

- Jamaluddin,N.F., Novieta, I.D., Irmayani. (2024). Kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin silase berbahan dasar rumput gajah (*Pennisetum Purpureum*), dengan penambahan ampas tahu sebagai pakan ruminansia, *Jurnal Gallus Gallus*, 2(2), 52-60
- Judoamidjoj, R.M., E.G. said dan L. Hartono. 1989. Biokonversi. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Koni, T.N.I., Tori, L., dan Foenay, T.A.Y. (2022). Fermentasi anaerobik untuk mengurangi komponen serat kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca*) dengan level tapioka berbeda, *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 10(3), 254-263
- Mayangsari, Harahap, A.E., Zumarni. (2021). Fraksi serat silase kulit buah kakao dengan penambahan level tepung jagung dan lama fermentasi yang berbeda. *Jurnal Peternakan Nusantara*, 7(1), 25-32.
- Sandi, S., Riswandi, Wijaya, S.P., Ali , A.I.M.P., Sahara, E., Nurdin , A.S., Rofiq , N., Asmak. (2020). perubahan kandungan neutral detergent fiber, acid detergent fiber dan in-vitro true digestibility hijauan rawa dengan dan tanpa silase. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*, 9(2), 1-10.
- Untu, A.J., Waani, M.R., Tulung, Y.L.R., Tuturoong, R.A.V. (2022). Profil serat silase sorgum varietas pahat sebagai pakan ruminansia dengan lama penyimpanan ensilase yang berbeda, *Zootec*, 42(1), 254-260
- Minson, D.J. 2012. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press Inc. London
- Muktiani, A., J. Achmadi dan B. I. M. Tampubolon. 2007. Fermentabilitas Rumen Secara In Vitro Terhadap Sampah Sayur Yang Diolah. *J.Indon.Trop.Anim.Agric.* 32 (1) : 44- 50

PENGARUH PENAMBAHAN TWEEN 80 TERHADAP KARAKTERISTIK BIOPLASTIK DARI PATI SAGU (*Metroxylon sagu Rottb*)

*The Effect of Adding Tween 80 on the Characteristics of Bioplastics From Sago Starch (*Metroxylon sagu Rottb.*)*

Stefany Andelina^{1*}, Ulyarti¹, Diana Pebriani Daulay¹

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Jambi, Indonesia

* E-mail korespondensi: stefanyandelinaa451@gmail.com

ABSTRACT

This research aims to determine the effect of adding Tween 80 on the characteristics of sago flour-based bioplastics (*Metroxylon sagu Rottb*). This study was prompted by the increasingly severe problem of plastic waste accumulation, which is difficult to decompose in the environment. Bioplastics offer an environmentally friendly alternative that can decompose naturally. Additionally, during the bioplastic manufacturing process, difficulties in releasing the bioplastic from the mold are often encountered. Therefore, Tween 80 was added to facilitate the release of bioplastics from molds through its surfactant properties. The experiment was conducted using a completely randomized design with six concentrations of Tween 80 (0, 0.25, 0.5, 0.75, 1, and 1.25 ml). The parameters observed included tensile strength, elongation, thickness, water resistance, and water vapor transmission rate (WVTR). The results showed that Tween 80 significantly affected all the properties tested. Increasing Tween 80 concentration reduced tensile strength and water resistance but increased elongation, thickness, and WVTR. The best results were obtained at a Tween 80 concentration of 0 ml with a tensile strength of 3.44 MPa, water resistance of 77.45%, WVTR of 4.43 g/m²-h, and a degradation period of 25 days.

Keywords: Bioplastic, Sago Starch, Tween 80

PENDAHULUAN

Penggunaan plastik dalam kehidupan manusia semakin meningkat. pesat dan mengakibatkan terjadinya peningkatan limbah plastik terutama di Indonesia yang jumlahnya sudah sangat banyak. Maka limbah plastik ini dapat menyebabkan permasalahan pencemaran lingkungan seperti memicu terjadinya banjir karena plastik ini susah dihancurkan sehingga terjadinya penyumbatan pada saluran air yang berada dalam tanah. Plastik telah menjadi salah satu bahan yang lebih berharga dan memainkan peran penting dalam kehidupan manusia, seperti kemasan makanan dan aplikasi biomedis. Namun demikian, plastik merupakan suatu bahan yang tidak dapat terdegradasi secara alami, sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan (Rejeki *et al.*, 2023).

Perkembangan teknologi pertanian mendorong upaya pengurangan limbah plastik melalui pemanfaatan bioplastik berbahan alami seperti pati umbi-umbian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Indonesia memiliki potensi besar dalam pengembangan bioplastik karena kekayaan sumber daya alamnya yang melimpah, meskipun penelitian di bidang ini masih terbatas (Dasumati *et al.*, 2019). Bioplastik tergolong plastik ramah lingkungan karena dibuat dari bahan terbarukan seperti pati, minyak nabati, dan mikroorganisme yang mudah terurai secara alami (Maesaroh *et al.*, 2021). Selain itu, bioplastik memiliki keunggulan dapat digunakan seperti plastik konvensional namun mudah terdegradasi oleh aktivitas mikroorganisme, sehingga menjadi solusi alternatif untuk mengurangi pencemaran lingkungan (Sulastri *et al.*, 2023).

Pati bisa diperoleh dari berbagai tanaman seperti sagu, umbi-umbian. Sagu termasuk tanaman yang mudah tumbuh di daerah tropis seperti Indonesia; sehingga, ketersediaannya melimpah. Bioplastik yang hanya berbahan pati biasanya kualitasnya kurang baik, seperti terlalu rapuh. Oleh karena itu, diperlukan bahan lain untuk memperbaiki kualitas bioplastik. Bahan lain yang ditambahkan sebisa mungkin dapat memperbaiki kualitas bioplastik dari berbagai aspek, dengan tetap mempertimbangkan sifat degradasi plastik (Aspiana, 2020).

Sagu merupakan tanaman yang mudah dibudidayakan dan memiliki kandungan pati tinggi dengan produktivitas mencapai 25 ton/ha/tahun, jauh lebih besar dibandingkan sumber pati lain seperti ubi kayu atau jagung (Haryadi, 1992). Di Indonesia, sagu banyak ditemukan di Papua, Maluku, Riau, Sulawesi Tengah, dan Kalimantan, namun pemanfaatannya untuk pangan dan industri baru sekitar 10% dari potensinya (Yuniarti *et al.*, 2014).. Pati sagu berpotensi besar sebagai bahan baku bioplastik ramah lingkungan karena mudah terurai di alam, meskipun masih terdapat kendala seperti sulitnya pelepasan bioplastik dari cetakan. Penggunaan Tween 80 sebagai surfaktan non-ionik dengan nilai HLB tinggi dapat mengatasi kendala tersebut dengan

meningkatkan kelarutan, fleksibilitas, serta mengurangi adhesi antara bioplastik dan cetakan, sehingga menghasilkan bioplastik yang lebih elastis dan mudah dilepaskan (Wanqing Deng et al., 2023)

Berdasarkan latar belakang diatas, maka peneliti akan melakukan penelitian tentang “Pengaruh Penambahan Tween 80 Terhadap Karakteristik Bioplastik Dari Pati Sagu (*Metroxylon Sagu Rottb*)”. Pada penelitian ini dilakukan variasi penambahan tween 80 pada pati ubi jalar terhadap karakteristik bioplastik. Adapun tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan tween 80 terhadap karakteristik bioplastik pati sagu dan untuk mendapatkan konsentrasi tween 80 yang tepat terhadap sifat fisik dan *barrier* terbaik.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah pati sagu, Aquades, Tween 80, dan Glycerol. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah neraca analitik, oven, mikrometer sekrup, jangka sorong, texture analyzer, imagel, desikator tabung reaksi, ayakan 60 dan 200 mesh, blender, magnetik stirrer, stirrer, pH meter, baskom, batang pengaduk, spatula, gelas beaker, gelas ukur, labu ukur, dan flexi glass 20×20 cm.

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan juni hingga agustus di Laboratorium Analisis dan Pengolahan Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, dan Laboratorium Pusat Studi Energi dan Nano Material Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Dengan 5 perlakuan konsentrasi tween 80 yaitu:

P1 : 0 ml

P2 : 0,25 ml

P3 : 0,5 ml

P4 : 0,75 ml

P5 : 1 ml

P6 : 1,25 ml

Setelah dilakukan penelitian pendahuluan maka didapatkan hasil perlakuan terbaik pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Komposisi Bioplastik 1 lapis

Perlakuan	Pati Sagu (g)	Glicerol (g)	Tween 80 (g)	Aquades (g)	Total
P1	4	2	0	144	150
P2	4	2	0,25	143,75	150
P3	4	2	0,5	143,5	150
P4	4	2	0,75	143,25	150
P5	4	2	1	143	150
P6	4	2	1,25	142,75	150

Pelaksanaan Penelitian

Proses pembuatan bioplastik dengan variasi konsentrasi tween 80 dilakukan dengan mencampurkan pati sebanyak 4 g yang berisi aquades, lalu campuran diaduk pada suhu ruang, kemudian dihomogenkan pada suhu 80°C dan diaduk menggunakan magnetik stirrer selama 10 menit lalu tambahkan glicerol dan tween 80 yang massanya sudah divariasikan. Sebelum campuran dituangkan pada cetakan diamkan dulu pada suhu ruang sekitar 5 menit untuk menghindari adanya gelembung-gelembung pada bioplastik, setelah itu campuran dituangkan pada cetakan 20×20 cm dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C selama 24 jam. Tahap terakhir adalah mengeluarkan bioplastik dari oven, kemudian dapat dilepas dari cetakan. Lembaran film selanjutnya diuji karakteristiknya yang meliputi kuat tarik, elastisitas, ketebalan, daya serap air, dan degradasi bioplastik.

Parameter Yang Diamati

Kuat Tarik (Tensile Strength) (Pakerti & Muryeti, 2021)

Pengujian kuat tarik dilakukan dengan sampel dipotong dengan ukuran 2 cm × 10 cm, lalu jepitkan pada klem sepanjang 1,5 cm. Kuat tarik ditentukan diatas beban maksimum saat bioplastik putus. Pengukuran uji tarik dapat ditentukan dengan Persamaan 1:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Keterangan:

- σ = Kuat Tarik (N/m^2)
- F = Gaya Tarik Maksimum (N)
- A = Lebar Film (m^2)

Per센 Perpanjangan (Elongasi) (Lailyningtyas et al., 2020)

Elongasi dapat juga didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang dengan panjang mula-mula akibat adanya suatu gaya (gaya tarik) yang mempengaruhi. Uji persen pemanjangan dilakukan pada perhitungan panjang lembar bioplastik saat putus. Persentase pemanjangan dihitung menggunakan persamaan 2.

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

- ϵ = Elastisitas (%)
- Δl = Pertambahan Panjang (cm)
- l_0 = Panjang awal (cm)

Ketebalan (Warkoyo et al., 2014)

Ketebalan bioplastik diukur menggunakan mikrometer sekrup dengan akurasi 0,01 mm. Nilai ketebalan yang diperoleh merupakan rata-rata dari pengukuran yang dilakukan pada 5 titik yang dipilih secara acak.

Ketahanan Air (Pandu Lazuardi et al., 2013)

Sampel bioplastik dipotong dengan ukuran 2 x 2 cm dan ditimbang menggunakan neraca analitik agar diketahui berat awal. Kemudian bioplastik dimasukkan ke dalam gelas beaker yang sudah diisi dengan aquades 5 ml. Kemudian didiamkan selama 20 menit pada suhu ruang. Setelah 20 menit kemudian keluarkan sampel bioplastik dari gelas dan keringkan. Timbang menggunakan neraca analitik untuk mengetahui berat akhir. Setelah itu hitung ketahanan air oleh bioplastik dengan rumus berikut.

$$\text{Ketahanan Air (\%)} = \frac{w - w_0}{w_0} \times 100 \% \quad (3)$$

Keterangan:

- w_0 = Berat sampel kering
- w = Berat sampel setelah direndam
- Ketahanan air % = 100 – Penyerapan air %.

Laju Transmisi Uap Air/WTVR (Pineroz-Herandez, 2017)

Sebuah tabung yang mengandung kalsium klorida disegel menggunakan *ediblefilm* yang dihasilkan dari percobaan ini. Tabung ditimbang dan ditempatkan didalam pengering yang sebelumnya jenuh menggunakan natrium klorida jenuh (RH 75%). Perubahan berat tabung dari waktu ke waktu dicatat dan diplot sebagai fungsi waktu. WTVR dihitung menggunakan rumus dibawah ini:

$$\text{WTVR: } \frac{\text{Slope}}{A} \quad (4)$$

Keterangan:

- WTVR = Water vapor transmission rate ($g/m^2 \cdot \text{jam}$)
- Slope = Fungsi linear penambahan berat dan waktu (g/jam)
- A = Luas Film (m^2).

Persentase Kumulatif Bioplastik (Fibriyani, 2017)

Uji degradasi dilakukan dengan cara meletakkan sampel bioplastik diatas tanah dengan Ph netral, setiap specimen sampel dipotong ukuran 2x2 cm. Sampel kemudian dibiarkan terkena udara terbuka sampai bioplastik terurai sempurna.

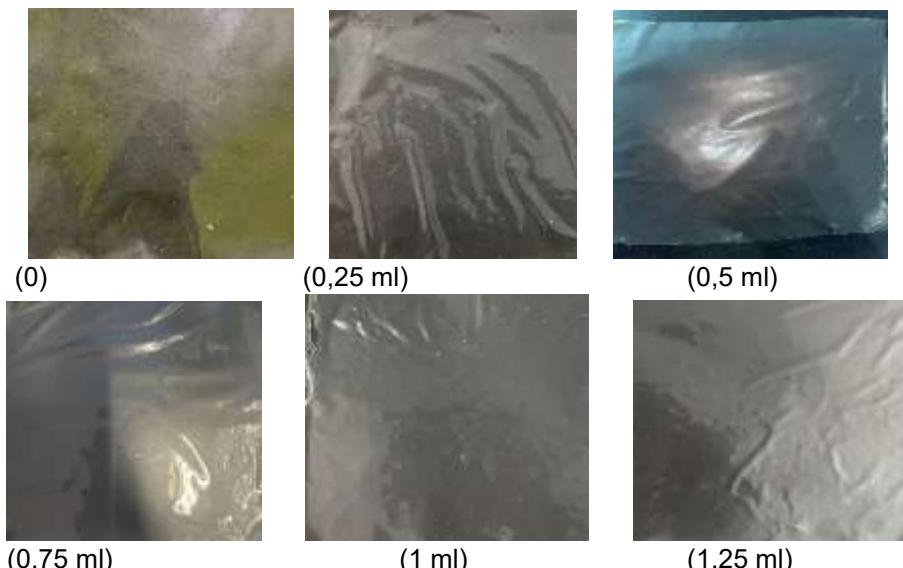
Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode analisis ragam (*Analysys Of Variance/ANOVA*) pada taraf 5% dan 1%. Apabila hasil analisis tersebut menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan, maka akan dilanjutkan dengan uji *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%. Data persentase komulatif bioplastik dianalisis menggunakan aplikasi imagej.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bioplastik

Bioplastik merupakan jenis plastik yang ramah lingkungan dibandingkan plastik konvensional, karena dapat terurai secara alami di lingkungan. Bioplastik ini biasanya berbentuk lembaran tipis yang elastis dan transparan dengan sedikit tingkat kekeruhan. Berikut adalah produk bioplastik yang terbuat dari pati sagu dibandingkan dengan plastik komersial pada Gambar 1.



Gambar 1. Bioplastik tepung pati sagu dengan berbagai penambahan tween 80

Pada gambar 1 merupakan hasil pembuatan bioplastik pati sagu dengan penambahan tween 80 yang menghasilkan satu lapisan bioplastik. Bioplastik dengan satu lapis memiliki tekstur dengan permukaan yang halus dan bersifat elastis. Bioplastik yang dihasilkan memiliki warna dan struktur yang berbeda-beda karena komposisi bahan yang digunakan. Semakin besar konsentrasi tween 80 yang digunakan menyebabkan bioplastik menjadi lebih berminyak/licin dan mempengaruhi karakteristik bioplastik tersebut. Permukaan bioplastik yang diperoleh lebih licin dan sedikit berminyak dan dibandingkan plastik komersial pada umumnya. Menurut Brandelero (Brandelero *et al.*, 2010) penambahan surfaktan seperti tween 80 pada bioplastik berbasis pati dapat mempengaruhi sifat mekanik dan permeabilitas bioplastik.

Kuat Tarik (*Tensile Strength*)

Kuat tarik atau *tensile strength* adalah batas maksimum yang dapat dicapai pada saat sebuah bahan ditarik (Dahri, 2024). Kuat tarik merupakan salah satu parameter yang menentukan seberapa kuat bioplastik untuk menahan beban. Sifat mekanik dapat dipengaruhi oleh besarnya kandungan komponen-komponen penyusun bioplastik yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati sagu dengan penambahan Tween 80.

Berdasarkan analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan Tween 80 sangat berpengaruh nyata 5% terhadap kuat tarik bioplastik pada setiap perlakuan. Penambahan tween 80 menurunkan kuat tarik seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai rata-rata kuat tarik bioplastik dengan penambahan Tween 80

Tween 80 (ml)	Kuat Tarik (N/mm ²) ± SD
0	3,44 ± 0,69 ^d
0,25	2,45 ± 0,37 ^c
0,5	2,35 ± 0,14 ^c
0,75	1,33 ± 0,12 ^b
1	1,00 ± 0,14ab
1,25	0,13 ± 0,06 ^a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 2. menunjukkan bahwa nilai kuat tarik bioplastik tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa penambahan tween 80, yaitu 3,44 N/mm², sedangkan nilai terendah kuat tarik bioplastik pada penambahan tween 80 sebanyak 1,25 ml yaitu 0,13 N/mm². Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah Tween 80 yang ditambahkan menurunkan kuat tarik. Penambahan tween 80 dapat menurunkan ketahanan terhadap tekanan mekanis sehingga kuat tarik akan menurun karena molekul yang rendah pada Tween 80. Tween 80 merupakan surfaktan non-ionik yang berfungsi sebagai plasticizer tambahan. Penambahan plasticizer pada bioplastik pati akan meningkatkan fleksibilitas dan elongasi dengan mengurangi ikatan antar rantai-rantai polimer (Purwanti, 2010). Dengan melemahnya ikatan antar-rantai ini, energi yang dibutuhkan untuk memisahkan molekul (kuat tarik) menjadi sangat kecil, sehingga film menjadi rapuh dan rentan terhadap kerusakan mekanis (Lailyningtyas *et al.*, 2020). Nilai kuat tarik akan menurun karena bioplastik kehilangan kekakuan dan kohesi internalnya.

Hasil penelitian sebelumnya oleh (Purwanti, 2010), Bahwa dengan bertambahnya jumlah plasticizer sorbitol dan kitosan nilai kuat tarik mengalami penurunan dari 3,94 Mpa menjadi 0,2 Mpa.

Elongasi (Perpanjangan Putus)

Elongasi merupakan salah satu parameter yang diuji sifat mekanik pada bioplastik yang menunjukkan seberapa elastisitas bioplastik pada saat sampel ditarik hingga bioplastik putus (Pebri *et al.*, 2025). Pengujian elongasi bertujuan untuk mengetahui pertambahan panjang bioplastik terhadap panjang awalnya. Nilai elongasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rata-rata elongasi bioplastik dengan penambahan Tween 80

Tween 80 (ml)	Elongasi (%) ± SD
0	4,74 ± 0,85 ^a
0,25	6,04 ± 0,32 ^{ab}
0,5	6,92 ± 0,56 ^{ab}
0,75	8,39 ± 0,71 ^b
1	11,29 ± 0,58 ^c
1,25	15,14 ± 0,72 ^d

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Bersadarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan tween 80 pada pembuatan bioplastik secara signifikan meningkatkan nilai elongasi pada bioplastik. Semakin tinggi konsentrasi tween 80 yang ditambahkan, maka nilai elongasi bioplastik cenderung meningkat. Dari Tabel 3. menunjukkan bahwa penambahan Tween 80 meningkatkan hasil nilai elongasi bioplastik tertinggi terdapat pada Tween 80 1,25 ml, yaitu sebesar 15,14 %. Dan nilai terendah terdapat pada jumlah Tween 0, sebesar 4,74%. Faktor yang mempengaruhi nilai elongasi bioplastik yaitu jenis dan konsentrasi surfaktan. Semakin tinggi penambahan tween 80 maka nilai elongasi semakin meningkat karena tween sebagai pemlastis mampu mengurangi interaksi antar molekul sehingga dapat meningkatkan fleksibilitas dan elastisitas pada bioplastik (Suryani, 2012).

Ketebalan

Ketebalan merupakan salah satu karakteristik penting dalam menentukan kualitas dan fungsi bioplastik, karena berpengaruh terhadap kekuatan mekanik serta sifat penghalangnya. Ketebalan mempengaruhi bioplastik dalam pembentukan produk yang dikemas dan permeabilitas udara. Pengukuran ketebalan bioplastik dilakukan dengan menggunakan mikrometer sekrup dengan ketelitian 0,01 mm. Nilai ketebalan yang didapat merupakan rata-rata dari pengukuran pada 5 titik posisi acak. Nilai ketebalan bioplastik dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata ketebalan bioplastik dengan penambahan Tween 80

Tween 80 (ml)	Ketebalan ± SD
0	0,31 ± 0,035 ^a
0,25	0,37 ± 0,023 ^b
0,5	0,50 ± 0,025 ^c
0,75	0,55 ± 0,015 ^d
1	0,62 ± 0,025 ^e
1,25	0,73 ± 0,030 ^f

Keterangan; Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 4. Ketebalan bioplastik pati sagu meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penambahan tween 80 yang digunakan. Nilai ketebalan bioplastik terendah pada perlakuan 0 yaitu sebesar $0,31 \pm 0,035$ mm, Sedangkan nilai ketebalan tertinggi pada perlakuan 1,25 ml yaitu sebesar $0,73 \pm 0,030$ mm. Peningkatan ketebalan ini disebabkan peningkatan tween 80 pada setiap sampel. Peningkatan ketebalan pada bioplastik juga dapat dikaitkan dengan meningkatnya viskositas larutan pembentuk *film*. Penambahan surfaktan yang lebih tinggi menyebabkan larutan menjadi lebih kental, sehingga ketika dicetak dan dikeringkan lapisan bioplastik cenderung lebih tebal. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tween 80 berpengaruh terhadap karakteristik bioplastik yang dihasilkan.

Hal ini sejalan dengan penelitian (Rodríguez *et al.*, 2006) yang menunjukkan bahwa penambahan surfaktan seperti Tween 20, Span 80, dan lesitin pada film berbasis pati kentang dari ketebalan 0,075 mm menjadi 0,115 mm seiring peningkatan konsentrasi surfaktan. Oleh karena itu hasil penelitian berbasis pati sagu dan penambahan tween 80 juga menghasilkan bioplastik yang lebih tebal.

Ketahanan Terhadap Air

Uji ketahanan air bioplastik dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya serap terhadap air. Pengujian ini digunakan untuk melihat kemampuan bioplastik dalam melindungi produk dari air (Pandu Lazuardi *et al.*, 2013). Nilai ketahanan air bioplastik dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai rata-rata ketahanan air bioplastik dengan penambahan Tween 80

Tween 80 (ml)	Ketahanan Air (%)
0	77,45 ± 0,66 ^e
0,25	68,41 ± 6,05 ^d
0,5	49,64 ± 1,85 ^c
0,75	46,39 ± 4,19 ^c
1	37,78 ± 1,70 ^b
1,25	31,84 ± 10,76 ^a

Keterangan; Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Berdasarkan analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan Tween 80 sangat berpengaruh nyata 5 % terhadap ketahanan air bioplastik pada setiap perlakuan. Dari hasil Tabel 9. Penambahan Tween 80 bioplastik pati sagu berpengaruh nyata terhadap ketahanan air bioplastik. Semakin tinggi penambahan Tween 80 maka daya serap air meningkat sedangkan ketahanan airnya semakin menurun. Hal ini dikarenakan Tween 80 merupakan surfaktan nonionik yang bersifat hidrofilik sehingga seiring penambahan konsentrasi tween mengakibatkan ketahanan air bioplastik semakin rendah. Bioplastik dengan kelarutan yang tinggi dapat mengakibatkan ketahanan air menjadi rendah (Kamaluddin *et al.*, 2022).

Laju Transmisi Uap Air/ Water Vapor Transmission Rate (WVTR)

WVTR merupakan parameter penting untuk menentukan tingkat permeabilitas lapisan bioplastik terhadap uap air. Lapisan dengan nilai WVTR yang rendah lebih tahan terhadap penetrasi uap air dan cocok untuk kemasan yang membutuhkan perlindungan kelembapan. Sebaliknya, nilai WVTR yang tinggi menunjukkan bahwa lapisan tersebut lebih permeabel terhadap uap air, yang dapat dipengaruhi oleh sifat hidrofilik lapisan dan struktur matriks lapisan itu sendiri (Yuniarti *et al.*, 2014). Nilai Water Vapor Transmission Rate (WVTR) atau transmisi uap air pada bioplastik pati sagu dengan penambahan tween 80 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Transmisi Uap Air Bioplastik dengan penambahan Tween 80

Tween 80 (ml)	WVTR (g/m ² /jam)
0	4,43 ± 0,36 ^a
0,25	5,32 ± 0,42 ^a
0,5	8,51 ± 1,41 ^{ab}
0,75	15,55 ± 5,25 ^b
1	24,69 ± 5,03 ^c
1,25	39,68 ± 6,94 ^d

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang tidak sama berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji DNMRT

Peningkatan WVTR menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan Tween 80 maka kemampuan bioplastik dalam menahan transmisi uap air semakin besar untuk menembus lapisan bioplastik. Hal ini disebabkan karena Tween 80 merupakan surfaktan nonionik sehingga konsentrasi tinggi dapat mengganggu kerapatan struktur matriks bioplastik dan membentuk pori-pori yang mempermudah difusi uap air.

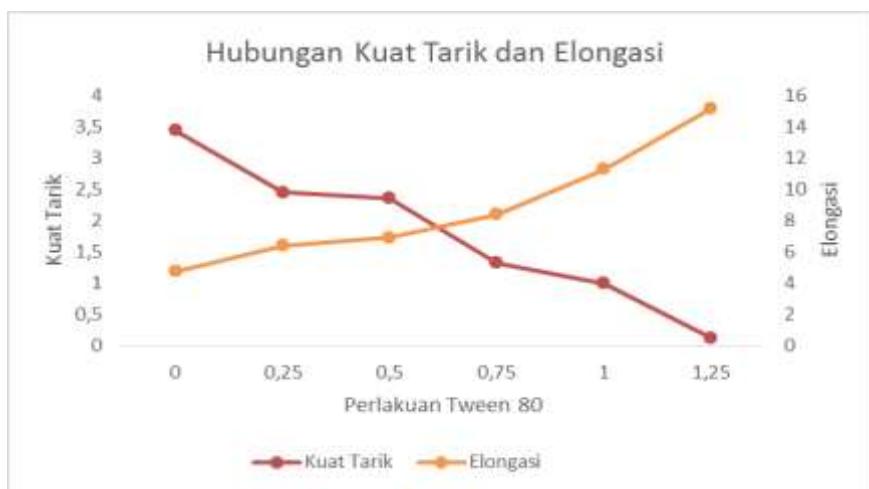
Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Brandelero *et al.*, 2010) Dimana nilai WVTR terendah pada *film* tanpa Tween kisaran $0,80 \times 10^{-7}$ g/m².hari, Sedangkan yang tertinggi terdapat pada film dengan (50% pati + Tween 80 2%) sebesar $22,0 \times 10^{-7}$ g/m².hari. Peningkatan nilai WVTR pada bioplastik pati sagu yang diamati dipenelitian ini dapat dijelaskan karena efek surfaktan Tween 80 yang meningkatkan sifat hidrofilik dan memperbesar volume bebas antar rantai polimer, sehingga uap air lebih mudah menembus permukaan bioplastik.

Persentase kumulatif Bioplastik

Pengujian persentase kumulatif bioplastik dilakukan untuk mengetahui laju degradasi bioplastik dalam jangka waktu tertentu hingga terurai sempurna di lingkungan alami (Kamaluddin *et al.*, 2022). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada hari pertama belum terjadi perubahan berarti, namun pada hari ke-5 hingga ke-7 mulai terlihat tanda-tanda degradasi berupa perubahan tekstur, pertumbuhan jamur, dan penurunan massa bioplastik. Penambahan Tween 80 mempercepat proses degradasi karena berperan menurunkan tegangan antar molekul pati, membuat struktur bioplastik lebih terbuka dan mudah ditembus air serta mikroorganisme. Bioplastik dengan konsentrasi Tween 80 lebih tinggi terurai lebih cepat, di mana seluruh sampel telah terdegradasi sempurna pada hari ke-25. Proses degradasi ini dipengaruhi oleh komposisi bahan dasar seperti pati yang mudah diuraikan oleh enzim amilase, ketebalan film yang menentukan laju penetrasi mikroba, serta kondisi lingkungan seperti kelembapan yang mendukung aktivitas biologis (Tanjung *et al.*, 2023).

Hubungan dan Statistik Parameter

Hubungan nilai kuat tarik dan elongasi menunjukkan hasil korelasi yang bersifat berbanding terbalik. Hal ini dikarenakan peningkatan nilai elongasi cenderung diikuti oleh penurunan kuat tarik, begitu pula sebaliknya. Secara fisik, hubungan ini menggambarkan keseimbangan antara elastisitas dan kekuatan struktur pada material bioplastik. Ketika bioplastik memiliki kemampuan renggang yang tinggi ikatan antar polimer menjadi lebih lentur dan mudah bergeser, sehingga menurunkan ketegangan maksimum yang mampu ditahan sebelum putus. Nilai elongais tinggi menunjukkan bahwa material tersebut lebih fleksibel atau dapat merenggang lebih jauh sebelum putus. Hubungan kuat tarik dan elongasi dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hubungan Kuat Tarik dan Elongasi

Grafik pada Gambar 2 menunjukkan bahwa penambahan Tween 80 menyebabkan penurunan kuat tarik dan peningkatan elongasi sehingga keduanya memiliki hubungan berbanding terbalik. Semakin tinggi konsentrasi Tween 80 bioplastik menjadi lebih elastis namun kekuatannya menurun dengan titik keseimbangan terbaik pada perlakuan 0,5–0,75 ml. Selain itu hubungan antara ketahanan air dan WVTR juga berlawanan di mana peningkatan WVTR menandakan penurunan kemampuan bioplastik menahan air yang menunjukkan bahwa konsentrasi Tween 80 tinggi memperbesar permeabilitas terhadap uap air dan menurunkan daya tahan terhadap kelembapan. Hubungan ketahanan air dan WVTR dapat dilihat dari Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan Ketahanan Air dan WVTR

Berdasarkan grafik pada Gambar 3, menunjukkan bahwa terdapat hubungan negatif antara ketahanan air dan WVTR pada bioplastik pati sagu. Semakin tinggi WVTR, semakin rendah ketahanan air, karena peningkatan konsentrasi tween 80 menurunkan kerapatan ikatan molekul pati. Pada konsentrasi tween rendah, bioplastik lebih rapat sehingga mampu menahan air lebih baik. Selain itu, ketebalan bioplastik juga berpengaruh langsung terhadap WVTR, di mana peningkatan ketebalan menyebabkan penurunan WVTR dan meningkatkan sifat penghalang air.



Gambar 4. Grafik Hubungan Ketebalan dan WVTR

Berdasarkan grafik pada gambar 4. terlihat bahwa hubungan antara ketebalan dengan WVTR bioplastik pati sagu dengan penambahan tween 80 memiliki pengaruh nyata atau hubungan positif antara parameter karena seiring bertambahnya tween 80 nilai WVTR juga meningkat. Peningkatan ketebalan ini dikarenakan penambahan surfaktan yang dapat memperkuat antar komponen bioplastik, sehingga struktur bioplastik yang terbentuk menjadi lebih tebal. Penambahan tween 80 dapat menyebabkan terbentuknya rongga-rongga kecil pada bioplastik terutama pada bioplastik 1 lapis sehingga dengan penambahan tween 80 juga meningkatkan laju WVTR atau uap air pada bioplastik yang dihasilkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan Tween 80 berpengaruh nyata terhadap karakteristik bioplastik pati sagu, di mana peningkatan konsentrasi Tween 80 menurunkan kuat tarik dan ketahanan air, namun meningkatkan elongasi, ketebalan, dan laju transmisi uap air (WVTR). Perlakuan terbaik diperoleh pada tanpa penambahan Tween 80 (P1) dengan kuat tarik 3,44 MPa, ketahanan air 77%, WVTR 4,43 g/m².jam, dan waktu degradasi 25 hari. Tween 80 berfungsi sebagai plasticizer yang meningkatkan fleksibilitas tetapi mengurangi kekompakan struktur bioplastik. Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, maka Untuk bioplastik dari pati sagu tidak disarankan untuk menggunakan Tween 80 walaupun penggunaan Tween memudahkan pelepasan bioplastik dari cetakan. Namun, jika diperlukan bioplastik yang lebih mudah terurai dilingkungan, Tween 80 dapat digunakan dalam konsentrasi rendah. Penelitian lanjutan disarankan untuk menambahkan bahan penguat seperti kitosa, kalsium karbonat, atau selulosa guna untuk meningkatkan kekuatan mekanik bioplastik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditunjukkan kepada Universitas Jambi, Kampus Pondok Meja atas dukungan fasilitas, sarana, dan prasarana yang diberikan dalam menunjang kelancaran penelitian ini, Penghargaan juga diberikan kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi serta membantu dengan penuh kesabaran dan ketulusan dalam setiap tahapan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Dahri, K. (2024). Pembuatan Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Selulosa Sabut (Fiber) Kelapa Sawit Dengan Penambahan Sorbitol Dan Cmc (Carboxy Methyl Cellulose). *Skripsi*, 1–121.
- Dasumati, Saridewi, N., & Malik, M. (2019). Food packaging development of bioplastic from basic waste of cassava peel (manihot utilisima) and shrimp shell. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 602(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/602/1/012053>
- Fibriyani, D. (2017). Pengolahan Onggok Singkong Sebagai Plastik Biodegradable Menggunakan Plasticizer Gliserin Dari Minyak Jelantah. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(2), 74–77. <https://doi.org/10.17728/jatp.195>
- Kamaluddin, M. A., Maryono, M., Hasri, H., Genisa, M. U., & Rizal, H. P. (2022). Pengaruh Penambahan Plasticizer Terhadap Karakteristik Bioplastik Dari Selulosa Limbah Kertas. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 7(02), 197. <https://doi.org/10.23960/aec.v7i02.2022.p197-208>
- Lailynningtyas, D. I., Iutfi, M., & Ahmad, A. M. (2020). Uji Mekanik Bioplastik Berbahan Pati Umbi Ganyong (Canna edulis) dengan Variasi Selulosa Asetat dan Sorbitol. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 8(1), 91–100. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2020.008.01.09>
- Maesaroh, Kartikawati, E., & Elvianasti, M. (2021). Upaya Peningkatan Sikap Peduli Lingkungan Melalui Pelatihan Bioplastik. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(3), 360–366.
- Pandu Lazuardi, G., Sari Edi Cahyaningrum Jurusan Kimia FMIPA, dan, & Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, F. (2013). Dan Pati Singkong Dengan Plasticizer Gliserol Preparation and Characterization Based Bioplastic Chitosan and Cassava Starch With Glycerol Plazticizer. *UNESA Journal of Chemistry*, 2(3), 161–166.
- Pebri, E., Putra, D., Larassati, D. P., Wijayani, R. A., Thamrin, E. S., Sylvia, T., Subara, D., Laksono, U. T., Pertanian, T. I., & Industri, F. T. (2025). Bioplastic Properties Of Banana Weevil Starch With Variation Glycerol Concentrations - Plastik dalam kehidupan manusia banyak digunakan sebagai bahan kemasan makanan dan minuman (Ilmiawati et al ., 2017). Plastik sebagai kemasan umumnya diguna. 13(2), 293–308.
- Rejeki, S., Faradilla, R. F., L, M., Elvira, I., & Libriani, R. (2023). Inovasi Pengembangan Bioplastik Berbasis Air Kelapa Di Desa Labuko Kecamatan Wakorumba Buton Utara. *HIRONO : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(2), 109–116. <https://doi.org/10.55984/hirono.v3i2.153>
- Sulastri, I., Suryati, S., Azhari, A., Sulhatun, S., & Bahri, S. (2023). Pembuatan Bioplastik Dari Tepung Ubi Jalar (Ipomoea batatas) Dengan Pengaruh Penambahan Ampas Tebu (Saccharum officinarum) dan Gliserol. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 3(4), 481. <https://doi.org/10.29103/cejs.v3i4.9844>
- Tanjung, denny akbar, & Sirmas, M. (2023). *Pembuatan Komposit Bioplastik dari Pati Sagu Kombinasi Polietilen*.
- Wanqing Deng, Huiyuan Zheng, Zichun Zhu, Yun Deng, Yuchen Shi Zhong, Danfeng Wang, and Y. (2023). *Wettability , and Preservation Properties of Electrically Sprayed*.
- Warkoyo, Rahardjo, B., Marseno, D. W., & Karyadi, J. N. W. (2014). Sifat Fisik, Mekanik dan Barrier Edible Film Berbasis Pati Umbi Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) yang Diinkorporasi dengan Kalium Sorbat. *Agritech*, 34(1), 72–81.
- Yuniarti, L. I., Hutomo, G. S., & Rahim, A. (2014). Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Pati Sagu (Metroxylon sp). *e-Journal Agrotekbis* 2 (1): 38-46. *Issn: 2338*, 2(1), 38–46.