

PENAMBAHAN SELULOSA KULIT PINANG PADA PEMBUATAN PLASTIK BIODEGRADABLE PATI BIJI ALPUKAT

THE ADDITION OF ARECA NUT HUSK CELLULOSE IN THE PRODUCTION OF BIODEGRADABLE PLASTIC FROM AVOCADO SEED STARCH

Luqmanul Hakim*, Yelmira Zalfiatri, Yossie Kharisma Dewi

Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

ABSTRAK

Plastik *biodegradable* merupakan jenis plastik yang terbuat dari bahan terbarukan dan dapat diproduksi menggunakan bahan yang mengandung pati, seperti biji alpukat. Namun, plastik *biodegradable* berbasis pati mempunyai kelemahan yaitu sifat mekanik yang rendah seperti kuat tarik dan elongasi sehingga perlu adanya penambahan penguat seperti selulosa. Salah satu sumber selulosa potensial dengan kandungan yang relatif tinggi adalah kulit pinang. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh konsentrasi selulosa kulit pinang yang tepat terhadap karakteristik plastik *biodegradable* pati biji alpukat. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan tiga kali ulangan. Perlakuan dalam penelitian ini adalah penambahan selulosa S1 (3 g), S2 (4 g), S3 (5 g), S4 (6 g), dan S5 (7 g) dengan parameter yang diamati adalah daya serap air, laju perpindahan uap air, kuat tarik, elongasi dan biodegradabilitas. Data yang diperoleh dilakukan analisis secara statistik menggunakan *analysis of variance* (ANOVA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan selulosa kulit pinang berpengaruh nyata terhadap daya serap air, laju perpindahan uap air, kuat tarik, elongasi, dan biodegradabilitas plastik *biodegradable*. Plastik *biodegradable* terpilih adalah perlakuan S1 (3 g), yang menunjukkan nilai daya serap air 58,80%, laju perpindahan uap air 17,03 g/m²/jam, kuat tarik 30,73 MPa, elongasi 9,31%, dan biodegradasi 44,24%.

Kata kunci: pati biji alpukat, plastik biodegradable, selulosa kulit pinang, sifat mekanik

ABSTRACT

Biodegradable plastic is a type of plastic made from renewable materials and can be produced using materials containing starch, such as in avocado seeds. However, starch-based biodegradable plastic has the disadvantage of low mechanical properties, such as tensile strength and elongation; therefore, it is necessary to add reinforcement, such as cellulose. One potential source of cellulose with a relatively high content is areca nut skin. This study aims to obtain the appropriate concentration of areca nut skin cellulose for the characteristics of biodegradable avocado seed starch plastic. A completely randomized design (CRD) with five treatments and three replications was used in the experimental procedure of the investigation. The treatments in this study were the addition of cellulose S1 (3 g), S2 (4 g), S3 (5 g), S4 (6 g), and S5 (7 g), and the measured characteristics were water absorption, water vapor transfer rate, tensile strength, elongation, and biodegradability. The data obtained were analyzed statistically using analysis of variance (ANOVA). The results showed that the addition of areca nut cellulose significantly affected the water absorption capacity, water vapor transfer rate, tensile strength, elongation, and biodegradability of biodegradable plastics. The selected biodegradable plastic was treatment S1 (3 g), which showed a water absorption capacity of 58.80%, a water vapor transfer rate of 17.03 g/m²/hour, a tensile strength of 30.73 MPa, an elongation of 9.31%, and biodegradability of 44.24%.

Keywords: *areca nut husk cellulose, avocado seed starch, biodegradable plastic, mechanical properties*

*Penulis Korespondensi:
lhakim2872@gmail.com

PENDAHULUAN

Plastik merupakan salah satu material kemasan yang banyak digunakan manusia dan diaplikasikan terutama di sektor industri pangan maupun nonpangan. Pertambahan jumlah penduduk yang diikuti dengan meningkatnya kebutuhan konsumsi telah mendorong peningkatan produksi plastik secara terus-menerus. Di sisi lain, penggunaan plastik dapat menimbulkan masalah berupa sampah. Permasalahan lingkungan yang timbul akibat sampah plastik akan semakin buruk apabila tidak ditangani dengan tepat karena material plastik sulit terurai secara alami. Salah satu upaya yang dilakukan dalam mengurangi dampak negatif penggunaan plastik yaitu dengan membuat kemasan ramah lingkungan seperti plastik *biodegradable*.

Plastik *biodegradable* merupakan kategori plastik ramah lingkungan karena diproduksi dari bahan terbarukan serta mampu mengalami proses degradasi secara biologis oleh adanya aktivitas mikroorganisme. Plastik *biodegradable* memiliki kelebihan karena terbuat dari bahan yang ramah lingkungan, mudah terdegradasi di alam, bersifat ringan dan kuat sehingga barang yang akan dikemas dapat terlindungi dengan baik.

Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan plastik *biodegradable* adalah pati. Pati memiliki sifat mudah terdegradasi dalam tanah dan banyak ditemukan pada tumbuhan, salah satunya yaitu pada biji alpukat. Menurut Badan Pusat Statistik (2024), produksi buah alpukat di Provinsi Riau pada tahun 2023 sebanyak 1.892 ton. Buah alpukat terdiri dari 65% daging buah, 20% biji, dan 15% kulit buah (Risyad *et al.*, 2016).

Biji alpukat memiliki potensi sebagai bahan baku dalam pembuatan plastik *biodegradable* karena kandungan patinya mencapai 85,53% dengan komposisi amilosa sebesar 22,02% dan amilopektin 77,98% (Maryam *et al.*, 2016). Pati dengan proporsi

amilosa yang lebih tinggi mampu membentuk plastik *biodegradable* yang memiliki karakteristik lentur sekaligus kuat (Ayu *et al.*, 2023). Buah alpukat menghasilkan biji yang kurang dimanfaatkan secara maksimal, sehingga pembuatan plastik *biodegradable* dari pati biji alpukat diharapkan dapat meningkatkan nilai tambah biji alpukat dan meminimalisir dampak negatif akibat sampah plastik.

Pembuatan plastik *biodegradable* telah dilakukan oleh Afif *et al.* (2018) menggunakan pati biji alpukat dengan penambahan kitosan dan sorbitol. Hasil perlakuan terbaik didapatkan yaitu pada rasio pati: kitosan (3:2) dengan nilai kuat tarik 6,40 MPa dan elongasi 6,87%. Nilai kuat tarik dan elongasi pada penelitian tersebut belum memenuhi SNI 7818:2014 mengenai kantong plastik mudah terurai. Plastik *biodegradable* yang hanya berbasis pati memiliki kelemahan yaitu sifat mekanik yang rendah karena pati memiliki struktur yang bercabang dan bersifat hidrofilik. Upaya peningkatan sifat mekanik plastik *biodegradable* dapat dilakukan salah satunya dengan menambahkan selulosa. Menurut Jumiati *et al.* (2023), penambahan selulosa dalam pembuatan plastik *biodegradable* dari pati biji alpukat dapat meningkatkan sifat mekanik.

Selulosa banyak terdapat di alam yang berasal dari limbah hasil pertanian salah satunya kulit pinang. Menurut Zulnazri *et al.* (2022), kulit pinang mengandung selulosa sebanyak 59,67%, hemiselulosa 5,88%, dan lignin 4,20%. Kulit pinang sering digunakan sebagai bahan obat-obatan dan pupuk. Tingginya kandungan selulosa pada kulit pinang menjadikannya berpotensi sebagai bahan pendukung dalam formulasi plastik *biodegradable*.

Kuswariyah *et al.* (2023) telah melakukan penelitian mengenai pembuatan plastik *biodegradable* dengan bahan pengisi selulosa serat kulit pinang. Hasil perlakuan terbaik didapatkan nilai

kuat tarik sebesar 8 MPa dan elongasi sebesar 10,2% pada variasi selulosa 12%. Julita *et al.* (2023) juga telah melakukan penelitian mengenai karakteristik *biodegradable film* berbasis selulosa kulit pinang dengan perlakuan penambahan gliserol dan CMC. Hasil perlakuan terbaik diperoleh kuat tarik sebesar 71,87 MPa, elongasi 26,27%, dan permeabilitas uap air 7,41 g/m²/jam pada konsentrasi gliserol 1%, CMC 3%, dan selulosa 5 g. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh penambahan jumlah selulosa kulit pinang yang tepat terhadap karakteristik plastik *biodegradable* pati biji alpukat.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji alpukat yang diperoleh dari pedagang minuman jus di Jalan Suka Karya, Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru dan kulit buah pinang yang diperoleh dari kebun warga di Desa Teratak Buluh Kabupaten Kampar, gliserol, NaOH, H₂O₂, CMC, natrium metabisulfit, NaCl, akuades, silika gel, tanah dan kompos.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah blender, ayakan 60 mesh dan 100 mesh, spatula, cetakan plastik 20×15 cm, batang pengaduk, gelas ukur, *beaker glass*, erlenmeyer, *grinder*, *hot plate*, oven, pH meter, penangas air, timbangan analitik, desikator, kain saring, pisau, alat tulis, gelas plastik, nampan, dan cawan porselen.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) non-faktorial yang terdiri dari lima perlakuan dan tiga kali ulangan sehingga diperoleh 15 unit percobaan. Perlakuan pada penelitian ini mengacu pada Julita *et al.* (2023). Adapun perlakuan dalam penelitian yaitu:

- S1 = Penambahan selulosa 3 g
- S2 = Penambahan selulosa 4 g
- S3 = Penambahan selulosa 5 g
- S4 = Penambahan selulosa 6 g
- S5 = Penambahan selulosa 7 g

Pelaksanaan Penelitian Pembuatan pati biji alpukat

Proses ekstraksi pati biji alpukat mengacu pada metode Yudiandani *et al.* (2016). Sebanyak 1 kg biji alpukat dipotong kemudian direndam dalam larutan natrium metabisulfit 2000 ppm selama 24 jam dengan perbandingan bahan dan larutan perendam 1:5 (g/mL). Selanjutnya potongan biji alpukat dihancurkan menggunakan blender dengan rasio biji alpukat dan air 1:5 (g/mL) hingga membentuk bubur, kemudian disaring menggunakan kain saring untuk memisahkan ampas. Hasil saringan dicuci dengan akuades sebanyak tiga kali, lalu suspensi yang diperoleh diendapkan selama 12 jam. Endapannya dipisahkan dan dikeringkan di bawah sinar matahari selama 24 jam hingga kadar airnya berkurang. Setelah kering pati disaring menggunakan ayakan 60 mesh.

Pembuatan selulosa kulit pinang

Pembuatan selulosa kulit pinang mengacu pada Julita *et al.* (2023). Kulit pinang 1 kg dipotong kecil-kecil dengan ukuran 1–2 cm kemudian dikeringkan di dalam oven selama 6 jam pada suhu 60°C. Potongan kulit pinang selanjutnya dihaluskan menggunakan *grinder* hingga menjadi serbuk. Serbuk kulit pinang kemudian diayak menggunakan ayakan 100 mesh. Sebanyak 150 g serbuk kulit pinang dilakukan delignifikasi dengan direndam dalam larutan NaOH 5% (b/v) sebanyak 750 mL selama 2 jam pada suhu ruang. Setelah proses tersebut, larutan disaring dan residu yang diperoleh dicuci menggunakan air hingga mencapai pH netral. Tahap pemurnian kedua yaitu *bleaching* yang dilakukan melalui proses hidrolisis menggunakan larutan H₂O₂ 4% (v/v) sebanyak 800 mL selama 3 jam pada suhu 85°C dengan bantuan penangas air. Selulosa hasil pemurnian dicuci kembali menggunakan air hingga pH netral dan disaring menggunakan kain saring. Selanjutnya selulosa dikeringkan di bawah sinar matahari.

Pembuatan plastik *biodegradable*

Pembuatan plastik *biodegradable* mengacu pada Julita *et al.* (2023). Plastik *biodegradable* dibuat dengan melarutkan selulosa sesuai perlakuan ke dalam 50 mL akuades. Selanjutnya ditambahkan pati biji alpukat sebanyak 4 g, CMC 3% (b/v) dan gliserol 1% (b/v). Campuran tersebut dipanaskan pada suhu 70°C selama 30 menit sambil diaduk. Larutan dituang dalam cetakan plastik berukuran 20×15 cm kemudian dikeringkan di dalam suhu ruang selama 2 hari.

Pengujian Daya Serap Air

Uji daya serap air dilakukan dengan mengacu pada metode Saputra dan Supriyo (2020). Sampel plastik *biodegradable* dipotong dengan ukuran 3×3 cm, kemudian ditimbang untuk memperoleh bobot awal. Selanjutnya, sampel dimasukkan ke dalam gelas plastik berisi akuades dan dibiarkan selama 5 menit. Setelah waktu perendaman selesai, sampel diangkat dan dikeringkan dengan tisu. Ditimbang bobot sampel yang telah direndam sebagai berat akhir.

$$\text{Daya Serap Air (\%)} = \frac{w_{\text{akhir}} - w_{\text{awal}}}{w_{\text{awal}}} \times 100$$

Keterangan:

W awal = Berat sampel sebelum direndam

W akhir = Berat sampel sesudah direndam

Uji Laju Perpindahan Uap Air

Uji laju perpindahan uap air mengacu pada Apriyani dan Sedyadi (2016). Plastik *biodegradable* diletakkan pada mulut cawan porselein berbentuk lingkaran yang berisi silika gel 5 g. Selanjutnya cawan dimasukkan ke dalam desikator yang telah diisi larutan NaCl 40% (b/v). Silika gel akan menyerap uap air sehingga menyebabkan peningkatan massa pada silika gel. Pengujian laju perpindahan uap air dilakukan selama 7 jam dengan penimbangan pada setiap interval satu jam hingga jam ke-7. Perubahan massa yang terjadi digunakan sebagai indikator untuk menentukan laju difusi uap air yang melewati material plastik. Laju perpindahan uap air dihitung menggunakan persamaan matematis.

$$\text{WVTR} = \frac{\text{Slope kenaikan silika gel (g/jam)}}{\text{Luas permukaan (m}^2\text{)}}$$

Keterangan:

WVTR = Water Vapour Transmission Rate (g/m²/jam)

Uji Kuat Tarik

Uji kuat tarik dilakukan dengan mengacu pada metode Selpiana *et al.* (2015). Sebelum pengujian, plastik *biodegradable* dikondisikan terlebih dahulu di dalam ruang selama 24 jam. Sampel kemudian dipotong mengikuti standar pengujian dengan dimensi 10×2 cm. Proses pengujian dilakukan dengan dijepit kedua ujung sampel kemudian dicatat panjang awal sebelum ditambah beban. Selanjutnya sampel diberikan beban secara bertahap hingga mengalami tarikan. Nilai kuat tarik dihitung dengan persamaan matematis.

$$\text{Kekuatan tarik (kgf/mm}^2\text{)} = \frac{F}{A}$$

Keterangan:

F = Gaya kuat tarik (kgf)

A = Luas permukaan (mm²)

Uji Perpanjangan Putus (elongasi)

Pengujian perpanjangan putus mengacu pada Selpiana *et al.* (2015). Sampel plastik *biodegradable* terlebih dahulu dikondisikan di dalam ruangan selama 24 jam. Selanjutnya, sampel dipotong sesuai standar dengan ukuran 10×2 cm. Proses pengujian dilakukan dengan dijepit kedua ujung sampel, kemudian panjang awal dicatat sebelum diberi beban. Selanjutnya, beban ditambahkan secara bertahap pada sampel yang telah dijepit untuk mengamati respon material. Persentase elongasi plastik *biodegradable* dihitung menggunakan persamaan matematis.

$$\text{Elongasi (\%)} = \frac{I - I_0}{I_0} \times 100$$

Keterangan:

I = Panjang setelah putus (mm)

I_0 = Panjang awal (mm)

Uji Biodegradasi

Pengujian biodegradasi dilakukan mengacu pada metode Saputra dan Supriyo (2020). Tanah dan kompos dicampur lalu dimasukkan ke dalam wadah gelas plastik, kemudian ditanamkan sampel plastik *biodegradable* berukuran 8×2 cm pada kedalaman 7 cm. Sampel tersebut didiamkan selama 7 hari. Tingkat biodegradabilitas dianalisis melalui pengukuran kehilangan massa sampel pada hari ke-0 dan setelah 7 hari proses biodegradasi berlangsung.

$$\text{Biodegradasi (\%)} = \frac{m_{\text{awal}} - m_{\text{akhir}}}{m_{\text{awal}}} \times 100$$

Keterangan:

m_{awal} = Massa plastik hari ke-0

m_{akhir} = Massa plastik hari ke-7

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya Serap Air

Pengujian daya serap air dilakukan untuk melihat seberapa besar kemampuan plastik *biodegradable* dalam menyerap air. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan selulosa kulit pinang pada formulasi plastik *biodegradable* berbasis pati biji alpukat memberikan pengaruh nyata terhadap nilai daya

serap air. Rata-rata nilai pengujian daya serap air plastik *biodegradable* disajikan pada Tabel 1.

Nilai daya serap air plastik *biodegradable* seluruh perlakuan berada dalam kisaran 58,80–77,13%. Perlakuan S1 menghasilkan nilai daya serap air terendah yaitu 58,80% dan berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya. Nilai daya serap air tertinggi diperoleh pada perlakuan S5 yaitu 77,13% yang secara statistik berbeda tidak nyata dengan perlakuan S4, namun menunjukkan berbeda nyata terhadap perlakuan S1, S2 dan S3.

Berdasarkan Tabel 1 nilai daya serap air plastik *biodegradable* mengalami peningkatan seiring dengan penambahan jumlah selulosa kulit pinang. Hal ini dikarenakan selulosa mempunyai sifat mampu mengikat air sehingga plastik *biodegradable* yang dihasilkan memiliki potensi untuk menyerap air. Menurut Panjaitan *et al.* (2017) selulosa memiliki gugus hidroksil (-OH) yang mampu menghasilkan ikatan hidrogen intramolekul dengan molekul air menyebabkan selulosa mampu menyerap dan menahan air di dalam strukturnya. Kemampuan dalam menyerap air tersebut membuat plastik *biodegradable* yang dihasilkan bersifat hidrofilik. Plastik *biodegradable* dengan sifat hidrofilik tinggi menyebabkan air lebih mudah terserap ke dalam matriks polimer sehingga daya serap air meningkat.

Plastik *biodegradable* yang ideal untuk aplikasi pengemasan adalah plastik dengan tingkat daya serap air yang relatif rendah. Tingginya daya serap air pada material plastik

Tabel 1. Hasil pengamatan plastik *biodegradable* pati biji alpukat dan selulosa kulit pinang

Parameter	Perlakuan				
	S1 (3 g)	S2 (4 g)	S3 (5 g)	S4 (6 g)	S5 (7 g)
Daya serap air (%)	58,80 ^a	66,15 ^b	70,06 ^c	74,45 ^d	77,13 ^d
Laju perpindahan uap air (g/m ² /jam)	17,03 ^a	20,21 ^{ab}	23,33 ^b	27,08 ^c	29,94 ^c
Kuat tarik (MPa)	30,73 ^c	34,81 ^d	35,09 ^d	26,26 ^b	22,62 ^a
Elongasi (%)	9,31 ^d	6,77 ^c	5,16 ^b	3,68 ^a	3,57 ^a
Biodegradasi (%)	44,24 ^a	48,57 ^b	53,87 ^c	57,34 ^d	61,09 ^e

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5%

dapat mempercepat kerusakan serta menurunkan kekuatan mekanisnya sehingga efektifitas dalam melindungi produk menjadi berkurang. Hal ini didukung dengan pernyataan Kuswariyah *et al.* (2023) bahwa daya serap air yang tinggi dapat menurunkan kualitas plastik *biodegradable* sehingga kemampuannya dalam melindungi produk akan berkurang.

Laju Perpindahan Uap Air

Pengujian laju perpindahan uap air dilakukan untuk melihat seberapa banyak jumlah uap air yang dapat melewati sampel plastik *biodegradable*. Berdasarkan hasil sidik ragam, penambahan selulosa dari kulit pinang pada formulasi plastik *biodegradable* berbasis pati biji alpukat menunjukkan pengaruh nyata terhadap laju perpindahan uap air. Rata-rata nilai laju perpindahan uap air dari plastik *biodegradable* disajikan pada Tabel 1.

Nilai laju perpindahan uap air plastik *biodegradable* untuk seluruh perlakuan berada pada kisaran 17,03–29,94 g/m²/jam. Nilai terendah diperoleh pada perlakuan S1 sebesar 17,03 g/m²/jam yang menunjukkan perbedaan tidak nyata dibandingkan dengan perlakuan S2, namun berbeda nyata terhadap perlakuan S3, S4 dan S5. Sementara itu, nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan S5 sebesar 29,94 g/m²/jam yang menunjukkan perbedaan tidak nyata dengan perlakuan S4.

Tabel 1 memperlihatkan bahwa laju perpindahan uap air meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah selulosa kulit pinang. Peningkatan tersebut terkait dengan sifat hidrofilik selulosa yang mampu berikatan dengan molekul air sehingga material menjadi lebih permeabel terhadap uap air. Ikatan hidrogen pada selulosa memungkinkan terjadinya interaksi dengan uap air di udara sehingga laju perpindahan uap air mengalami kenaikan. Temuan ini didukung dengan pernyataan Simarmata *et al.* (2024) bahwa peningkatan nilai laju perpindahan uap air disebabkan karena gugus OH pada selulosa dapat berinteraksi dengan air sehingga uap air di udara dapat berpindah dari

satu bagian ke bagian lain dalam material plastik *biodegradable*.

Plastik *biodegradable* yang baik ditandai dengan nilai laju perpindahan uap air yang rendah. Semakin rendah nilai laju perpindahan uap air menunjukkan plastik lebih tahan terhadap kelembaban. Plastik *biodegradable* dengan laju perpindahan uap air tinggi cenderung lebih mudah menyerap kelembaban dari lingkungan sehingga menyebabkan kerusakan mekanis pada plastik serta bahan yang dikemas. Menurut Syafira *et al.* (2018), rendahnya laju perpindahan uap air menunjukkan sedikitnya uap air yang lewat melalui kemasan sehingga dapat berpengaruh terhadap produk yang dikemas terutama untuk produk dengan umur simpan lama.

Kuat Tarik

Pengujian kuat tarik dilakukan untuk melihat kemampuan plastik *biodegradable* ketika diberikan beban maksimal sebelum putus. Berdasarkan hasil sidik ragam, bahwa penambahan selulosa kulit pinang pada pembuatan plastik *biodegradable* pati biji alpukat menunjukkan pengaruh nyata pada kuat tarik. Rata-rata nilai kuat tarik dari plastik *biodegradable* disajikan pada Tabel 1.

Kuat tarik plastik *biodegradable* pada seluruh perlakuan menunjukkan rentang nilai antara 22,62–35,09 MPa. Nilai terendah diperoleh pada perlakuan S5 sebesar 22,62 MPa yang berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Nilai tertinggi dicapai pada perlakuan S3 sebesar 35,09 MPa yang berbeda tidak nyata dengan perlakuan S2, namun menunjukkan perbedaan yang nyata dengan perlakuan S1, S4 dan S5.

Berdasarkan Tabel 1 bahwa penambahan selulosa kulit pinang dalam jumlah tertentu dapat meningkatkan nilai kuat tarik plastik *biodegradable* hingga titik optimum, lalu mengalami penurunan seiring dengan penambahan jumlah selulosa yang berlebih. Nilai kuat tarik plastik *biodegradable* menunjukkan peningkatan yaitu dari 30,73 MPa pada perlakuan

S1 menjadi 35,09 MPa pada perlakuan S3. Peningkatan kuat tarik terjadi karena interaksi antara molekul selulosa dengan matriks polimer membentuk ikatan hidrogen yang menyebabkan struktur plastik semakin kuat. Hal ini diperkuat oleh Budianto *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa interaksi antar polimer selulosa dan pati dipengaruhi oleh gugus hidroksil akibat adanya ikatan hidrogen sehingga membentuk lapisan berupa serat-serat yang saling mengikat.

Nilai kuat tarik plastik *biodegradable* cenderung menurun pada perlakuan S4 dan S5. Penurunan nilai kuat tarik terjadi karena molekul selulosa kulit pinang tidak tersebar secara merata dengan bahan lain sehingga interaksi antara matriks dan molekul selulosa menjadi lemah. Perlakuan S4 dan S5 menggunakan selulosa yang lebih banyak dari pati yaitu 4 g. Jumlah selulosa yang terlalu tinggi menyebabkan terbentuknya aglomerat atau penggumpalan yang dapat menurunkan sifat mekanik struktur plastik *biodegradable*. Menurut Sihombing *et al.* (2024) peningkatan aglomerasi dapat menyebabkan turunnya kuat tarik karena molekul selulosa tidak dapat mendistribusikan beban secara homogen pada matriks sehingga efek penguatan oleh selulosa tidak maksimal. Nilai kuat tarik plastik *biodegradable* pada semua perlakuan telah memenuhi kriteria sesuai SNI 7818:2014 tentang kantong plastik mudah terurai dengan nilai kuat tarik minimal 13,7 MPa.

Perpanjangan Putus (Elongasi)

Pengujian elongasi plastik *biodegradable* dilakukan untuk mengetahui persentase perubahan panjang plastik dari panjang awal pada saat ditarik hingga putus. Sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan selulosa kulit pinang pada formulasi plastik *biodegradable* berbasis pati biji alpukat memberikan pengaruh nyata dengan nilai elongasi. Rata-rata nilai elongasi dari plastik *biodegradable* disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan nilai elongasi plastik *biodegradable* berkisar antara 3,57–9,31%. Nilai elongasi terendah diperoleh pada perlakuan S5

yaitu 3,57% yang berbeda nyata terhadap perlakuan S4, namun berbeda nyata terhadap perlakuan S1, S2 dan S3. Nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan S1 yaitu 9,31% yang berbeda nyata terhadap semua perlakuan.

Berdasarkan Tabel 1 rata-rata elongasi plastik *biodegradable* cenderung mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya jumlah selulosa kulit pinang. Hal ini dikarenakan jumlah selulosa yang bertambah membuat plastik *biodegradable* yang dihasilkan semakin kaku sehingga kemampuan material untuk meregang menjadi rendah. Interaksi antara selulosa kulit pinang dan pati biji alpukat penyusun plastik *biodegradable* membuat jarak antar molekul semakin rapat. Selain itu, gliserol sebagai *plasticizer* berikatan kuat dengan selulosa sehingga menjadi kurang efektif dalam memberikan elastisitas plastik *biodegradable*. Menurut Dewi *et al.* (2021) penambahan jumlah selulosa yang tinggi dapat menurunkan persen elongasi karena ikatan hidrogen antar molekul semakin meningkat sehingga terjadi penurunan jarak ikatan antar molekul.

Nilai elongasi plastik *biodegradable* masih belum memenuhi kriteria sesuai SNI 7818:2014 dengan nilai elongasi minimal 400%. Dengan demikian, plastik *biodegradable* lebih sesuai diaplikasikan pada produk berbentuk kaku seperti wadah makanan sekali pakai dan material pelapis (*coating*) yang tidak memerlukan elastisitas tinggi.

Biodegradasi

Pengujian biodegradasi dilakukan untuk melihat laju degradasi plastik *biodegradable* oleh aktivitas mikroorganisme yang ditentukan berdasarkan persentase perubahan massa antara kondisi awal sebelum dikubur dan setelah periode penguburan. Sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan selulosa kulit pinang pada pembuatan plastik *biodegradable* berbasis pati biji alpukat memberikan pengaruh nyata terhadap biodegradabilitas plastik. Rata-rata nilai elongasi dari plastik *biodegradable* disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 semakin banyak selulosa yang ditambahkan, tingkat biodegradasi semakin tinggi. Nilai biodegradasi plastik *biodegradable* setelah 7 hari penguburan berkisar antara 44,24–61,09%. Perlakuan S1 dengan penambahan selulosa 3 g memiliki nilai biodegradasi terendah yaitu 44,24%, sedangkan perlakuan S5 dengan penambahan selulosa 7 g memiliki nilai tertinggi yaitu 61,09%. Nilai biodegradasi setiap perlakuan berbeda nyata satu sama lain, yang berarti peningkatan jumlah selulosa secara konsisten meningkatkan laju biodegradasi plastik *biodegradable*.

Tabel 1 menunjukkan bahwa plastik *biodegradable* dengan kandungan selulosa tinggi lebih mudah terurai secara alami. Hal ini disebabkan karena selulosa dapat mengikat dengan air dan berinteraksi dengan mikroorganisme dalam tanah. Menurut Hidayati *et al.* (2015) plastik *biodegradable* mampu terdegradasi karena dibuat dari bahan baku yang mudah berinteraksi dengan air dan mikroorganisme serta memiliki sensitivitas tinggi terhadap faktor fisiko kimia. Rohaeti *et al.* (2016) menyatakan bahwa mikroorganisme dalam tanah menghasilkan enzim selulase yang berperan dalam menguraikan rantai selulosa menjadi glukosa, yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai sumber energi oleh mikroorganisme tersebut. Nilai biodegradasi yang baik bagi plastik *biodegradable* yaitu tergantung pada penggunaanya. Plastik *biodegradable* untuk kemasan sekali pakai diharapkan memiliki laju biodegradasi yang tinggi karena hanya digunakan dalam waktu singkat sehingga harus cepat terurai setelah dibuang. Hal ini dilakukan untuk mengurangi penumpukan sampah dan mencegah pencemaran lingkungan akibat sampah plastik. Nilai biodegradasi menurut SNI 7188-7:2022 mengenai produk, kemasan produk, dan wadah bioplastik yang dapat dikomposkan yaitu 90% dalam waktu maksimal 180 hari.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa

penambahan selulosa kulit pinang pada pembuatan plastik *biodegradable* berbasis pati biji alpukat memberikan pengaruh terhadap daya serap air, laju perpindahan uap air, kuat tarik, perpanjangan putus (elongasi), serta tingkat biodegradasi. Plastik *biodegradable* terpilih adalah perlakuan S1 dengan penambahan selulosa 3 g yang memiliki daya serap air 58,80%, laju perpindahan uap air 17,03 g/m²/jam, kuat tarik 30,73 MPa, elongasi 9,31%, serta biodegradasi 44,24%.

DAFTAR PUSTAKA

- Afif, M., N. Wijayati, & S. Mursiti. (2018). Pembuatan dan karakterisasi bioplastik dari pati biji alpukat-kitosan dengan *plasticizer* sorbitol. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 7(2): 103–109.
- Apriyani, M., & E. Sedyadi. (2016). Synthesis and characterization of biodegradable plastic from cassava starch and aloe vera extract with glycerol plasticizer. *Jurnal Sains Dasar*. 4(2): 145.
- Ayu, N., E. Jumiati, & M. Husnah. (2023). Analisis uji mekanik bioplastik berbahan pati tepung sagu-kitosan dan sorbitol. *Journal Online of Physics*. 8(3): 47–50.
- Badan Pusat Statistik. (2024). Produksi Tanaman Buah-buahan. BPS. www.bps.go.id. Diakses tanggal 20 Juli 2024.
- Badan Standardisasi Nasional. (2014). Kantong Plastik Mudah Terurai. BSN. www.akses-sni.bsn.go.id. Diakses tanggal 1 Maret 2024.
- Badan Standardisasi Nasional. (2022). Kategori Produk, Kemasan Produk, dan Wadah Bioplastik yang dapat Dikomposkan. BSN. www.akses-sni.bsn.go.id. Diakses tanggal 10 September 2025.
- Budianto, A., D. Fortuna, A., & V. J. Setiaries. (2019). Pemanfaatan pati kulit ubi kayu dan selulosa kulit kacang tanah pada pembuatan plastik *biodegradable*. *Jurnal Sagu*. 18(2): 11–18.
- Dewi, I. M. P., A. Z. Johannes, R. K. Pingak, M. Bukit, & H. I. Sutaji. (2021). Pembuatan bioplastik berbahan dasar pati jagung dengan penambahan serat selulosa dari limbah kertas. *Jurnal Fisika : Fisika Sains dan Aplikasinya*. 6(2): 91–96.
- Hidayati, S., A. sapta Zuidar, & A. Ardiani. (2015). Aplikasi sorbitol pada produksi

- biodegradable film* dari *nata de cassava*. *Jurnal Reaktor*. 15(3): 196–204.
- Julita, S., Zulferiyenni, D. Sartika, Dyah Koesoemawardani. (2023). Pengaruh penambahan gliserol dan CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*) terhadap karakteristik *biodegradable film* berbasis selulosa kulit buah pinang (*Areca catechu L.*). *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*. 2(2): 164–172
- Jumiatyi, E., M. Husnah, & S. Nafisah. (2023). Analisis sifat mekanik plastik *biodegradable* pati biji alpukat dan selulosa sekam padi. *Jurnal Komunikasi Fisika Indonesia*. 20(1): 69–74.
- Kuswariyah, R., B. Sitorus, Adhitiyawarman, & Antonius. (2023). Mikroselulosa dari serat kulit pinang sebagai bahan pengisi pada bioplastik. *Jurnal Ilmu Dasar*. 24(1): 91–100.
- Maryam, A. Kasim, Novelina, & Emriadi. (2016). Karakteristik fisik pati dari biji buah-buahan. *Jurnal Ilmiah Teknologi Industri (SAINTI)*. 13(2): 143–153.
- Panjaitan, R. M., Irdoni., & Bahrudin. (2017). Pengaruh kadar dan ukuran selulosa berbasis batang pisang terhadap sifat dan morfologi bioplastik berbahan pati umbi talas. *JOM FTEKNIK*. 4(1): 1–7
- Risyad, A., R. L. Permadani, & S. Mz. (2016). Ekstraksi minyak dari biji alpukat (*Persea americana* Mill) menggunakan pelarut n-heptana. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 5(1): 34–39.
- Rohaeti, E., E. Widjayanti, & A. Rakhmawati. (2016). Kemudahan biodegradasi selulosa bakteri dari limbah cucian beras dengan penambahan gliserol, kitosan, dan nanopartikel perak. *Jurnal Kimia Valensi*. 2(1): 35–44.
- Saputra, M. R. B., & E. Supriyo. (2020). Pembuatan plastik *biodegradable* menggunakan pati dengan penambahan katalis ZnO dan stabilizer gliserol. *Pentana*. 1(1): 41–51.
- Selpiana, J. F. Riansya, & K. Yordan. (2015). Pembuatan plastik *biodegradable* dari tepung nasi aking. *Seminar Nasional Added Value of Energy Resources Avoer VII*. 130–138.
- Sihombing, A., N. L. Yulianti, & I. Gunadnya. (2024). Pengaruh jenis dan konsentrasi filler terhadap karakteristik bioplastik berbahan baku pati singkong. *Jurnal Beta*. 12(2): 397–404.
- Simarmata, R. T., V. Setiaries Johan, Y. Kharisma Dewi, I. Yunita, & M. Andry Kurniawan. (2024). Pembuatan plastik *biodegradable* berbahan dasar pati bonggol pisang dengan selulosa jerami padi. *Jurnal Agroindustri Halal*. 10(1): 23–32.
- Syafira, S., S. Supardianningsih, & M. Nugraha. (2018). Identifikasi laju transmisi uap air pada *barrier* kemasan aluminium foil menggunakan metode pengujian gravimetri. *Jurnal Ilmiah Publipreneur*. 6(1): 49–54.
- Yudiandani, A., R. Efendi, & A. Ibrahim. (2016). Pemanfaatan biji alpukat (*Persea americana* Mill.) untuk pembuatan *edible film*. *Jom FAPERTA*. 3(2): 1–10.
- Zulnazri, Z., D. Lestari, L. Hakim, R. Dewi, & S. Sulhatun. (2022). Kajian ekstraksi selulosa dari kulit pinang dengan menggunakan larutan NaOH. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 11(2): 193–206.