

Production of durian seed starch-based bioplastic reinforced with pineapple leaf fiber cellulose

Putri Nawangsari^{a,1}, Berkat Halawa^b, Warman Fatra^b, Dedi Rosa Putra Cupu^b, Dedy Masnur^b

^a Universitas Riau, Pekanbaru, 28293

^b Program Studi Teknik Mesin, Universitas Riau, Pekanbaru, 28293

¹ putrinawangsari@lecturer.unri.ac.id

Abstract. The increasing demand for environmentally friendly packaging materials has encouraged the development of starch-based bioplastics reinforced with natural fibers. In this study, durian seed starch was utilized as the main polymer matrix, while cellulose isolated from pineapple leaf fibers (PALF) served as reinforcement. Cellulose extraction was carried out through alkalization and bleaching, and its composition was confirmed using the Chesson–Datta method. Bioplastic films were prepared by casting with varying starch-to-cellulose ratios (100:0, 99:1, 98:2, 97:3, 96:4, and 95:5, wt%) and 20 wt% glycerol as a plasticizer. The mechanical, water absorption, and biodegradation properties were evaluated in accordance with ASTM standards. The results showed that incorporating PALF cellulose significantly enhanced the films' tensile strength, with a maximum of 11.88 MPa at 4 wt% cellulose loading, compared to 6.62 MPa for the neat starch film. Water absorption decreased from 72.4 in the control to 52.3 at 4 wt% cellulose, indicating reduced hydrophilicity due to stronger hydrogen bonding and improved structural integrity. Soil burial tests revealed rapid biodegradability, with up to 67.3 mass loss after 10 days.

Keywords: bioplastic, durian seed, cellulose, pineapple leaf fiber, tensile strength

Received 30 September 2025; **Presented** 9 October 2025; **Publication:** 9 March 2026

DOI: <https://doi.org/10.71452/gdg1xq40>

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil sampah plastik terbanyak. Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) tahun 2023, timbunan sampah plastik di Indonesia sebesar 6,54 juta ton (Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, 2023). Sampah plastik dapat mencemari tanah, air, dan udara karena sifatnya yang sulit terurai secara alami (non-biodegradable), sehingga berdampak pada keberlanjutan lingkungan [1][2]. Permasalahan ini mendorong banyak peneliti untuk mencari solusi permasalahan sampah plastik melalui plastik alternatif yang ramah lingkungan dan mudah terurai secara alami (biodegradable).

Bioplastik merupakan material baru yang menjanjikan sebagai plastik alternatif pengganti plastik konvensional dan dapat mengurangi masalah pencemaran lingkungan. Material yang dapat dijadikan sumber bioplastik antara lain: selulosa, chitin/chitosan, alga, hyaluronic acid, gelatin, polyhydroxyalkanoates (PHAs), dan biopolymer sintetik, polycaprolactone (PCL), poly (butylene succinate) (PBS), poly (lactic-co-glycolic acids) (PLGA), polylactic acids (PLA), dan pati [1], [3], [4]. Pati merupakan polimer alam yang mengandung amilosa dan amilopektin sehingga berpotensi menjadi sumber material bioplastik. Pati banyak ditemukan pada sumber karbohidrat, seperti umbi-umbian, biji, dan buah.

Durian (*Durio zibethinus* Murr) merupakan tumbuhan yang banyak ditemukan di daerah tropis seperti Indonesia. Menurut data BPS (Badan Pusat Statistik) Kabupaten Kampar, Provinsi Riau, produksi

durian mencapai 5.845.600 kg pada tahun 2023. Jumlah produksi durian yang cukup banyak akan menghasilkan limbah berupa kulit dan biji. Kulit dan biji dari limbah durian saat ini belum termanfaatkan secara optimal dan hanya dibuang sebagai sampah. Sedangkan, biji durian mengandung 51,1% air, 46,2% karbohidrat, 2,5% protein dan 0,2% lipid [5]. Kandungan karbohidrat yang tinggi pada biji durian mempunyai potensi sebagai sumber material baru bioplastik. Bioplastik berbasis pati memiliki beberapa kelemahan, seperti bersifat hidrofilik dan sifat mekanis masih rendah sehingga membutuhkan zat aditif seperti gliserol, selulosa, dan kitosan untuk meningkatkan fleksibilitas, kekuatan mekanik, dan ketahanan air [6]. Sumber material terbarukan yang dapat dimanfaatkan sebagai bioplastik selain pati adalah selulosa. Selulosa banyak terdapat di bagian batang, daun, buah, dan biji. Salah satu sumber selulosa yang banyak tersedia melimpah adalah serat daun nanas. Serat daun nanas memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi sekitar 70-80%, hemiselulosa 6-12%, dan lignin 5-12% [7] dan indeks kristalinitas yang tinggi, yaitu 73,48% [8]. Oleh karena itu, selulosa yang diekstraksi dari serat daun nanas berpotensi dimanfaatkan sebagai bioplastik karena mempunyai karakteristik yang lebih baik dibandingkan dengan sumber selulosa lainnya. Penelitian ini memanfaatkan pati biji durian sebagai bahan dasar bioplastik dengan penguat selulosa dari serat daun nanas. Bioplastik divariasikan berdasarkan rasio komposisi pati terhadap selulosa. Sifat mekanis, kekuatan tarik, kemampuan penyerapan air, dan sifat

biodegradable dikarakterisasi untuk mengevaluasi potensi bioplastik sebagai alternatif pengganti plastik konvensional berbasis petroleum.

Beberapa penelitian yang mengkaji tentang pembuatan plastik dari pati biji durian sudah dilakukan oleh beberapa peneliti, antara lain: Asyifa *et al* (2025) [9] mengkaji tentang bioplastik berbasis pati biji durian dengan menambahkan gliserol 1%. Pati biji durian yang digunakan dalam skala nano dan mikro. Karakterisasi bioplastik yang dilakukan, yaitu ketebalan dan transparansi warna. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa ketebalan bioplastik dari nanopartikel pati biji durian sebesar 0,125 mm dan bioplastik dari partikel pati biji durian sebesar 0,199 mm. Bioplastik berbasis nanopartikel pati biji durian menunjukkan kompatibilitas yang lebih baik dalam hal morfologi dan tampilan (transparansi) dibandingkan dengan bioplastik berbasis pati biji durian berskala mikro. Handayani *et al* (2023) [10] melakukan penelitian tentang optimasi elongasi bioplastik berbasis pati biji durian dengan penambahan gliserol dan kitosan kepiting biru dengan menggunakan *Response Surface Method*. Desain eksperimental menggunakan variabel temperatur gelatinase (80, 85, dan 95 °C), konsentrasi gliserol (1,5; 2,5; dan 3,5 g), dan konsentrasi kitosan (2,3, dan 4 g). Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter optimum dicapai pada temperatur gelatinisasi 80 °C, konsentrasi kitosan 2 g, dan gliserol 3,5 g dengan nilai elongasi 26,67% dan uji biodegradasi selama 7 hari menghasilkan reduksi massa sebesar 90,02%. Rustian dan Dewata (2022) [9] membuat bioplastik berbasis pati biji durian dengan menambahkan 4% PEG dan carrageenan (0; 0,5; 1; 1,5, dan 2%). Hasil pengujian tarik tertinggi terdapat pada bioplastik dengan penambahan konsentrasi carrageenan 1,5% dengan kuat tarik sebesar 1,407 MPa, dan elongasi 0,582%. Mirna *et al* (2022) [9] menganalisis pengaruh penambahan PEG 400 sebagai plasticizer dan kalsium karbonat sebagai solidifier. Konsentrasi PEG 400 divariasikan sebesar 4%, 30%, 50%, dan 70%. Hasil pengujian tarik yang dicapai 1,2 MPa dan hasil pengujian penyerapan air terendah 1,2% pada konsentrasi PEG 400 4%. Salomo *et al*. (2021) [11] Mengkaji pembuatan bioplastik dari pati biji durian dengan kitosan cangkang udang menggunakan plasticizer gliserol dan poligliserol menggunakan microwave. Hasil penelitian menunjukkan nilai kekuatan tarik dan elongasi terbesar masing-masing adalah 1,977 MPa dan 21,277%, penyerapan air terkecil sebesar 45,40%, dan massa terdegradasi terbesar 0,908 g selama 7 hari. Penggunaan poligliserol

dapat mempercepat proses degradasi plastik dan *microwave* dapat mempercepat waktu pencetakan bioplastik. Jannah *et al*. (2021) [5] mengkaji pembuatan bioplastik berbasis pati biji durian dengan menggunakan plasticizer gliserol. Konsentrasi gliserol divariasikan 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30% (v/w). Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi gliserol 20% menghasilkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 50,28 MPa dengan elongasi 13,3%. Hasil pengujian biodegradabilitas mencapai penurunan massa 38,9% selama 5 hari.

Berdasarkan kajian pustaka di atas, bioplastik yang berasal dari pati biji durian merupakan sumber material baru alternatif yang menjanjikan untuk menggantikan plastik konvensional. Penelitian sebelumnya juga belum ada yang melakukan kajian tentang bioplastik berbasis pati biji durian yang dimodifikasi dengan selulosa dari serat daun nanas.

METODOLOGI

Bahan dan Alat

Limbah biji durian dan serat daun nanas yang digunakan sebagai material bioplastik diperoleh dari Desa Kualu Nanas, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Bahan kimia, seperti natrium hidroksida (NaOH) *Pro Analys* 37% dan gliserol 85% *Pro Analys* dari produk *Merck*, sedangkan hidrogen peroksida (H₂O₂) 3% diperoleh dari toko bahan kimia Sari Laborta, Pekanbaru.

Alat yang digunakan pada penelitian ini, antara lain: timbangan digital, pH meter, *glass beaker*, oven, *hot plate magnetic stirrer*, *blender*, *grinder*, cetakan bioplastik, ayakan 325 *mesh*, ayakan 100 *mesh*, *digital soil analyzer tester*, *Raw Fiber Analyzer CXC-06*, *Bruker D2 Phaser*, dan *Universal Testing Machine*.

Ekstraksi Pati Biji Durian

Biji durian dicuci dengan air bersih dan dipotong dengan ketebalan 3-4 mm. Potongan biji durian direndam ke dalam larutan air kapur selama 12 jam untuk menghilangkan getah. Biji yang setelah direndam dikeringkan di bawah sinar matahari selama 8 jam. Biji durian kering selanjutnya di *blender* dan ditambahkan air dengan perbandingan rasio 1:2. Bubur pati biji durian kemudian diambil filtratnya dan diendapkan selama 12 jam. Endapan filtrat dikeringkan dibawah sinar matahari selama 48 jam. Pati biji durian selanjutnya di *grinder* dan diayak dengan ukuran 100 *mesh*. Tahapan proses ekstraksi pati biji durian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan proses ekstraksi pati biji durian

Ekstraksi Serat Daun Nanas

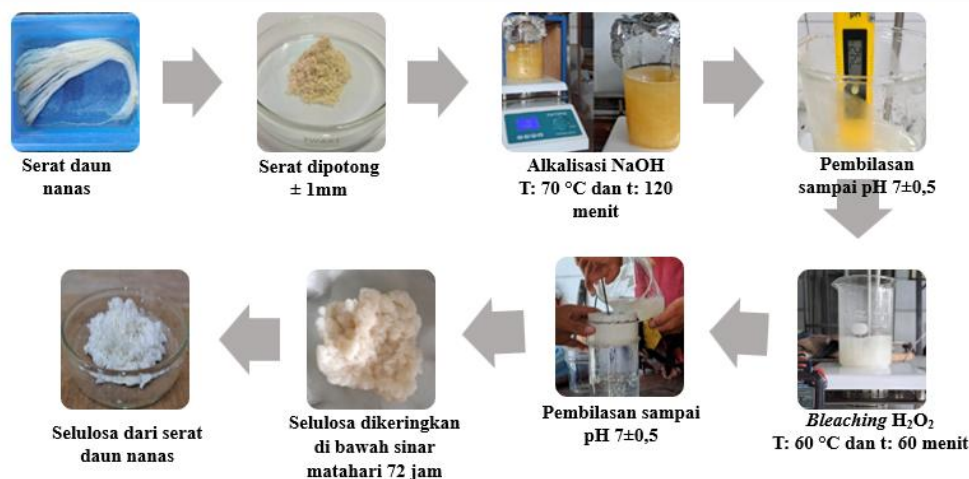
Daun nanas dibersihkan dengan air untuk menghilangkan kotoran pada permukaan daun. Daun nanas dikerat menggunakan sikat kawat untuk memisahkan serat dari lapisan luar daun. Serat selanjutnya dicuci dan dikeringkan di bawah sinar matahari selama 32 jam.

Isolasi Selulosa Serat Daun Nanas

Isolasi selulosa dari serat daun nanas dilakukan melalui proses alkalisasi dan bleaching. Proses alkalisasi dilakukan dengan tahapan sebagai berikut: (1) serat daun nanas dipotong dengan panjang ± 1 mm, (2) serat direndam ke dalam larutan natrium hidroksida (NaOH 5%) dengan rasio perbandingan serat (g) dan larutan (mL) 1:100, (3) serat dan larutan NaOH dicampur

dengan menggunakan hot plate magnetic stirrer pada temperatur 70 °C selama 120 menit, (4) serat disaring dan dibilas menggunakan akuades sampai pH normal ($\text{pH} = 7 \pm 0,5$).

Serat daun nanas setelah dialkalisasi, selanjutnya dilakukan proses bleaching dengan menggunakan hidrogen peroksida (H_2O_2 3%). Rasio serat (g) dan H_2O_2 (mL) adalah 1: 100. Proses bleaching dilakukan pada temperatur 60 °C selama 60 menit dengan menggunakan hot plate magnetic stirrer. Serat disaring dan dibilas menggunakan akuades sampai pH normal ($\text{pH} = 7 \pm 0,5$). Serat selanjutnya dikeringkan di bawah sinar matahari selama 72 jam. Tahapan proses isolasi selulosa dari serat daun nanas disajikan pada Gambar 2.

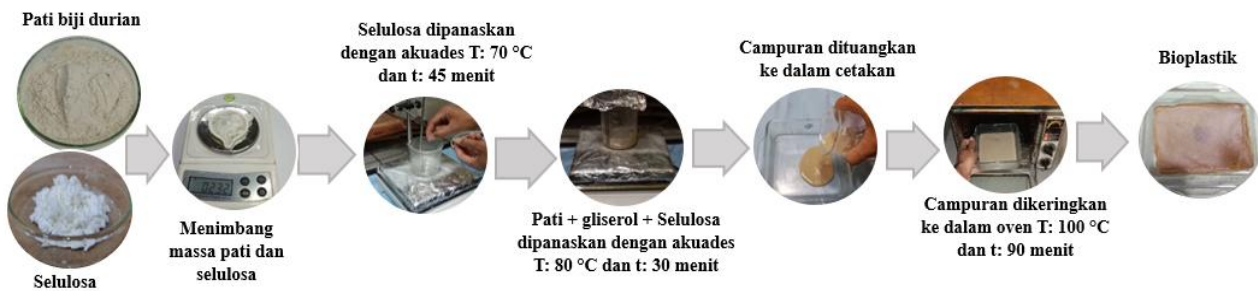


Gambar 2. Isolasi selulosa dari serat daun nanas

Pembuatan Bioplastik

Pati biji durian dan selulosa serat daun nanas disiapkan dengan perbandingan rasio, yaitu: 100:0; 99:1; 98:2; 97:3; 96:4; dan 95:5 vol (%). Pati biji durian dimasukkan ke dalam *glass beaker* dan dilarutkan dengan akuades dengan rasio perbandingan pati (g) terhadap akuades (mL), yaitu 1: 100. Selulosa dimasukkan ke dalam larutan akuades 40 mL dengan

menggunakan *hot plate magnetic stirrer* pada temperatur 70 °C selama 45 menit. Larutan pati biji durian dimasukkan ke dalam larutan selulosa dan ditambahkan gliserol 20%. Campuran selanjutnya dipanaskan pada temperatur 70 °C selama 30 menit. Campuran dituang ke dalam cetakan kaca dan dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 100 °C selama 90 menit. Tahapan pembuatan bioplastik disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan proses pembuatan bioplastik

Karakterisasi Microcellulosa Serat Daun Nanas

Selulosa dari serat daun nanas dikarakterisasi oleh kandungan selulosa dan indeks kristalinitas. Kandungan selulosa dianalisis menggunakan metode Chesson-Datta dengan alat *Raw Fiber Analyzer CXC-06*. Sedangkan, indeks kristalinitas serat nanas dilakukan dengan menggunakan *X-Ray Diffraction (XRD) Bruker D2 Phaser Diffractometer*. Pengujian XRD menggunakan intensitas radiasi $\text{CuK}\alpha$ ($\lambda = 1,54 \text{ \AA}$) direkam pada sudut 2θ dalam rentang sudut 5° dengan tegangan 30 kV dan arus 10 mA. Indeks kristalinitas (CI) dihitung dengan metode empiris Segal [12], seperti yang disajikan pada Persamaan 1.

$$CI = \frac{I_{002} - I_{\text{amorphous}}}{I_{002}} \times 100\% \quad (1)$$

Di mana I_{002} adalah intensitas puncak terbesar yang sesuai dengan bidang pada sampel dengan indeks Miller (002) pada sudut 2θ pada kisaran sudut $22 - 23^\circ$ yang mewakili area kristalin. $I_{\text{amorphous}}$ adalah intensitas minimum difraksi pada material nonkristalin yang diambil pada sudut 2θ sekitar 18° .

Karakterisasi Bioplastik

Karakterisasi bioplastik yang dilakukan antara lain: pengujian tarik, penyerapan air, dan biodegradasi. Pengujian tarik dilakukan dengan menggunakan *Universal Testing Machine* (Zwick Roell Z020 kapasitas 20kN) dengan mengacu pada standar ASTM D638-14[13]. Pengujian tarik untuk setiap parameter dilakukan sebanyak 5 kali pengujian.

Pengujian daya serap air dilakukan dengan mengacu pada standar ASTM D 570-98[14]. Dimensi sampel uji $76,2 \times 25,4 \times 0,17 \text{ mm}$. Sebelum diuji, sampel ditimbang terlebih dahulu untuk mendapatkan massa awal (w_0). Sampel selanjutnya direndam ke dalam air selama 24 jam pada temperatur 23°C . Setelah direndam, sampel dikeringkan dan ditimbang untuk mendapatkan massa akhir (w_i). Pengujian daya serap air untuk setiap parameter dilakukan sebanyak 3

sampel. Persentase daya serap air dihitung dengan Persamaan 2.

$$W_{\text{absorption}} = \frac{w_i - w_0}{w_0} \times 100\% \quad (2)$$

Pengujian biodegradasi dilakukan dengan menggunakan metode soil burial test[15]. Bioplastik dipotong dengan ukuran $25,4 \times 25,4 \text{ mm}$. Bioplastik sebelum diuji ditimbang berat awal terlebih dahulu. Bioplastik ditimbun ke dalam tanah dengan kedalaman 12 cm dengan pH $7 \pm 0,5$ dan temperatur $29 - 32^\circ \text{C}$. Berat sampel selanjutnya diamati setiap 2 hari dalam 10 hari. Pengujian biodegradasi untuk setiap parameter dilakukan sebanyak 3 sampel. Berat akhir ditimbang setelah penimbunan selesai. Persentase bioplastik yang terdegradasi dihitung dengan Persamaan 3

$$\% \text{ biodegradasi} = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\% \quad (3)$$

Di mana w_1 adalah massa awal sebelum terdegradasi (g) dan w_2 adalah massa akhir setelah terdegradasi (g).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Kandungan Selulosa

Tabel 1 merupakan hasil pengujian kandungan selulosa pada serat daun nanas tanpa perlakuan dan serat setelah perlakuan alkalisasi-bleaching.

Tabel 1. Hasil uji kandungan selulosa dengan Metode Chesson-Datta

No	Serat Daun Nanas	Selulosa (%)
1	Serat tanpa perlakuan	26,74
2	Serat perlakuan alkalisasi-bleaching	66,83

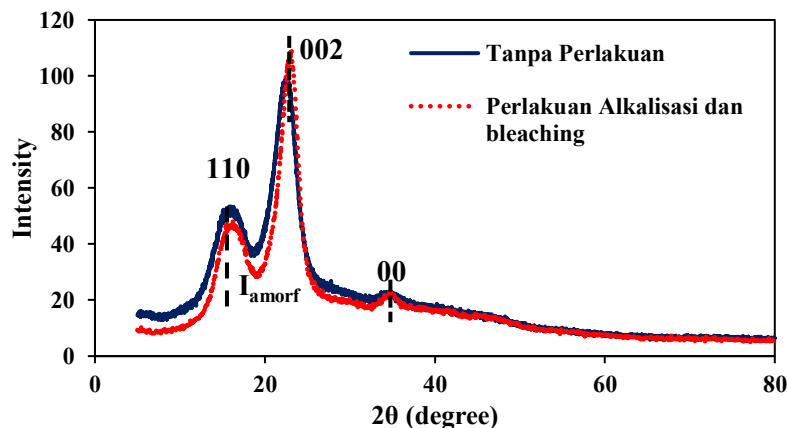
Berdasarkan Tabel 1, serat daun nanas setelah diberi perlakuan alkalisasi-bleaching mengalami peningkatan kandungan selulosa sekitar 40% dibandingkan dengan serat tanpa perlakuan. Serat daun

nanas yang diberi perlakuan alkalisasi NaOH dan *bleaching* H₂O₂ menyebabkan larutnya lignin, hemiselulosa, dan zat pengotor lainnya. Hal ini disebabkan oleh NaOH yang merupakan basa kuat yang mampu menghilangkan hemiselulosa, lignin, dan zat pengotor lainnya sehingga kandungan selulosa pada serat meningkat [8]. Pada penelitian Dinh *et al.* (2017) [16] disebutkan bahwa proses alkalisasi dengan larutan NaOH dapat memutus ikatan ester antara lignin, selulosa, dan hemiselulosa, sedangkan proses

bleaching meningkatkan kemurnian/ kandungan selulosa. Kombinasi proses alkalisasi dan *bleaching* mendegradasi lignin dan hemiselulosa secara efektif tanpa merusak struktur selulosa.

Hasil Pengujian X-Ray Diffraction (XRD)

Gambar 4 merupakan difraktogram XRD pada serat daun nanas tanpa perlakuan dan serat nanas perlakuan alkalisasi-*bleaching*.



Gambar 1. Difraktogram XRD

Berdasarkan difraktogram XRD, terlihat bahwa difraktogram serat daun nanas tanpa perlakuan dan serat dengan perlakuan alkalisasi-*bleaching* memiliki tiga puncak intensitas $2\theta = 16^\circ$, $22-23^\circ$, dan $34-35^\circ$, dengan bidang kristalografi masing-masing (110), (002), dan (004). Nilai 2θ ini sesuai dengan struktur selulosa [17]. Puncak difraksi $2\theta = 16^\circ$ menggambarkan adanya lignin, hemiselulosa, dan selulosa struktur amorf. Puncak intensitas $2\theta = 22-23^\circ$ menunjukkan kandungan α -selulosa [18]. Sedangkan, puncak intensitas pada $2\theta = 34-35^\circ$ dengan bidang (004) menunjukkan puncak rendah kristal selulosa [19]. Pada serat nanas tanpa perlakuan dan serat nanas dengan perlakuan alkalisasi-*bleaching*, struktur α -selulosa berada pada $2\theta = 22,5^\circ$ (serat tanpa perlakuan) dan $2\theta = 22,95^\circ$ (serat dengan perlakuan alkalisasi-*bleaching*). Intensitas minimum menunjukkan selulosa berstruktur amorf. Selulosa struktur amorf dari serat nanas tanpa perlakuan dan serat nanas perlakuan alkalisasi-*bleaching* masing-masing berada pada $2\theta = 18,38^\circ$ dan $2\theta = 18,91^\circ$. Hasil difraktogram XRD untuk serat nanas perlakuan alkalisasi-*bleaching* merupakan material semi kristalin.

Indeks kristalinitas serat daun nanas tanpa perlakuan dan serat daun nanas dengan perlakuan alkalisasi-*bleaching* dihitung dengan Persamaan 1 dan hasil perhitungan disajikan pada Tabel 2.

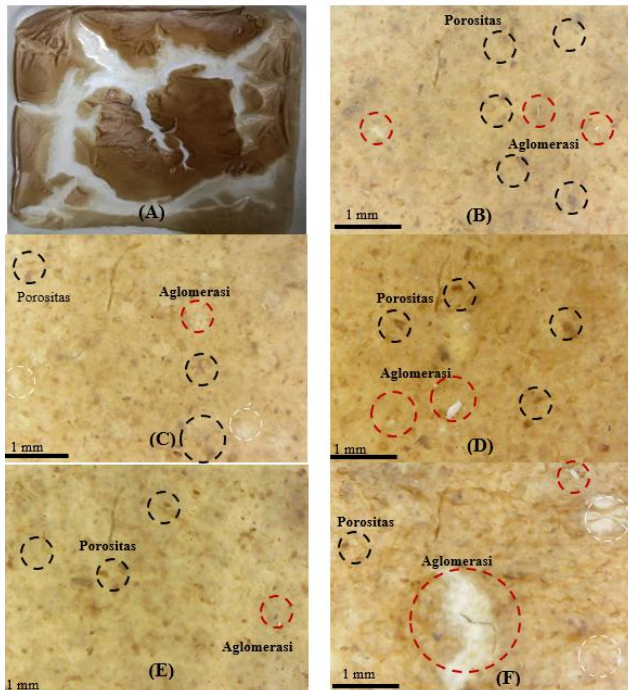
Tabel 2. Indeks kristalinitas serat daun nanas

Serat daun nanas	Indeks Kristalinitas (CI)
Tanpa perlakuan	64,214 %
Perlakuan alkalisasi- <i>bleaching</i>	74,173 %

Indeks kristalinitas serat dengan perlakuan alkalisasi-*bleaching* mengalami peningkatan sekitar 9%. Peningkatan indeks kristalinitas disebabkan karena hilangnya struktur amorf, seperti lignin, hemiselulosa setelah proses alkalisasi-*bleaching* [20].

Pengamatan Makro Bioplastik

Gambar 5 merupakan hasil pengamatan makro untuk bioplastik berbasis pati biji durian dengan penguat selulosa dari serat daun nanas. Gambar 5A merupakan bioplastik dengan rasio pati: selulosa (100:0 % vol). Bioplastik tidak terbentuk menjadi lembaran (*film*) dan terjadi keretakan. Hal ini karena bioplastik tidak mengandung selulosa serat daun nanas sehingga tidak terjadi ikatan yang kuat pada molekul pati. Selain itu, pati memiliki sifat higroskopis yang tinggi sehingga pada saat pengeringan bioplastik terjadi penyusutan dan menimbulkan retak.



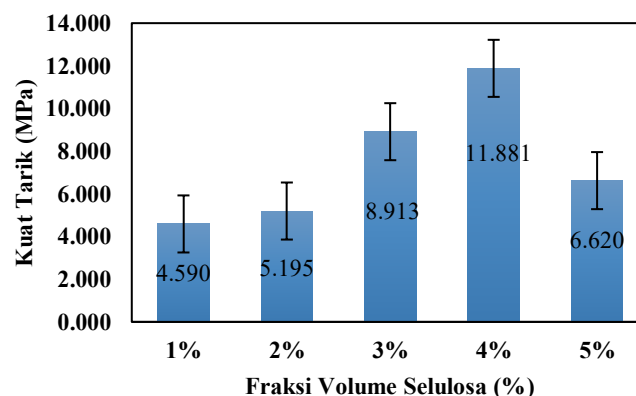
Gambar 2. Bioplastik dengan rasio pati: selulosa, (A) 100:0 % vol; (B) 99:1% vol; (C) 98:2% vol; (D) 97:3% vol; (E) 96:4% vol; dan (F) 95:5% vol

Berdasarkan pengamatan visual pada Gambar 5B sampai 5F, pada bioplastik pati biji durian terdapat gumpalan (aglomerasi) selulosa serat daun nanas. Penambahan selulosa pada rasio (99:1 – 99:4) % vol cenderung menghasilkan jumlah aglomerasi yang tidak terlalu banyak. Namun, pada rasio pati:selulosa (95:5% vol) terlihat aglomerasi selulosa yang cukup besar. Terbentuknya aglomerasi pada bioplastik disebabkan oleh distribusi partikel selulosa yang tidak terdispersi dengan baik dengan pati. Hasil ini juga menyebabkan permukaan bioplastik menjadi kasar, warna tidak transparan, dan meningkatkan porositas. Penambahan selulosa yang semakin banyak berpotensi terjadinya aglomerasi karena akan meningkatkan gaya

ikatan antarpartikel, partikel semakin besar. Penelitian ini mengkarakterisasi kuat tarik, daya serap air, dan biodegradasi yang dilakukan pada bioplastik pati biji durian dengan variasi selulosa serat daun nanas, 1, 2, 3, 4, 5% vol. Bioplastik dari pati biji durian tanpa penambahan selulosa serat daun nanas (100% vol pati) tidak dilakukan karakterisasi karena terjadi kegagalan pada saat pembuatan bioplastik.

Hasil Pengujian Tarik Bioplastik

Gambar 6 merupakan kekuatan bioplastik pati biji durian dengan variasi fraksi volume selulosa dari serat daun nanas. Kekuatan bioplastik mengalami peningkatan seiring dengan penambahan fraksi volume selulosa 1–4% vol. Namun, kekuatan tarik bioplastik mengalami penurunan setelah penambahan selulosa 5% vol. Peningkatan kekuatan tarik bioplastik disebabkan oleh selulosa serat daun nanas yang memiliki sifat mekanis yang baik. Hasil ini sesuai dengan kandungan selulosa serat daun nanas yang cukup tinggi (66,83%) dengan indeks kristalinitas 74,173%. Kandungan selulosa dan indeks kristalinitas yang tinggi pada selulosa serat daun nanas, karena struktur amorf seperti: lignin, hemiselulosa, dan zat pengotor lainnya berkurang sehingga selulosa bertindak sebagai penguat pada struktur bioplastik. Namun, pada penambahan selulosa 5% vol., cenderung terbentuk aglomerasi pada bioplastik, seperti yang disajikan pada Gambar 5F. Selulosa tidak terdispersi secara merata pada permukaan bioplastik sehingga menciptakan area lemah pada bioplastik. Aglomerasi selulosa menghambat penetrasi pati biji durian dan menghasilkan ikatan yang tidak optimal antara selulosa dan pati biji durian saat pembuatan bioplastik. Selain itu, penambahan selulosa yang banyak dapat mengganggu ikatan molekul bioplastik sehingga menyebabkan kohesi antar molekul dalam matrik dan menghasilkan bioplastik yang kurang elastis dan mudah putus saat diberi beban tarik [1].

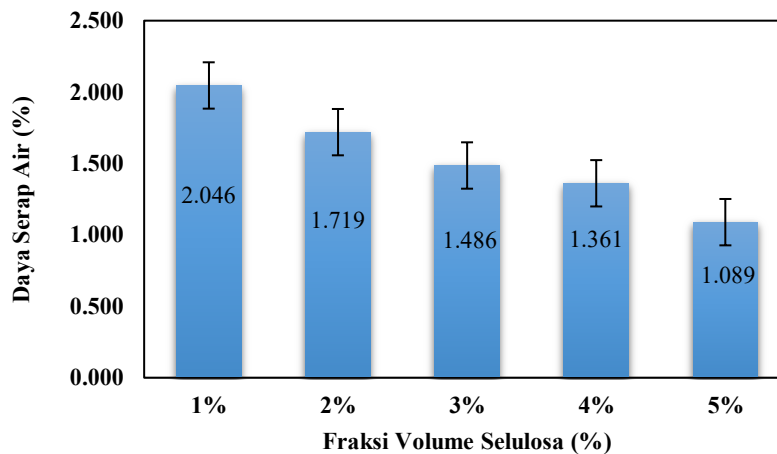


Gambar 3. Kekuatan tarik bioplastik

Kekuatan tarik bioplastik pati biji durian berpenguat selulosa serat daun nanas masih belum memenuhi kekuatan tarik bioplastik standar SNI 7818:2014, yaitu sebesar 13,7 MPa.

Hasil Uji Daya Serap Air

Gambar 7 merupakan daya serap air bioplastik pati biji durian dengan variasi fraksi volume selulosa dari serat daun nanas.



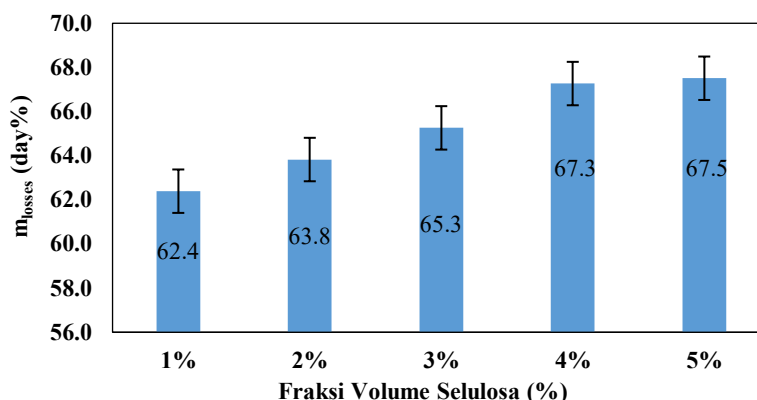
Gambar 4. Daya Serap Air Bioplastik

Hasil uji daya serap air (*water absorption*) menunjukkan bahwa penambahan fraksi volume selulosa 1–5% vol semakin menurunkan kemampuan daya serap air pada bioplastik. Hal ini dikarenakan pati biji durian merupakan salah satu polimer alam yang memiliki sifat *hidrofilik*, sedangkan selulosa setelah *dialkalisasi* cenderung mengurangi sifat *hidrofilik* pada pati. Selulosa memiliki ikatan *hydrogen* antar molekul yang kuat dalam struktur kristal yang menyebabkan sebagian besar tidak larut dalam air [21]. Kondisi ini menyebabkan daya serap air pada bioplastik pati biji durian menurun dengan bertambahnya fraksi volume selulosa dari serat daun nanas. Daya serap air bioplastik pati biji durian berpenguat selulosa serat daun nanas sebesar 1,08 – 2,17%.

Hasil Uji Biodegradabilitas

Gambar 8 merupakan hasil pengujian biodegradabilitas bioplastik pati biji durian dengan variasi fraksi volume selulosa serat daun nanas. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan fraksi volume

selulosa 1–5% meningkatkan persentase kehilangan massa bioplastik atau degradabilitas bioplastik. Meningkatnya persentase kehilangan massa (*mass losses*) bioplastik biji durian disebabkan oleh pati biji durian yang memiliki sifat *hidrofilik*, di mana pati akan menyerap molekul air sehingga akan mempermudah bakteri dan mikroorganisme lainnya memasuki matriks pati dan menguraikannya. Porositas yang meningkat dengan peningkatan kandungan selulosa menyebabkan jalur masuk bagi enzim mikroba yang menembus lebih dalam ke dalam struktur bioplastik. Persentase degradabilitas terendah pada bioplastik dengan rasio pati:selulosa (99:1) % vol yaitu sebesar 62,39 % selama 10 hari, sedangkan persentase degradabilitas tertinggi pada bioplastik dengan rasio pati:selulosa (95:5) % vol sebesar 67,51 % selama 10 hari. Kecepatan biodegradabilitas bioplastik dapat dipengaruhi oleh selulosa daun nanas dimana semakin banyak selulosa yang dikandung oleh suatu plastik, maka semakin cepat plastik tersebut untuk terdegradasi [22].



Gambar 5. Biodegradabilitas Bioplastik

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kekuatan tarik bioplastik pati biji durian mengalami peningkatan dengan bertambahnya fraksi volume selulosa dari serat daun nanas 1–4%. Kekuatan tarik tertinggi terdapat pada bioplastik dengan rasio pati: selulosa (96:4) % vol sebesar 11,88 MPa. Hasil kekuatan tarik ini masih belum mencapai nilai standar kuat tarik SNI 7818:2014 bioplastik sebesar 13,7 MPa.
2. Kemampuan daya serap air bioplastik pati biji durian menurun dengan bertambahnya fraksi volume selulosa dari serat daun nanas. Daya serap air yang terkecil terjadi pada bioplastik dengan rasio pati:selulosa (95:5) % vol sebesar 1,089%.
3. Kemampuan degradasi bioplastik meningkat dengan bertambahnya fraksi volume selulosa dari serat daun nanas. Persentase kehilangan massa bioplastik sebesar 62,4–67,5% selama 10 hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Riau atas dukungan finansial melalui hibah Penelitian DIPA dengan Kontrak No. 8259/UN19.5.1.3/AL.4/2023.

KONTRIBUSI PENULIS

Putri Nawangsari, mengarahkan kegiatan penelitian dan menyunting naskah sebelum publikasi. Berkat Halawa, dilakukan isolasi selulosa, ekstraksi pati biji durian, dan pembuatan bioplastik. Warman Fatra, mengevaluasi kegiatan penelitian, pengambilan data, dan penyuntingan naskah sebelum publikasi. Dedi Rosa Putra Cupu, mengevaluasi kegiatan penelitian, pengambilan data, dan penyuntingan naskah sebelum publikasi. Dedy Masnur, mengevaluasi kegiatan penelitian, pengambilan data, dan menyunting naskah sebelum publikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. K. Nguyen, N. T. T. That, N. T. Nguyen, and H. T. Nguyen, "Development of Starch-Based Bioplastic from Jackfruit Seed," *Hindawi*, vol. 1, no. 1631, pp. 1–9, 2022.
- [2] P. G. C. Nayanathara Thathsarani Pilapitiya and A. S. Ratnayake, "The world of plastic waste: A review," *Clean Mater.*, vol. 11, no. January, p. 100220, 2024, doi: 10.1016/j.clema.2024.100220.
- [3] S. Steven, A. N. Fauza, Y. Mardiyati, S. P. Santosa, and S. M. Shoimah, "Facile Preparation of Cellulose Bioplastic from *Cladophora* sp. Algae via Hydrogel Method," *Polymers (Basel)*, vol. 14, no. 21, 2022, doi: 10.3390/polym14214699.
- [4] A. Gamage *et al.*, "Environmental Properties and Applications of Biodegradable," *Polymers (Basel)*, vol. 14, p. 1, 2022, [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2073-4360/14/21/4578>.
- [5] N. R. Jannah, N. Jamarun, and Y. E. Putri, "Production of Starch-Based Bioplastic from Durio Zibethinus Murr Seed using Glycerol as Plasticizer," *J. Ris. Kim.*, vol. 1, no. 2, pp. 159–165, 2021.

- [6] S. A. Annelouise, P. M. Blanch, S. S. Fortugaliza, R. Scholar, and R. Adviser, "Durioplastics: Enhancing Durian (*Durio zibethinus*) Seed Starch Bioplastics via Cellulose Reinforcement from its Husk," *Int. J. Res. Publ. Rev. J. homepage www.ijrpr.com*, vol. 6, no. 2, pp. 1379–1397, 2025, [Online]. Available: www.ijrpr.com.
- [7] E. W. Gaba, B. O. Asimeng, E. E. Kaufmann, S. K. Katu, E. J. Foster, and E. K. Tiburu, "Mechanical and structural characterization of pineapple leaf fiber," *Fibers*, vol. 9, no. 8, pp. 1–11, 2021, doi: 10.3390/fib9080051.
- [8] P. Nawangsari, W. Fatra, A. Kusuma, M. Badri, D. R. P. Cupu, and D. Masnur, "Microcellulose From Pineapple Leaf Fiber As A Potential Sustainable Material: Extraction And Characterization," *J. Polimesin*, vol. 22, no. 1, pp. 83–87, 2024.
- [9] Z. P. Rustian, "Production of Edible Film from Durian Seed Starch (*Durio zibenthinus*) as Biodegradable Plastic," *J. Kependud. dan Pembang. ...*, vol. 3, no. 1, pp. 23–30, 2022, [Online]. Available: <http://jkpl.ppj.unp.ac.id/index.php/JKPL/article/view/153>.
- [10] P. A. Handayani, A. L. Devi, and N. A. Ganisha, "Optimization of the Elongation of Bioplastic from Durian Seed Starch Using Response Surface Methodology," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1203, no. 1, 2023, doi: 10.1088/1755-1315/1203/1/012002.
- [11] S. Salomo *et al.*, "Biodegradable plastic modification from durian seed starch and shrimp chitosan with the addition of plasticizers glycerol and polyglycerol using microwaves," *J. Pendidik. Kim.*, vol. 13, no. 3, pp. 180–192, 2021, doi: 10.24114/jpkim.v13i3.29017.
- [12] L. Segal, J. J. Creely, A. E. Martin, and C. M. Conrad, "An Empirical Method for Estimating the Degree of Crystallinity of Native Cellulose Using the X-Ray Diffractometer," *Text. Res. J.*, vol. 29, no. 10, pp. 786–794, 1959, doi: 10.1177/004051755902901003.
- [13] A. International, "ASTM D638-14 Standart Test Method for Tensile Properties of Plastics," *ASTM D638-14*, vol. 82, no. C, pp. 1–15, 2016, doi: 10.1520/D0638-14.1.
- [14] A. International, "ASTM D570-98 Standard Test Method Water Absorption pf Plastics," *ASTM 570-98*, vol. 16, pp. 1–698, 2007, doi: 10.1002/9780470165935.
- [15] M. K. Marichelvam, M. Jawaid, and M. Asim, "Corn and rice starch-based bio-plastics as alternative packaging materials," *Fibers*, vol. 7, no. 4, pp. 1–14, 2019, doi: 10.3390/fib7040032.
- [16] N. Dinh Vu, H. Thi Tran, N. D. Bui, C. Duc Vu, and H. Viet Nguyen, "Lignin and Cellulose Extraction from Vietnam's Rice Straw Using Ultrasound-Assisted Alkaline Treatment Method," *Int. J. Polym. Sci.*, vol. 2017, 2017, doi: 10.1155/2017/1063695.
- [17] N. Phinichka and S. Kaenthong, "Regenerated cellulose from high alpha cellulose pulp of steam-exploded sugarcane bagasse," *J. Mater. Res. Technol.*, vol. 7, no. 1, pp. 55–65, 2018, doi: 10.1016/j.jmrt.2017.04.003.
- [18] S. S. Saravanakumar, A. Kumaravel, T. Nagarajan, and I. G. Moorthy, "Investigation of Physico-Chemical Properties of Alkali-Treated *Prosopis juliflora* Fibers," *Int. J. Polym. Anal. Charact.*, vol. 19, no. 4, pp. 309–317, 2014, doi: 10.1080/1023666X.2014.902527.
- [19] P. Senthamaraikannan and M. Kathiresan, "Characterization of raw and alkali-treated new natural cellulosic fiber from *Coccinia grandis*.L," *Carbohydr. Polym.*, vol. 186, pp. 332–343, 2018, doi: 10.1016/j.carbpol.2018.01.072.
- [20] J. W. Rhim, J. P. Reddy, and X. Luo, "Isolation of cellulose nanocrystals from onion skin and their utilization for the preparation of agar-based bio-nanocomposites films," *Cellulose*, vol. 22, no. 1, pp. 407–420, 2015, doi: 10.1007/s10570-014-0517-7.
- [21] M. Ioelovich, "Adjustment of hydrophobic properties of cellulose materials," *Polymers (Basel)*, vol. 13, no. 8, 2021, doi: 10.3390/polym13081241.
- [22] Z. Oktoriana Hendri and , Irdoni HS Bahrudin, "Pengaruh Kadar Filler Mikrokristalin Selulosa Dan Plasticizer Gliserol Terhadap Sifat Dan Morfologi Bioplastik Berbasis Pati Sagu," *Jom FTEKNIK*, vol. 4, no. 2, pp. 1–10, 2017.