

Sintesis Plastik Biodegradable dari Kulit Ubi Jalar dengan Penambahan Gliserol dan TiO₂

Euis Uswatun Hasanah^{1*}, Tiur Elysabeth¹, Apriliana Dwijayanti¹, Ardian Hilal Ramadhan¹, Rendy Chanahuda Fatar¹

¹Program Studi Teknik Kimia, Universitas Serang Raya, Jl. Raya Cilegon Drangong Serang, Kota Serang, Banten 42162, Indonesia

Informasi Artikel

Kata kunci:
Plastik biodegradable
Pati
Kulit ubi jalar
Titanium dioksida
Gliserol

Abstrak

Sintesis plastik biodegradable berbasis pati dari kulit ubi jalar telah berhasil dilakukan dengan memanfaatkan gliserol sebagai plasticizer dan titanium dioksida (TiO₂) sebagai penguat struktur. Kulit ubi jalar dipilih karena kandungan patinya yang tinggi, mencapai sekitar 30%, serta adanya amilosa dan protein yang berkontribusi terhadap sifat biodegradasi. Pada penelitian ini digunakan variasi konsentrasi TiO₂ sebesar 0,2; 0,4; 0,6; dan 0,8%, sedangkan konsentrasi gliserol dijaga tetap sebesar 8%. Hasil sintesis menunjukkan bahwa plastik yang dihasilkan tidak rapuh, melainkan fleksibel dan elastis berkat peran gliserol. Uji biodegradasi memperlihatkan bahwa seluruh sampel mampu terurai secara signifikan dalam 12 hari, dengan persentase kehilangan massa antara 92,5% hingga 100%. Penambahan TiO₂ terbukti memperlambat laju biodegradasi, namun meningkatkan ketahanan terhadap penyerapan air. Selain itu, Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan gliserol dan TiO₂ berpengaruh terhadap karakteristik plastik yang dihasilkan. Nilai kuat tarik maksimal diperoleh sebesar 3,85 MPa, dan penurunan kelenturan (*elongation*) sebesar 92,4%. Dengan demikian, kulit ubi jalar berpotensi menjadi bahan baku plastik biodegradable dengan karakteristik yang dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan aplikasi.

Article Information

Keywords:
Biodegradable plastic
Starch-based polymer
Sweet potato peel
Titanium dioxide
Glycerol

Abstract

Biodegradable plastic films based on starch extracted from sweet potato peel were successfully synthesized using glycerol as a plasticizer and titanium dioxide (TiO₂) as a reinforcing filler. Sweet potato peel was selected due to its high starch content (~30%) and the presence of amylose and proteins that enhance biodegradability. TiO₂ concentrations of 0.2, 0.4, 0.6, and 0.8% were investigated, while glycerol content was maintained at 8%. The synthesized films exhibited flexible and elastic properties without brittleness. Biodegradation analysis revealed substantial degradation within 12 days, with mass loss values ranging from 92.5% to 100%. The addition of TiO₂ decreased the biodegradation rate but enhanced water resistance and mechanical performance. The maximum tensile strength obtained was 3.85 MPa, accompanied by a significant reduction in elongation at break. These results highlight the feasibility of utilizing sweet potato peel as a renewable resource for producing biodegradable plastics with adjustable properties.

1. Pendahuluan

Selama beberapa dekade terakhir, penggunaan plastik berbasis minyak bumi mengalami peningkatan yang sangat pesat seiring dengan kebutuhan masyarakat dan perkembangan industri (Fitriany et al., 2023). Plastik konvensional memiliki banyak keunggulan, seperti ringan, tahan lama, dan biaya produksi yang relatif murah (Yu et al., 2021). Namun, sifatnya yang sulit terurai secara alami menimbulkan dampak serius terhadap lingkungan, termasuk pencemaran tanah dan perairan. Oleh karena itu, diperlukan alternatif yang lebih ramah lingkungan, salah satunya adalah plastik biodegradable (Muñoz-Gimena et al., 2023).

Plastik biodegradable dapat diproduksi dari sumber daya terbarukan seperti singkong, jagung, atau limbah hasil pertanian, sehingga menjadikannya pilihan yang lebih berkelanjutan (Albar et al., 2021). Salah satu bahan potensial yang melimpah di Indonesia adalah ubi jalar, khususnya bagian kulitnya yang umumnya dianggap limbah dengan nilai ekonomi rendah. Kulit ubi jalar mengandung pati sekitar 30%, serta protein, selulosa, dan hemiselulosa yang mendukung sifat biodegradabilitas (Udyani, 2017). Dengan demikian, kulit ubi jalar berpotensi besar sebagai bahan baku plastik biodegradable.

Namun, bioplastik yang hanya berbasis pati cenderung rapuh dan kurang optimal untuk aplikasi praktis. Oleh karena

*Afiliasi penulis korespondensi: Program Studi Teknik Kimia, Universitas Serang Raya, Jl. Raya Cilegon Drangong Serang, Kota Serang, Banten 42162, Indonesia

Email: euisuswatunh@unsera.ac.id (Euis Uswatun Hasanah)

<https://doi.org/10. ...>

Submisi 30 November 2025; Revisi 9 Januari 2026; Diterima 20 Januari 2026

Publish online 30 Januari 2026

Penulis 2026, di bawah persyaratan lisensi CC BY-NC-SA 4.0

itu, diperlukan bahan tambahan seperti gliserol, yang berperan sebagai plasticizer untuk meningkatkan elastisitas dan fleksibilitas (Aripin et al., 2017), serta titanium dioksida (TiO_2) yang dapat meningkatkan stabilitas, memperkuat struktur, dan memengaruhi sifat biodegradasi plastik (do Val Siqueira et al., 2021). Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Rafika et al., 2023) telah mengeksplorasi pemanfaatan pati kulit ubi jalar dengan tambahan gliserol dan TiO_2 , namun masih terdapat ruang untuk optimasi formulasi.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menyintesis plastik biodegradable dari kulit ubi jalar dengan penambahan gliserol sebagai plasticizer dan variasi konsentrasi TiO_2 sebagai penguat. Selanjutnya, dilakukan evaluasi terhadap sifat biodegradasi dan ketahanan air untuk menentukan pengaruh penambahan TiO_2 terhadap performa plastik yang dihasilkan. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat dikembangkan plastik biodegradable yang tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga memiliki karakteristik mekanik dan fungsional yang lebih baik.

2. Metode

2.1. Alat dan Bahan

Bahan utama yang digunakan adalah kulit ubi jalar sebagai sumber pati, gliserol sebagai plasticizer, dan titanium dioksida (TiO_2) sebagai *filler*. Akuades digunakan sebagai pelarut, sedangkan tanah kompos dipakai untuk uji biodegradasi. Peralatan utama meliputi blender, *beaker glass*, *hot plate* dengan *magnetic stirrer*, neraca analitik, pisau, saringan, cetakan plastik, serta peralatan gelas laboratorium standar.

2.2. Preparasi Pati dari Kulit Ubi Jalar

Kulit ubi jalar dibersihkan, dipotong kecil, kemudian dihaluskan menggunakan blender dengan perbandingan air 1:2. *Slurry* yang diperoleh disaring, lalu diendapkan selama 1 jam untuk memisahkan pati. Endapan pati dikeringkan di bawah sinar matahari selama 2 hari hingga diperoleh pati berbentuk serbuk.

2.3. Pembuatan Plastik Biodegradable

Sebanyak 30% pati kulit ubi jalar dilarutkan dalam akuades, kemudian dipanaskan dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu 70 °C. Gliserol ditambahkan sebesar 8% berat pati, sedangkan TiO_2 divariasikan pada konsentrasi 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; dan 1,0 g. Larutan homogen dituangkan ke dalam cetakan, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari selama ± 12 jam hingga terbentuk film plastik.

2.4. Uji Biodegradasi

Sampel plastik dengan berat 0,1–1 g dipotong kecil, kemudian dikubur dalam tanah kompos selama 12 hari. Pengamatan dilakukan setiap 3 hari untuk mengukur penurunan massa. Persentase kehilangan massa dihitung dengan membandingkan massa awal dan massa akhir. Dapat dilihat pada Persamaan (1) berikut:

$$\% \text{Degradasi} = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100\% \quad (1)$$

Dengan m_1 merupakan massa sebelum degradasi dan m_2 merupakan massa setelah degradasi.

2.5. Uji Ketahanan Air

Sampel plastik dengan berat awal tertentu direndam dalam air pada suhu ruang selama 10 menit. Setelah itu, sampel ditimbang kembali untuk menghitung persentase kenaikan massa akibat penyerapan air. Dapat dilihat pada Persamaan (2) berikut:

$$\% \text{DSA} = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100\% \quad (2)$$

Dengan DSA merupakan Daya Serap Air, m_1 massa sebelum perendaman, dan m_2 massa setelah perendaman.


3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakteristik Fisik Bioplastik

Bioplastik yang dihasilkan dari pati kulit ubi jalar dengan penambahan gliserol (8%) dan variasi TiO_2 (0,2–1,0 g) menunjukkan perbedaan sifat fisik yang nyata. Sampel kontrol tanpa aditif tampak rapuh, berpori besar, dan mudah patah. Penambahan gliserol meningkatkan fleksibilitas, sedangkan TiO_2 berperan memperbaiki tekstur dan kepadatan permukaan. Sampel dengan konsentrasi TiO_2 0,6–0,8 g memperlihatkan kombinasi terbaik antara kelenturan dan kekuatan fisik. Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan hasil bioplastik secara fisik dari beberapa variabel.

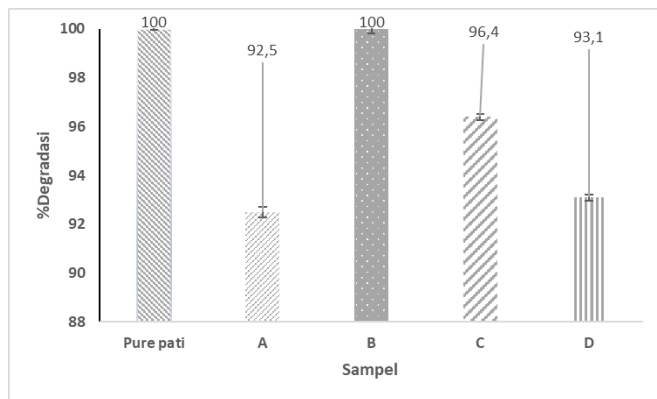
Tabel 1. Karakteristik fisik bioplastik

Sampel	Keterangan
 Pure pati	Memiliki warna cokelat bening dengan permukaan kasar dan tampak rapuh. Saat dilakukan uji lentur sederhana, plastik mudah retak dan patah. Tekstur permukaan tidak rata, menunjukkan adanya pori-pori yang cukup besar akibat tidak adanya bahan tambahan pengikat dan penguat seperti gliserol dan TiO_2 .
 Sampel A (TiO_2 0,2 dan Gliserol 8%)	Memiliki warna putih solid dengan permukaan yang lebih halus dibandingkan sampel 100%. Terasa lebih elastis saat ditekuk, namun masih sedikit kaku, dengan permukaan plastik tampak lebih padat.
 Sampel B (TiO_2 0,4 dan Gliserol 8%)	Warna putih namun sedikit transparan dengan permukaan rata namun mudah robek dan lebih lengket akibat dari pemanasan dalam produksi yang berubah secara drastis. Saat dipegang sedikit rapuh. Dan pada permukaan masih terlihat TiO_2 Yang belum tercampur sempurna
 Sampel C (TiO_2 0,6 dan Gliserol 8%)	Menunjukkan keseimbangan terbaik antara elastisitas dan ketahanan air. Permukaan halus, padat, dan tidak licin. Saat dilakukan uji lipat dan tekan ringan, plastik tidak menunjukkan tanda-tanda retakan. Ini menunjukkan adanya distribusi bahan penguat dan plasticizer yang merata dalam matriks plastik.

Sampel	Keterangan
	Memiliki permukaan paling halus dan warna paling opak di antara seluruh sampel. Terasa agak kaku jika dibandingkan dengan Sampel C, namun ketahanan terhadap air dan kekuatan fisiknya lebih baik. Uji penyerapan air menunjukkan nilai terendah pada sampel ini.
Sampel D (TiO ₂ 0,8 dan Gliserol 8%)	

3.2. Hasil Uji Biodegradasi

Hasil uji biodegradasi dalam tanah kompos selama 12 hari menunjukkan bahwa seluruh sampel dapat terurai dengan baik, dengan kehilangan massa berkisar antara 92,5% hingga 100%. Sampel kontrol mengalami degradasi sempurna dalam waktu 6 hari, menandakan bahwa plastik murni berbasis pati sangat mudah terurai namun kurang stabil secara mekanik. Penambahan TiO₂ memperlambat laju degradasi, terutama pada konsentrasi 0,6–0,8 g. Efek ini disebabkan sifat *filler* TiO₂ yang memperkuat matriks plastik, sehingga mengurangi aksesibilitas mikroorganisme terhadap substrat pati. Namun, pada konsentrasi 1,0 g, degradasi kembali mencapai 100%, kemungkinan akibat aglomerasi partikel TiO₂ yang menyebabkan struktur plastik kurang homogen.



Gambar 1 Hasil pengujian degradasi bioplastik

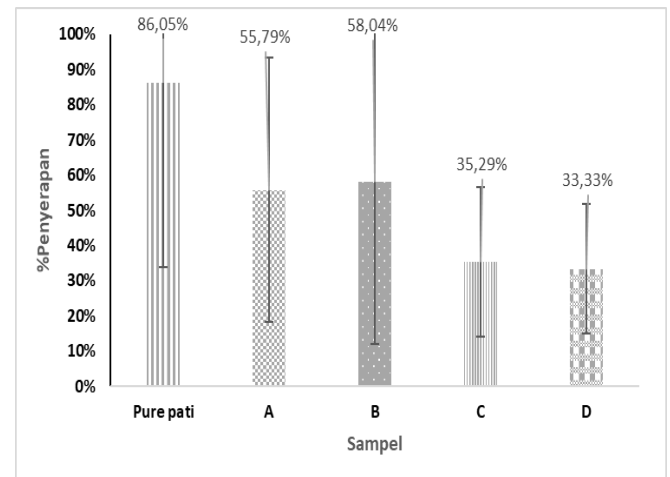
Berdasarkan analisis grafik pada Gambar 1 menunjukkan, bahwa hasil degradasi secara statistik menunjukkan bahwa interaksi antara gliserol dan TiO₂ dalam matriks pati memengaruhi stabilitas struktur material secara signifikan. Sampel Pure pati dan sampel B mencapai degradasi sempurna sebesar 100% dengan nilai standar deviasi mendekati nol, yang mengindikasikan bahwa pada komposisi tersebut, material tetap sangat cepat terhadap penguraian alami karena struktur polimer yang masih terbuka bagi mikroorganisme atau air. Namun, pada sampel A (92,5%), C (96,4%), dan D (93,1%), penambahan gliserol dan TiO₂ dapat membentuk ikatan antarmuka yang kuat dengan rantai pati, sehingga menciptakan luas permukaan bioplastik lebih rapat dan stabil secara termal maupun mekanik (Chemiru & Gonfa, 2023).

Keberadaan *error bar* yang lebih terlihat pada sampel dengan degradasi rendah (terutama sampel A) menunjukkan adanya pengaruh TiO₂, yang menunjukkan area dengan konsentrasi *filler* lebih tinggi cenderung lebih resistan terhadap degradasi. Secara statistik, penurunan persentase ini membuktikan bahwa meskipun gliserol meningkatkan fleksibilitas, kehadiran TiO₂

berperan sebagai penghalang fisik (*barrier*) yang memperlambat laju biodegradasi dibandingkan dengan pati murni, menjadikannya indikator penting dalam mengontrol masa pakai material bioplastik tersebut (Xiong et al., 2019). Selain itu, pati murni memiliki tingkat biodegradabilitas yang sangat tinggi. Pati merupakan polisakarida yang mudah terdegradasi oleh mikroorganisme atau enzim (Arkan & Bilgen, 2019). Penurunan degradasi pada sampel A dan D bisa disebabkan oleh modifikasi kimia atau pencampuran dengan bahan lain yang mengurangi biodegradabilitasnya, seperti plasticizer (Sunardi et al., 2020).

3.3. Uji Penyerapan Air

Kemampuan menyerap air bervariasi antar sampel. Kontrol tanpa aditif menunjukkan penyerapan air tertinggi (86%), sedangkan sampel dengan 0,8 g TiO₂ menunjukkan daya serap terendah (33%). Pada gambar 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi TiO₂, struktur plastik semakin rapat dan tahan terhadap penetrasi air. Peningkatan persentase nilai ini disebabkan oleh penambahan gliserol pada bioplastik.



Gambar 2. Hasil pengujian penyerapan air

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan bahwa penambahan TiO₂ dan gliserol menciptakan hubungan terbalik antara daya serap air dan laju penguraian, di mana kemunculan standar deviasi yang signifikan menjadi indikator utama homogenitas campuran. Secara statistik, sampel Pure pati dan B menunjukkan stabilitas paling konsisten dengan *error bar* degradasi yang mendekati nol, namun pada sampel A, C, dan D, kemunculan deviasi yang lebih lebar—terutama pada parameter penyerapan air—membuktikan adanya konflik mikroskopis antara sifat higroskopis gliserol dan sifat hidrofobik TiO₂ (Djonaedi et al., 2023). Rentang *error bar* paling lebar pada sampel A (92,5% degradasi dan 55,79% penyerapan) menunjukkan terjadinya aglomerasi partikel penguat, yang secara fisik meningkatkan ketahanan material namun secara statistik menurunkan tingkat kepastian (presisi) data akibat sebaran komponen yang tidak merata di seluruh permukaan bioplastik selain itu konsentrasi TiO₂ yang lebih besar dapat menyerap lebih sedikit air karena terjadi peningkatan kepadatan dan berkurangnya porositas (Hardi et al., 2024).

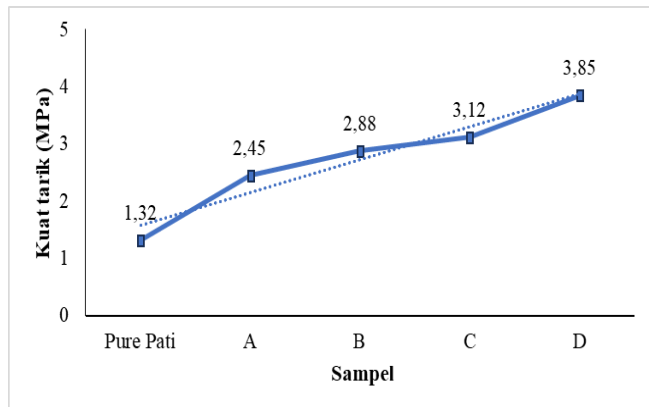
Pure pati memiliki penyerapan air tertinggi (86,05%), sementara sampel A, B, C, dan D, memiliki penyerapan yang lebih rendah, berkisar antara 33,33% hingga 86,05%. Penurunan penyerapan air ini dapat disebabkan oleh perubahan komposisi bahan, seperti adanya modifikasi fisik atau kimia pada pati[5]. Pati murni memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap air karena sifatnya yang higroskopis, namun setelah dimodifikasi, kemampuan ini bisa berkurang, seperti yang terlihat pada sampel A dan B yang masih memiliki penyerapan air cukup tinggi, sementara sampel C, dan D yang memiliki penyerapan lebih rendah karena mengandung bahan pengisi yang digunakan untuk mengurangi kemampuan hidrofiliknya. TiO₂ dapat meningkatkan kekuatan mekanik dan berpotensi mengurangi daya serap air, gliserol meningkatkan fleksibilitas dan penyerapan air (Qoirinisa et al., 2024).

3.4. Uji Mekanik Bioplastik

Pengujian mekanik pada bioplastik, khususnya terkait kuat tarik (*tensile strength*) dan elastisitas (*elongation at break*), kedua parameter tersebut digunakan untuk menentukan suatu material mampu menahan beban sebelum putus serta tingkat kelenturannya.

3.4.1. Uji Kuat Tarik (*Tensile Strength*)

Kuat tarik merupakan suatu gaya tarik maksimum yang diberikan pada suatu sampel bioplastik hingga sampel bioplastik tersebut terputus.



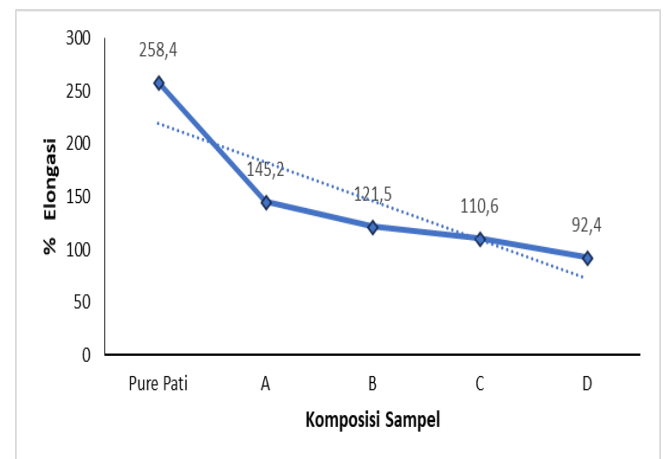
Gambar 3. Uji kuat tarik

Dari gambar 3 pada uji tarik menunjukkan peningkatan yang signifikan pada plastik biodegradable berbahan pati kulit ubi jalar seiring dengan penambahan gliserol dan TiO₂. Sampel pure pati memiliki nilai kuat tarik terendah sebesar 1,32 MPa, yang menunjukkan keterbatasan sifat mekanik akibat lemahnya ikatan antarmolekul pada matriks pati murni. Setelah penambahan gliserol dan TiO₂, kuat tarik meningkat pada sampel A menjadi 2,45 MPa, kemudian bertambah pada sampel B sebesar 2,88 MPa, dan terus meningkat pada sampel C hingga 3,12 MPa. Nilai kuat tarik tertinggi diperoleh pada sampel D sebesar 3,85 MPa, yang menunjukkan peningkatan hampir tiga kali lipat dibandingkan pure pati. Kombinasi TiO₂ dan gliserol dalam bioplastik dapat dioptimalkan untuk mencapai keseimbangan antara kekuatan tarik dan fleksibilitas (Wang et al., 2014). TiO₂ meningkatkan kekuatan mekanik, sementara

gliserol meningkatkan fleksibilitas (Hamzah et al., 2021). Peningkatan kuat tarik ini mengindikasikan bahwa gliserol berperan sebagai plasticizer yang meningkatkan fleksibilitas dan homogenitas matriks polimer, sedangkan TiO₂ berfungsi sebagai material penguat yang memperbaiki ikatan antarfasa serta meningkatkan kekompakan struktur film bioplastik (Chemiru & Gonfa, 2023). Pada grafik di gambar 2 menunjukkan peningkatan yang konsisten dari sampel A hingga D menunjukkan bahwa komposisi bahan tambahan yang digunakan mampu meningkatkan kemampuan material dalam menahan gaya tarik, sehingga plastik biodegradable yang dihasilkan memiliki sifat mekanik yang lebih baik dan berpotensi diaplikasikan sebagai alternatif plastik ramah lingkungan (Xiong et al., 2019).

3.4.2. Uji Kelenturan (*Elongation Strength*)

Uji kelenturan dilakukan untuk mengetahui kemampuan material menahan beban lentur sehingga dapat menilai fleksibilitas material saat digunakan.



Gambar 4. Uji kelenturan bioplastik

Pada gambar 4 hasil uji kelenturan (elongasi) menunjukkan bahwa nilai elongasi plastik biodegradable berbahan pati kulit ubi jalar mengalami penurunan seiring dengan perubahan komposisi sampel dari pure pati hingga sampel D. Sampel pure pati memiliki elongasi tertinggi sebesar 258,4%, yang secara teoritis menunjukkan bahwa matriks pati tanpa penguat masih memiliki mobilitas rantai polimer yang tinggi sehingga material bersifat lebih elastis dan mudah mengalami deformasi. Setelah penambahan gliserol dan TiO₂, elongasi menurun pada sampel A menjadi 145,2%, kemudian berkurang pada sampel B sebesar 121,5%, sampel C sebesar 110,6%, hingga mencapai nilai terendah pada sampel D yaitu 92,4%. Penambahan TiO₂ sebagai *filler* anorganik dapat membatasi pergerakan rantai polimer dan meningkatkan kekakuan matriks akibat terbentuknya interaksi antarmuka antara partikel TiO₂ dan gugus hidroksil pada pati (Ujcic et al., 2019). Selain itu, meskipun gliserol berfungsi sebagai plasticizer yang meningkatkan fleksibilitas, pada komposisi tertentu efek penguatan dari TiO₂ lebih dominan sehingga menyebabkan penurunan kemampuan regang material (Cano et al., 2017). Penambahan TiO₂ ke bioplastik, dapat meningkatkan kekuatan

mekanik tetapi dapat mengurangi pemanjangan (elongasi) (Qoirinisa et al., 2024). Penurunan elongasi ini secara teoritis sejalan dengan peningkatan kuat tarik, karena material yang lebih kaku dan kuat umumnya memiliki elastisitas yang lebih rendah, sehingga menunjukkan adanya hubungan berbanding terbalik antara kuat tarik dan persen elongasi pada plastik biodegradable yang dihasilkan (Wening & Amalia, 2023).

Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil melakukan sintesis plastik biodegradable berbasis pati dari kulit ubi jalar dengan penambahan gliserol sebagai plasticizer dan titanium dioksida (TiO_2) sebagai *filler*. Penambahan gliserol sebesar 8% meningkatkan fleksibilitas bioplastik, sedangkan variasi konsentrasi TiO_2 (0,2–1,0 g) berpengaruh signifikan terhadap laju biodegradasi dan ketahanan air.

Hasil uji biodegradasi menunjukkan seluruh sampel dapat terurai dalam waktu 12 hari dengan kehilangan massa 92,5–100%. Penambahan TiO_2 memperlambat laju degradasi, namun sekaligus meningkatkan ketahanan air. Formulasi dengan 0,8 g TiO_2 memberikan hasil paling optimal, dengan degradasi sebesar 93,1% dan daya serap air terendah sebesar 33,33%.

Berdasarkan hasil uji kekuatan tarik dan kelenturan, memperlihatkan bahwa penambahan TiO_2 meningkatkan stabilitas material terhadap air akibat struktur matriks polimer yang lebih kompak. Dari sisi mekanik, peningkatan kuat tarik dari 1,32 MPa pada pure pati menjadi 3,85 MPa pada sampel D menunjukkan peran TiO_2 sebagai penguat, namun diikuti dengan penurunan elongasi dari 258,4% menjadi 92,4%, yang menandakan peningkatan kekakuan material.

Secara keseluruhan, kulit ubi jalar terbukti berpotensi sebagai bahan baku alternatif untuk produksi plastik biodegradable yang ramah lingkungan. Kombinasi pati ubi jalar, gliserol, dan TiO_2 menghasilkan bioplastik dengan keseimbangan yang baik antara fleksibilitas, ketahanan air, dan kemampuan terurai secara hayati.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih diucapkan kepada LPPM Universitas Serang Raya yang telah mendukung penelitian ini serta kepada tim peneliti yang telah membantu dan berkontribusi sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Serta apresiasi diberikan kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan teknis, masukan ilmiah, dan dukungan selama proses penelitian hingga penyusunan artikel ini.

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan, baik secara finansial maupun non-finansial, yang dapat memengaruhi hasil penelitian maupun penulisan artikel ini. Penelitian ini dilakukan secara independen tanpa pengaruh institusi lain di luar afiliasi penulis.

Kontribusi Penulis

Euis Uswatun Hasanah berperan dalam konseptualisasi penelitian, perancangan metodologi, supervisi penelitian, analisis dan interpretasi data, dan penyuntingan naskah. Tiur Elysaeth penelusuran literatur, serta penyuntingan akhir naskah. Apriliana Dwijayanti penyusunan bagian hasil dan pembahasan. Ardian Hilal Ramadhan berkontribusi dalam preparasi bahan, pembuatan sampel bioplastik, serta dokumentasi dan visualisasi data. Rendy Chanahuda Fatar berperan berkontribusi dalam pelaksanaan eksperimen, dan pengumpulan data dalam analisis data. Seluruh penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir artikel ini.

Daftar Pustaka

- Albar, A., Rahmania, R., & Ihsan, I. (2021). Pembuatan Dan Karakterisasi Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Uwi Ungu, Plasticizer Gliserol Dan Kitosan. *Teknosains: Media Informasi Sains Dan Teknologi*, 15(3), 253–257. <https://doi.org/10.24252/TEKNOSAINS.V15I3.20183>
- Aripin, S., Saing, B., & Kustiyah, E. (2017). Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik Biodegradable Dari Pati Ubi Jalar Dengan Plasticizer Gliserol Dengan Metode Melt Intercalation. *Jurnal Teknik Mesin (Journal Of Mechanical Engineering)*, 6(2), 79–84. <https://doi.org/10.22441/JTM.V6I2.1185>
- Ankan, E. B., & Bilgen, H. D. (2019). Production of bioplastic from potato peel waste and investigation of its biodegradability. *International Advanced Researches and Engineering Journal*, 3(2), 93–97. <https://doi.org/10.35860/IAREJ.420633>
- Cano, L., Pollet, E., Avérous, L., & Tercjak, A. (2017). Effect of TiO_2 nanoparticles on the properties of thermoplastic chitosan-based nano-biocomposites obtained by mechanical kneading. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 93, 33–40. <https://doi.org/10.1016/J.COMPOSITESA.2016.11.012>
- Chemiru, G., & Gonfa, G. (2023). Preparation and characterization of glycerol plasticized yam starch-based films reinforced with titanium dioxide nanofiller. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, 5, 100300. <https://doi.org/10.1016/J.CARPTA.2023.100300>
- Djonaedi, E., Yuniarti, E., Kartika, R. N., Indah, K., Ariq, N., & Asni, N. (2023). Morphology and Decomposing Ability of Composite Bioplastic Carrageenan In Water And Soil. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1177(1), 012051. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1177/1/012051>
- do Val Siqueira, L., Arias, C. I. L. F., Maniglia, B. C., & Tadini, C. C. (2021). Starch-based biodegradable plastics: methods of production, challenges and future

- perspectives. *Current Opinion in Food Science*, 38, 122–130. <https://doi.org/10.1016/J.COFS.2020.10.020>
- Fitriany, D. S., Annaziha, S., Syamsuddin, H. S. A., & Khumaira, A. (2023). Bio-Pack : Biodegradable Packaging Pati Singkong Sebagai Solusi Pencemaran Limbah Plastik Konvensional. *Journal of Comprehensive Science*, 2(1), 430–437. <https://doi.org/10.59188/JCS.V2I1.229>
- Hamzah, F. H., Sitompul, F. F., Ayu, D. F., & Pramana, A. (2021). Effect of the Glycerol Addition on the Physical Characteristics of Biodegradable Plastic Made from Oil Palm Empty Fruit Bunch. *Industria: Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri*, 10(3), 239–248. <https://doi.org/10.21776/UB.INDUSTRIA.2021.010.03.5>
- Hardi, G. W., Toruan, S. A. L., Dewi, B. K., Nurjanah, S., Nurohmat, N., Rifai, B. M. A., & Hidayat, A. (2024). Development and Characterization of Bioplastics from Straw and Rice Husk for: Effect of Addition of Glycerin, CMC, and TiO₂. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 12(6), 1217–1229. <https://doi.org/10.33394/HJJK.V12I6.13821>
- Muñoz-Gimena, P. F., Oliver-Cuenca, V., Peponi, L., & López, D. (2023). A Review on Reinforcements and Additives in Starch-Based Composites for Food Packaging. *Polymers* 2023, Vol. 15, Page 2972, 15(13), 2972. <https://doi.org/10.3390/POLYM15132972>
- Qoirinisa, S., Sedyadi, E., Irwanto, D., & Karmanto, K. (2024). The Effect of Adding TiO₂ Filler on The Physical and Mechanical Properties of Bioplastic Based Potato Starch (*Solanum tuberosum* L.) and Glycerol from Waste Cooking Oil. *Engineering Headway*, 6, 53–62. <https://doi.org/10.4028/P-I5YMIF>
- Rafika, R., Masrullita, M., Dewi, R., Zulfazri, Z., ZA, N., & Ulfa, R. (2023). Sintesis Plastik Biodegradable Dari Pati Ubi Jalar Dengan Variasi Penambahan Plasticizer Gliserol. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 3(1), 42–51. <https://doi.org/10.29103/cejs.v3i1.8102>
- Sunardi, S., Susanti, Y., & Mustikasari, K. (2020). Sintesis Dan Karakterisasi Bioplastik Dari Pati Ubi Nagara Dengan Kaolin Sebagai Penguat. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 11(2), 65. <https://doi.org/10.24111/JRIHH.V11I2.5084>
- Udyani, K. (2017). Pemanfaatan limbah kulit kerang dan pati ubi jalar untuk pembuatan bioplastik. *Sains Dan Teknol. Terap*, 5(100), 167–174.
- Ujcic, A., Nevoralova, M., Dybal, J., Zhigunov, A., Kredatusova, J., Krejcikova, S., Fortelny, I., & Slouf, M. (2019). Thermoplastic Starch Composites Filled With Isometric and Elongated TiO₂-Based Nanoparticles. *Frontiers in Materials*, 6, 488686. <https://doi.org/10.3389/FMATS.2019.00284/BIBTEX>
- Wang, C. R., Yan, X. Z., Yu, L. L., & Fang, R. (2014). Preparation and Properties of Glycerol Plasticized-Corn Starch/Titanium Dioxide-Starch Bionanocomposites. *Advanced Materials Research*, 997, 480–483. https://doi.org/10.4028/WWW.SCIENTIFIC.NET/A_MR.997.480
- Wening, D. N., & Amalia, R. (2023). Optimasi kondisi operasi pembuatan plastik biodegradable dari selulosa tongkol jagung dan pati kulit singkong dengan penambahan pva dan TiO₂ sebagai smart packaging. *Jurnal Rekayasa Proses*, 17(2), 139–147. <https://doi.org/10.22146/JREKPROS.77598>
- Xiong, J., Sheng, C., Wang, Q., & Guo, W. (2019). Toughened and water-resistant starch/TiO₂ bio-nanocomposites as an environment-friendly food packaging material. *Materials Research Express*, 6(5), 055045. <https://doi.org/10.1088/2053-1591/AB058B>
- Yu, X., Chen, L., Jin, Z., & Jiao, A. (2021). Research progress of starch-based biodegradable materials: a review. *Journal of Materials Science* 2021 56:19, 56(19), 11187–11208. <https://doi.org/10.1007/S10853-021-06063-1>