7 Shore D. Sedangkan kekerasan terendah

diperoleh pada komposisi 5% serat dan 95% matriks, yakni hanya sebesar 6,7 Shore D.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai uji kekerasan serta uji biodegradasi pada *green composite* berbahan dasar pati kentang dan serat nanas, baik dalam media tanah maupun air laut, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan variasi fraksi massa serat nanas yang diuji, yaitu 5%, 7,5%, dan 10%, diperoleh nilai kekerasan masing-masing sebesar 6,7; 8,7; dan 12,9 Shore D. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan fraksi massa serat nanas berbanding lurus dengan peningkatan kekerasan pada *green composite* yang dihasilkan.
2. Pengujian biodegradasi di media tanah menunjukkan bahwa *green composite* berbahan dasar pati kentang dan serat daun nanas dengan kandungan serat 10% mengalami penurunan massa paling besar, yaitu sebesar 81,23% selama periode 6 minggu.
3. Pengujian biodegradasi *green composite* berbahan dasar pati kentang dan serat daun nanas di lingkungan air laut menunjukkan bahwa proses penguraian berlangsung lebih lambat dibandingkan dengan media tanah.

Daftar Pustaka

- [1] Sjamsiah, Saokani J, & Lismawati. (2017). Karakteristik Edible Film Dari Pati Kentang (*Solanum Tuberosum L.*) Dengan Penambahan Gliserol (Vol. 5).
- [2] Saidah, A., & Wijanarko, H. (2013). Studi Experimental Pengaruh Fraksi Massa dan Orientasi Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Berbahan Serat Nanas.
- [3] Shah, A. A., Hasan, F., Hameed, A., & Ahmed, S. (2008). "Biological degradation of plastics: A comprehensive review." *Biotechnology Advances*, 26(3), 246-265.
- [4] Schwartz, M.M., 1984 "Composite Materials Handbook", Mc GrawHill Inc, New York
- [5] Radhiyatullah, A., Indriani, N., & Ginting, M. H. S. (2015). Pengaruh berat pati dan volume plasticizer gliserol terhadap karakteristik film bioplastik pati kentang. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(3), 35–39.
- [6] Afiifah Radhiyatullah, Novita Indriani, & M. Hendra S. Ginting. (2015). *Pengaruh berat pati*

dan volume plasticizer gliserol terhadap karakteristik film bioplastik pati kentang. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(3), 35–39. <https://doi.org/10.32734/jtk.v4i3>.

- [7] Budianto, A., Ayu, D.F., & Johan, V.S. (2019). *Pemanfaatan Pati Kulit Ubi Kayu dan Selulosa Kulit Kacang Tanah pada Pembuatan Plastik Biodegradable*. SAGU, 18(2), 11–18.

	<p>Bangkit Wiranta Sihotang menyelesaikan studi SMA di SMAS Santa Maria Kabanjahe, pada tahun 2018, kemudian melanjutkan program sarjana di Jurusan T Mesin Universitas Udayana pada tahun 2018, dan menyelesaikannya pada tahun 2025.</p>
<p>Judul tugas akhir Pengaruh Fraksi Massa Serat Pada <i>Green Compsite</i> Serat Daun Nanas (<i>Ananas Comosus</i>) Dan Matriks Saripati Kentang Terhadap Kekerasan Dan Biodegradasi.</p>	