



Analisis Sifat Fisik dan Mekanik Plastik *Biodegradable* Berbahan Dasar Pati Singkong dengan Penambahan *Plasticizer Sorbitol*

Netia Qisty Annisa*, Sahadi Didi Ismanto, & Santosa

*Departemen Teknologi Industri Pertanian, Universitas Andalas, Indonesia

ABSTRAK

Biodegradable plastic is a type of plastic that undergoes biodegradation at a significantly faster rate than conventional plastic and is composed of renewable raw materials. The primary raw material used in the production of biodegradable plastic is polysaccharides derived from starch that has undergone gelatinization. In this study, cassava starch was selected as the base material. The use of starch as the main component in biodegradable plastic production is a viable alternative due to its abundant availability, ease of decomposition, and relatively low cost. However, starch-based biodegradable plastic has a major drawback—its low mechanical strength. To address this limitation, plasticizers and other additives are incorporated to enhance the elasticity of the resulting plastic. This study aims to analyze the effect of sorbitol plasticizer concentration on the physical and mechanical properties of biodegradable plastic, determine the optimal concentration of sorbitol plasticizer to achieve the best biodegradable plastic properties, and assess the added value of the resulting biodegradable plastic. The research methodology employed a Completely Randomized Design (CRD) with five treatments and three replications. If significant differences were observed, further analysis was conducted using Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) at a 5% significance level. The findings indicate that the addition of sorbitol plasticizer significantly influences the physical and mechanical properties of biodegradable plastic. The optimal treatment was observed with a 40% sorbitol plasticizer concentration, yielding an average thickness of 0.23 mm, a water vapor transmission rate of 11.45 g/m²·h, a biodegradability rate of 62.12% over two weeks, water resistance of 35.47%, tensile strength of 0.56 MPa, elongation of 23.98%, and elasticity of 0.03 MPa. The added value obtained was Rp 90,376/kg, with a value-added ratio of 63.11%.

KATA KUNCI

Plastik Biodegradable; Pati singkong; CMC; Gelatinisasi; Sorbitol

PENULIS KORESPONDEN

Alamat e-mail penulis koresponden: netyaqistyannisa@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Sampah plastik menjadi salah satu masalah lingkungan hidup di Indonesia dikarenakan semakin praktisnya gaya hidup manusia sehingga penggunaan plastik juga meningkat dan sifatnya yang sulit terurai dapat mengancam kelestarian alam. Akibatnya, semakin banyak masyarakat yang menggunakan plastik sebagai bahan pengemas maka tanah berpotensi menjadi tidak subur karena sulit untuk diuraikan. Meningkatnya jumlah sampah disebabkan oleh pola konsumsi masyarakat, khususnya di perkotaan yang tercermin dari kebiasaan masyarakat membeli makanan siap saji menggunakan wadah makanan yang tidak dapat digunakan kembali (Coniwanti, Laila, & Alfira, 2014).

Banyak orang memilih menggunakan kemasan dari plastik dikarenakan plastik mempunyai beberapa kelebihan antara lain ringan, kuat, transparan, dan ekonomis. Di samping memiliki kelebihan, plastik juga memiliki kekurangan yaitu tidak tahan panas dan tidak mudah hancur. Sampah plastik konvensional tidak mudah hancur meskipun dikubur dalam waktu yang lama sehingga dapat memicu terjadinya pencemaran lingkungan. Alternatif yang dapat dilakukan untuk mengurangi sampah plastik yakni dengan mengganti plastik konvensional menjadi plastik ramah lingkungan (Asngad, Marudin, & Cahyo, 2020).

Biodegradable berasal dari gabungan tiga kata, yaitu bio artinya makhluk hidup, *degra* yaitu terurai dan *able* artinya mampu. Oleh karena itu, plastik *biodegradable* didefinisikan sebagai plastik yang memiliki proses *biodegradasi* lebih cepat dibandingkan dengan plastik konvensional serta bahan dapat diperbaharui (Afdal, Herawati, & Hasri, 2022). Plastik *biodegradable* atau bioplastik dikategorikan sebagai plastik yang komponennya berasal dari bahan-bahan terbarukan. Bahan utama yang digunakan untuk memproduksinya yaitu polisakarida dari pati yang telah mengalami proses gelatinasi dan dapat menggantikan polimer plastik biasa. Pati umumnya



diperoleh dari jagung, gandum, sagu, singkong, kentang serta ubi jalar.

Salah satu tanaman yang berpotensi untuk dimanfaatkan dalam pembuatan plastik *biodegradable* yaitu singkong, tanaman ini berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan baku untuk membuat plastik *biodegradable* karena mudah ditemukan di berbagai daerah, terutama di wilayah tropis. Selain itu, kandungan patinya juga tinggi yaitu 90 % jika dibandingkan dengan kentang yaitu 75 %, jagung 57 %, dan beras 89 % (Wahyunigtyas & Atmaja, 2016). Penggunaan pati sebagai bahan dasar dalam memproduksi plastik *biodegradable* merupakan alternatif yang tepat dikarenakan ketersediaannya yang berlimpah di alam, bersifat mudah diuraikan, dan harga relatif murah. Namun, plastik *biodegradable* yang berasal dari pati juga memiliki kekurangan yaitu rendahnya kekuatan mekanik. Oleh karena itu, ditambahkan *plasticizer* dan bahan aditif lainnya agar plastik yang dihasilkan memiliki elastisitas yang baik.

Penggunaan *plasticizer* bertujuan untuk meningkatkan fleksibilitas, beragam jenis *plasticizer* yang biasa digunakan untuk membuat plastik *biodegradable* yaitu gliserol, sorbitol, dan *propilen* glikol. Pada penelitian ini digunakan *plasticizer* sorbitol untuk meningkatkan elastisitas dan memperlemah kekakuan dari plastik *biodegradable*. Sorbitol digunakan karena sifatnya yang ramah lingkungan, tidak beracun dan mampu menghambat penguapan air pada produk. Penggunaan sorbitol jauh lebih efektif dibandingkan dengan gliserol karena sorbitol dapat menghasilkan plastik yang memiliki permeabilitas oksigen yang lebih rendah. Menurut Yustisi et al. (2024), penggunaan sorbitol sebagai *plasticizer* dapat menghasilkan plastik *biodegradable* yang semakin elastis sehingga elongasi semakin meningkat tetapi kuat tariknya menurun (Yustisi et al., 2024).

Penambahan bahan aditif lain berupa CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*) dan PVA (*Polyvinil Alcohol*). CMC sebagai *filler* yang memiliki sifat pengikat yang baik pada film plastik, biasanya dimanfaatkan dalam industri obat-obatan, produk kecantikan dan pangan. Pada industri pangan, CMC digunakan sebagai pengental, pengikat, dan penstabil emulsi (Nur, Tamrin, & Muzakkar, 2016). Penambahan polimer sintesis berupa PVA berfungsi sebagai perekat jaringan lembaran plastik *biodegradable* agar lebih kuat dan memiliki kuat tarik yang tinggi serta memiliki kecocokan yang sangat baik dengan pati. Industri yang memproduksi bioplastik masih sedikit di Indonesia dikarenakan permintaannya yang masih tergolong rendah. Oleh karena itu, dukungan dari seluruh pihak baik dari pemerintah maupun kesadaran dari masyarakat sangat diperlukan. Di Indonesia, terdapat beberapa industri bioplastik yang menggunakan bahan baku berupa pati singkong contohnya PT Inter Aneka Lestari memproduksi produk bioplastik dengan merek Enviplast, PT Harapan Interaksi Swadaya memproduksi produk bioplastik yang dikenal dengan merek Ecoplast serta Avani Eco yang memproduksi tas ramah lingkungan atau *eco bag* (Kamsiati, Herawati, & Purwani, 2017).

Penelitian terkait penambahan sorbitol telah dilakukan oleh Nafilah dan Endaruji (2019), berdasarkan penelitian tersebut didapatkan nilai elongasi dan ketebalan bioplastik semakin besar apabila jumlah sorbitol meningkat, dimana nilai elongasi mencapai 15% dan ketebalan mencapai 0,10 mm pada konsentrasi sorbitol 40% (Nafilah & Endaruji, 2019). Namun, penelitian terkait penambahan sorbitol pada plastik *biodegradable* menggunakan bahan baku berupa pati singkong dengan penambahan bahan aditif berupa CMC dan PVA belum dilaksanakan, sehingga penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul Analisis Sifat Fisik dan Mekanik Plastik *Biodegradable* Berbahan Dasar Pati Singkong dengan Penambahan *Plasticizer* Sorbitol sebagai upaya untuk mengurangi penggunaan limbah plastik yang berbahaya bagi lingkungan serta penambahan konsentrasi *plasticizer* sorbitol yang sesuai sehingga diperoleh plastik *biodegradable* dengan sifat fisik dan mekanik yang paling unggul.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa dan Proses Departemen Teknologi Industri Pertanian, Laboratorium Kimia Biokimia Hasil Pertanian Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian dan Laboratorium Sentral, Universitas Andalas. Penelitian dilakukan bulan April-Juli 2024.



2.2 Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini yaitu singkong yang didapatkan di Pasar Bandar Buat Kota Padang, *plasticizer* sorbitol, *Polyvinyl alcohol* (PVA), *Carboxyl Methyl Cellulose* (CMC) dan aquades. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu cetakan kaca 15x15 cm, ayakan 80 mesh *breaker glass* 500 ml, *breaker glass* 250 ml, kain saring, *thermometer*, pipet tetes, mortal, blender, *food dehydrator*, loyang, cawan alumunium, cawan porselen, nampan, talenan, baskom, timbangan analitik, gelas ukur 100 ml, gelas ukur 10 ml, pisau, *hotplate stirrer*, mikrometer sekrup, dan *Universal Testing Machine* (UTM) 10 kN

2.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 kali ulangan. Data hasil pengamatan dianalisis secara statistik menggunakan analisis sidik ragam. Jika berbeda nyata akan dilakukan uji lanjut menggunakan *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf nyata 5%. Perlakuan dalam penelitian ini adalah penambahan *plasticizer* sorbitol pada pembuatan plastik *biodegradable*, Adapun konsentrasi penambahan *plasticizer* sorbitol adalah sebagai berikut:

- A = Penambahan sorbitol sebanyak 0% (dari 5 gram pati)
- B = Penambahan sorbitol sebanyak 10% (dari 5 gram pati)
- C = Penambahan sorbitol sebanyak 20% (dari 5 gram pati)
- D = Penambahan sorbitol sebanyak 30% (dari 5 gram pati)
- E = Penambahan sorbitol sebanyak 40% (dari 5 gram pati)

Tabel 1. Formulasi Bahan Pembuatan Plastik *Biodegradable* (Modifikasi Nafilah, 2019 dan Radtra, 2021)

Bahan	Konsentrasi				
	A	B	C	D	E
Pati singkong	5 g	5 g	5 g	5 g	5 g
Aquades	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml
Sorbitol	0 ml	0,5 ml	1 ml	1,5 ml	2 ml
CMC	0,5 g		0,5 g		0,5 g
PVA	1 g	1 g	1 g	1 g	1 g

2.4 Prosedur Penelitian

2.4.1. Pembuatan Pati Singkong (Modifikasi Natalia, 2020)

Singkong direndam selama 24 jam, kemudian dilakukan pengupasan terhadap kulit singkong lalu dilakukan pengecilan ukuran agar mudah diblender. Kemudian diblender hingga halus dan ditambahkan air dengan perbandingan 1:1 dan dilakukan penyaringan menggunakan kain saring. Selanjutnya, dilakukan pengendapan terhadap pati selama 24 jam lalu air endapan dibuang untuk menghasilkan pati basah. Pati basah dikeringkan selama 2 jam menggunakan oven dengan suhu 70°C. Pati kering dihaluskan menggunakan mortar



lalu dilakukan pengayakan dengan ayakan 80 mesh hingga diperoleh pati halus

2.4.2. Pembuatan Plastik *Biodegradable* (Modifikasi Radtra, 2021)

Pati singkong disiapkan sebanyak 5 g dan aquades 100 ml kemudian dilarutkan dalam aquades lalu dipanaskan selama 10 menit pada suhu 70°C hingga terbentuk gelatinisas. Selanjutnya, ditambahkan CMC (Carboxyl Methyl Cellulose), PVA (*Polyvinil Alcohol*), dan sorbitol sesuai perlakuan. Proses pencampuran ini dilakukan menggunakan *hotplate stirer* sambil diaduk selama 25 menit dengan suhu 70°C lalu didiamkan selama 10 menit tanpa pemanasan, namun tetap dilakukan pengadukan untuk menghilangkan udara yang terperangkap di dalamnya (*degassing process*) kemudian dilakukan pencetakan menggunakan cetakan kaca 15x15 cm lalu Pengeringan selama 6 jam menggunakan *food dehydrator* pada suhu 70° C. Dilanjutkan dengan pendinginan selama 24 jam pada suhu ruang.

2.5 Pengamatan

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap bahan baku yaitu kadar air dan kadar abu, analisis sifat fisik terdiri dari uji ketebalan, laju transmisi uap air, uji biodegradabilitas, dan uji ketahanan terhadap air. Analisis sifat mekanik terdiri dari kuat tarik, elongasi, elastisitas. Dari pengamatan tersebut akan diperoleh hasil terbaik plastik *biodegradable*. Kemudian dilakukan analisis nilai tambah plastik *biodegradable* untuk mengetahui produk tersebut apakah layak dikembangkan dan memiliki keuntungan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Bahan Baku

Bahan utama yang digunakan untuk membuat plastik *biodegradable* yaitu pati singkong. Analisis bahan baku pati singkong terdiri dari pengukuran kadar air dan kadar abu. Kedua analisis ini perlu dilakukan untuk menentukan kelayakan pati singkong sebagai bahan baku dalam memproduksi plastik *biodegradable*. Hasil Analisis bahan baku pati singkong tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Bahan Baku Pati Singkong

Komponen Uji	Nilai
	(Rata-Rata ± Standar Deviasi)
Kadar Air (%)	11,45 ± 0,69
Kadar Abu (%)	0,33 ± 0,03

Kadar air adalah parameter penting dalam bahan baku yang berdampak terhadap kualitas akhir produk serta berpengaruh terhadap massa simpan pati. Apabila kadar airnya terlalu tinggi maka massa simpan pati semakin singkat dikarenakan tingginya kadar air menyebabkan mikroorganisme menjadi lebih mudah untuk tumbuh dan mengontaminasi pati sehingga meningkatkan resiko pati mengalami kerusakan. Namun, apabila kadar air pati semakin rendah maka pati dapat terhindar dari kerusakan yang disebabkan oleh mikroorganisme. Tujuan pengukuran kadar air pati singkong yaitu untuk mengetahui banyaknya air yang terdapat pada pati.

Faktor yang mempengaruhi kadar air pati yaitu proses pengeringan, artinya semakin tinggi suhu maka kadar air yang diperoleh semakin rendah. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kadar air pati singkong sebesar 11,45 %, kadar air pati singkong dalam penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Atisatya *et al.* (2016) yaitu 5,44 %. Namun, jika dibandingkan dengan penelitian Nurfida *et al.* (2014) didapatkan nilai kadar air pati singkong tidak jauh berbeda yaitu 11,90 %. Berdasarkan SNI 3451 (2011) tentang tapioka, syarat mutu kadar air



pati yaitu maksimal 14%, sehingga kadar air pati singkong pada penelitian ini telah memenuhi standar. Rendahnya kadar air pati singkong berdampak positif pada proses pembuatan plastik *biodegradable* yaitu dapat mengurangi degradasi pati karena kelembapan yang tinggi dapat merusak pati

Kadar abu adalah unsur-unsur mineral yang tersisa setelah bahan mengalami proses pembakaran. Faktor yang mempengaruhi kadar abu pati yaitu proses pengolahan, seperti adanya kontaminasi dari alat-alat yang digunakan, kemudian proses pengabuan, seperti suhu dan waktu. Ketika suhu pengabuan semakin tinggi dan waktu yang digunakan semakin lama maka kadar abu cenderung meningkat dikarenakan kadar air yang keluar dari bahan semakin besar (Bukhori *et al.*, 2019). Hasil analisis kadar abu pati singkong pada penelitian ini yaitu 0,33 %, nilai kadar abu pati singkong yang didapatkan dalam penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Nur *et al.* (2020) yaitu 0,31 %. Berdasarkan SNI 3451 (2011) tentang tapioka, syarat mutu kadar abu pati yaitu maksimal 0,5%, sehingga kadar abu pati singkong pada penelitian ini telah memenuhi standar. Nilai kadar abu yang diperoleh dalam penelitian ini tergolong rendah karena masih berada dibawah batas maksimal, rendahnya kadar abu pati singkong berpotensi untuk menghasilkan plastik *biodegradable* yang lebih jernih karena lebih sedikit kontaminan yang mempengaruhi kualitas akhir produk.

3.2 Analisis Sifat Fisik Plastik *Biodegradable*

3.2.1 Ketebalan

Ketebalan merupakan parameter penting untuk menentukan kelayakan plastik *biodegradable* sebagai kemasan produk. Hasil analisis ketebalan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Rata-Rata Ketebalan Plastik *Biodegradable*

Perlakuan	Ketebalan (mm) (Rata-Rata ± Standar Deviasi)	
A (Sorbitol 0%)	0,17 ± 0,00	a
B (Sorbitol 10%)	0,19 ± 0,01	b
C (Sorbitol 20%)	0,20 ± 0,00	c
D (Sorbitol 30%)	0,21 ± 0,00	c
E (Sorbitol 40%)	0,23 ± 0,00	d
KK = 0,71%		

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

SD = Standar Deviasi, KK = Koefisien Keragaman

Berdasarkan hasil penelitian yang tercantum pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa ketebalan plastik *biodegradable* yang didapatkan sebesar 0,17-0,23 mm. Nilai ketebalan plastik *biodegradable* tertinggi yaitu pada perlakuan E sebesar 0,23 mm, sedangkan nilai terendah yaitu pada perlakuan A sebesar 0,17 mm. Berdasarkan analisis sidik ragam didapatkan hasil bahwa nilai F Hitung > F Tabel 5 %, sehingga H0 ditolak dan H1 diterima maka penambahan konsentrasi *plasticizer* sorbitol berpengaruh nyata terhadap ketebalan pada plastik *biodegradable*. Nilai ketebalan yang diperoleh dalam penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Hardiningtyas *et al.* (2024) yaitu dengan rentang 0,04 mm- 0,11 mm.



Sementara itu, nilai ketebalan pada penelitian ini masih kurang tebal jika dibandingkan dengan penelitian Cengristitama *et al.* (2023) yaitu sebesar 0,22-0,45 mm. Berdasarkan standar ketebalan yang ditetapkan oleh *Japanese Industrial Standard* (JIS) tahun 1975, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ketebalan plastik *biodegradable* yang diperoleh sudah sesuai dengan standar yaitu maksimal 0,25 mm. Semakin tebal plastik *biodegradable* yang dihasilkan maka dapat memberikan pengaruh positif terhadap keamanan bahan yang dikemas dari pengaruh luar. Peningkatan nilai ketebalan berkaitan dengan bertambahnya konsentrasi *plasticizer* sorbitol. Pernyataan ini sama dengan pendapat Sari *et al.* (2019) yaitu semakin meningkat konsentrasi *plasticizer* sorbitol yang ditambahkan maka ketebalan plastik *biodegradable* juga meningkat. Hardiningtyas *et al.* (2024) juga menegaskan bahwa penambahan *plasticizer* sorbitol mampu meningkatkan viskositas dan volume pada campuran plastik *biodegradable*, sehingga dapat meningkatkan ketebalan pada plastik *biodegradable*. Ramdhani *et al.* (2022) menyatakan bahwa semakin banyak penggunaan konsentrasi *plasticizer* sorbitol mengakibatkan total padatan dalam larutan semakin meningkat sehingga tingkat ketebalan plastik *biodegradable* juga meningkat.

3.2.2 Laju Transmisi Uap Air

Pengukuran laju transmisi uap air dilaksanakan untuk mengetahui tingkat permeabilitas plastik *biodegradable* terhadap uap air. Hasil analisis laju transmisi uap air dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Rata-Rata Laju Transmisi Uap Air Plastik *Biodegradable*

Perlakuan	Laju Transmisi Uap Air (g/m ² .jam) (Rata-Rata ± Standar Deviasi)	
A (Sorbitol 0%)	16,48 ± 1,14	a
B (Sorbitol 10%)	13,52 ± 3,95	b
C (Sorbitol 20%)	11,70 ± 1,77	b
D (Sorbitol 30%)	10,81 ± 1,45	b
E (Sorbitol 40%)	11,45 ± 0,50	b

KK = 3,31%

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

SD = Standar Deviasi, KK = Koefisien Keragaman

Berdasarkan hasil penelitian yang tercantum pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai laju transmisi uap air plastik *biodegradable* yang diperoleh sebesar 11,45-16,48 g/m² dalam waktu 1 jam. Nilai laju transmisi uap air tertinggi yaitu pada Perlakuan A sebesar 16,48 g/m².jam, sedangkan nilai laju transmisi uap air terendah yaitu pada perlakuan D sebesar 10,81 g/m².jam. Berdasarkan analisis sidik ragam didapatkan hasil bahwa nilai F Hitung > F Tabel 5 %, sehingga H₀ ditolak dan H₁ diterima maka penambahan konsentrasi *plasticizer* sorbitol berpengaruh nyata terhadap laju transmisi uap air. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa nilai laju transmisi uap air menurun dikarenakan meningkatnya konsentrasi *plasticizer* sorbitol yang digunakan. Pernyataan ini selaras dengan penelitian Sitompul dan Zubaidah (2017) yaitu semakin meningkat konsentrasi *plasticizer* sorbitol yang digunakan maka laju transmisi uap airnya menurun.

Penurunan pada nilai laju transmisi uap air terjadi karena penggunaan *plasticizer* sorbitol yang dapat meningkatkan viskositas campuran plastik *biodegradable* sehingga dapat menghambat pergerakan molekul air.



Faktor lain yang mempengaruhi laju transmisi uap air adalah tingkat ketebalan, artinya apabila plastik *biodegradable* semakin tebal maka laju transmisi uap airnya menurun dikarenakan uap air lebih sulit untuk menembus bahan tersebut. Pernyataan ini selaras dengan penelitian Basuki (2014) yaitu laju transmisi uap air berlawanan dengan ketebalan, artinya apabila tingkat ketebalan plastik *biodegradable* meningkat maka laju transmisi uap airnya menurun, sehingga plastik *biodegradable* semakin efektif dalam mempertahankan kadar air dalam produk.

Berdasarkan standar yang ditetapkan oleh *Japanese Industrial Standard (JIS)* tahun 1975 diketahui standar laju transmisi uap air plastik *biodegradable* yaitu maksimal 10 g/m².hari atau 0,42 g/m².jam sehingga dapat disimpulkan bahwa plastik *biodegradable* yang dihasilkan dalam penelitian ini belum memenuhi standar. Nilai laju transmisi uap air yang tinggi menunjukkan bahwa plastik *biodegradable* memiliki tingkat permeabilitas yang besar sehingga ketika dijadikan kemasan lebih cocok sebagai pengemas produk pasca panen yang masih melakukan respirasi. Nilai laju transmisi uap air dalam penelitian ini tergolong tinggi dikarenakan bahan bakunya berupa pati. Pernyataan ini sesuai dengan penelitian Noviani (2021) yang menunjukkan bahwa nilai laju transmisi uap airnya cukup tinggi yakni 7,88 g/m².jam - 16,96 g/m².jam. Namun, jika dibandingkan dengan penelitian Sitompul dan Zubaidah (2017) diperoleh nilai laju transmisi uap air yang lebih rendah yaitu 4,081 g/m².jam. Berdasarkan pemaparan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa penambahan konsentrasi *plasticizer* sorbitol menyebabkan terjadinya penurunan terhadap nilai laju transmisi uap air (Juliani, 2022).

3.2.3 Biodegradabilitas

Biodegradabilitas merupakan parameter penting untuk menentukan kualitas plastik *biodegradable*. Tujuan dilakukan pengujian ini yaitu untuk mengetahui berapa lama waktu yang diperlukan hingga bioplastik dapat terurai secara alami. Hasil analisis biodegradabilitas dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Rata-Rata Biodegradabilitas Plastik *Biodegradable*

Perlakuan	Kehilangan Massa (%) (Rata-Rata ± Standar Deviasi)	
A (Sorbitol 0%)	50,72 ± 1,25	a
B (Sorbitol 10%)	56.82 ± 3,34	b
C (Sorbitol 20%)	57.58 ± 2.63	b
D (Sorbitol 30%)	59.51 ± 1,61	bc
E (Sorbitol 40%)	62.12 ± 0,71	c
KK = 0,74%		

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

SD = Standar Deviasi, KK = Koefisien Keragaman

Berdasarkan hasil penelitian yang tercantum pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa nilai kehilangan massa plastik *biodegradable* yaitu sebesar 50,72-62,12 %. Pada tabel tersebut diperoleh hasil bahwa plastik *biodegradable* yang memiliki biodegradabilitas tertinggi yaitu pada perlakuan E dengan kehilangan massa 62,12 % dalam waktu 22 hari, sedangkan plastik *biodegradable* dengan biodegradabilitas terendah yaitu pada perlakuan A dengan kehilangan massa 50,72 % dan lama degradasinya selama 28 hari, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi *plasticizer* sorbitol mengakibatkan plastik *biodegradable* mudah untuk



terdegradasi. Berdasarkan analisis sidik ragam didapatkan hasil bahwa nilai $F_{\text{Hitung}} > F_{\text{Tabel } 5\%}$, sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima maka penambahan konsentrasi *plasticizer* sorbitol berpengaruh nyata terhadap biodegradabilitas pada film bioplastik.

Standar waktu degradasi film bioplastik menurut ASTM D-6002 yaitu selama 60 hari sehingga film bioplastik pada penelitian ini sudah memenuhi standar dikarenakan waktu terurainya lebih cepat yaitu 22-28 hari. Berdasarkan hasil penelitian Isnaini (2019) dijelaskan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi *plasticizer* sorbitol menyebabkan nilai kehilangan massa semakin meningkat yaitu dari 28,48 % hingga 73,34 %, sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan konsentrasi *plasticizer* sorbitol menyebabkan bioplastik mudah untuk terurai dikarenakan *plasticizer* sorbitol bersifat hidrofilik yang mempunyai kemampuan untuk mengikat air sehingga dapat mempengaruhi kekuatan rantai polimer dan meningkatkan gaya antar rantai yang dihasilkan dari ikatan hidrogen antara gugus hidroksil. Akibatnya, *plastik biodegradable* mudah untuk berinteraksi dengan mikroorganisme pada tanah kompos (Lazuardi *et al.*, 2013). Setelah dilakukan penguburan terhadap sampel maka terjadi pengurangan berat dan perubahan permukaan pada sampel tersebut. Pernyataan ini sama dengan penelitian (Wahyuningtyas dan Suryanto, 2017) yaitu proses biodegradasi ditandai dengan adanya perubahan fisik seperti munculnya lubang-lubang kecil, ukuran bioplastik menjadi lebih kecil dan kehilangan berat pada bioplastik.

3.2.4 Ketahanan terhadap Air

Pengukuran ketahanan terhadap air dilaksanakan untuk mengetahui kemampuan bioplastik dalam menyerap air, nilai ketahanan terhadap air diperoleh dengan menghitung nilai daya serap air terlebih dahulu, semakin tinggi daya serap air maka ketahanan terhadap airnya akan semakin rendah sehingga memacu terjadinya kerusakan pada film bioplastik. Hasil analisis biodegradabilitas dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Rata-Rata Ketahanan terhadap Air Plastik *Biodegradable*

Perlakuan	Ketahanan terhadap Air (%) (Rata-Rata $\pm$ Standar Deviasi)	
A (Sorbitol 0%)	56,71 $\pm$ 2,74	c
B (Sorbitol 10%)	48,53 $\pm$ 8,45	b
C (Sorbitol 20%)	40,16 $\pm$ 0,83	a
D (Sorbitol 30%)	36,58 $\pm$ 1,38	a
E (Sorbitol 40%)	35,47 $\pm$ 1,22	a

KK = 1,88 %

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

SD = Standar Deviasi, KK = Koefisien Keragaman

Berdasarkan hasil penelitian yang tercantum pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa nilai ketahanan terhadap air pada plastik *biodegradable* yaitu sebesar 35,47-56,71 %. Nilai ketahanan terhadap air tertinggi yaitu perlakuan A sebesar 56,71 %, sedangkan nilai ketahanan terhadap air terendah yaitu pada perlakuan E sebesar 35,47 %. Berdasarkan analisis sidik ragam didapatkan hasil bahwa nilai $F_{\text{Hitung}} > F_{\text{Tabel } 5\%}$, sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima maka penambahan konsentrasi *plasticizer* sorbitol berpengaruh nyata terhadap ketahanan terhadap air pada film bioplastik. Nilai ketahanan terhadap air yang diperoleh dalam penelitian ini lebih rendah dibandingkan



dengan penelitian Desramadhani *et al.* (2020) yaitu dengan meningkatnya konsentrasi *plasticizer* sorbitol diperoleh nilai ketahanan terhadap airnya menurun yaitu dari 66,46 % hingga 58,88 %. Namun, jika dibandingkan dengan penelitian Kamaluddin *et al.* (2022) yaitu dengan bertambahnya konsentrasi *plasticizer* sorbitol diperoleh hasil bahwa nilai ketahanan terhadap air menurun dari 21,52 hingga 12,50 %. Nilai daya serap air berbanding terbalik dengan nilai ketahanan terhadap air, apabila daya serap airnya semakin rendah maka ketahanan terhadap airnya juga meningkat.

Penambahan konsentrasi *plasticizer* sorbitol dapat meningkatkan nilai penyerapan air dikarenakan *plasticizer* sorbitol bersifat hidrofilik sehingga memiliki kemampuan mengikat air yang tinggi dan menyebabkan tumbuhnya mikroorganisme. Namun, apabila kemampuan mengikat airnya semakin rendah maka bioplastik akan semakin baik ketika dijadikan sebagai kemasan. Penjelasan ini juga terdapat dalam penelitian Desramadhani *et al.* (2023) plastik *biodegradable* yang memiliki kemampuan menyerap air yang tinggi akan mengalami proses penghancuran lebih cepat sehingga mudah terurai, namun jika nilai daya serap airnya rendah maka lebih berpotensi untuk melindungi produk yang akan dikemas. Standar ketahanan terhadap air pada bioplastik berdasarkan SNI yaitu 99%. Ketahanan terhadap air juga berhubungan dengan bahan dasar yang digunakan yaitu berupa pati yang bersifat hidrofilik, yaitu menyukai air. *Plasticizer* sorbitol juga bersifat hidrofilik sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin meningkat konsentrasi *plasticizer* sorbitol yang digunakan maka daya serap air juga mengalami peningkatan namun ketahanan terhadap air menurun.

3.3 Analisis Sifat Mekanik Plastik *Biodegradable*

3.3.1 Kuat Tarik

Kuat tarik adalah tegangan maksimum yang dapat ditahan sebelum bahan sobek atau putus. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan plastik *biodegradable* dalam menahan beban sehingga dapat melindungi produk dari kerusakan (Handayani dan Haryanto, 2020). Hasil analisis uji kuat tarik dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai Rata-Rata Kuat Tarik Plastik *Biodegradable*

Perlakuan	Kuat Tarik (MPa)	
	(Rata-Rata $\pm$ Standar Deviasi)	
A (Sorbitol 0%)	3,42 $\pm$ 0,71	b
B (Sorbitol 10%)	1,83 $\pm$ 1,17	a
C (Sorbitol 20%)	1,22 $\pm$ 0,49	a
D (Sorbitol 30%)	0,62 $\pm$ 0,13	a
E (Sorbitol 40%)	0,56 $\pm$ 0,12	a
KK = 8,56 %		

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

SD = Standar Deviasi, KK = Koefisien Keragaman

Berdasarkan hasil penelitian yang tercantum pada Tabel 7 dapat dilihat bahwa nilai kuat tarik plastik *biodegradable* berkisar antara 0,56-3,42 MPa. Kuat tarik tertinggi yaitu perlakuan A sebesar 3,42 MPa, sedangkan nilai kuat tarik terendah yaitu perlakuan E sebesar 0,56 MPa. Berdasarkan analisis sidik ragam didapatkan hasil bahwa nilai $F_{\text{Hitung}} > F_{\text{Tabel 5\%}}$, sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima maka penambahan konsentrasi *plasticizer* sorbitol berpengaruh nyata terhadap kuat tarik plastik *biodegradable*. Hasil analisis uji kuat tarik yang diperoleh



dalam penelitian ini mendekati penelitian Afdhal (2022) yaitu nilai kuat tarik tertinggi sebesar 2,7750 MPa dimana dengan meningkatnya konsentrasi *plasticizer* sorbitol yang digunakan maka mengakibatkan terjadinya penurunan terhadap nilai kuat tarik. Rendahnya kekuatan tarik menunjukkan bahwa plastik *biodegradable* mudah mengalami kerusakan, sedangkan nilai kuat tarik yang tinggi menunjukkan bahwa plastik *biodegradable* mampu memberikan perlindungan terhadap produk.

Peningkatan konsentrasi *plasticizer* sorbitol menyebabkan terjadinya penurunan terhadap nilai kuat tarik. Fenomena ini terjadi dikarenakan adanya penambahan pemlastis berupa sorbitol sehingga dapat mengurangi kerapuhan dan meningkatkan fleksibilitas plastik *biodegradable*, *plasticizer* sorbitol dapat mengganggu ikatan hidrogen antar molekul polimer yang berdekatan sehingga kekuatan tariknya menurun (Hidayati *et al.*, 2015). Menurut Trisanti *et al.* (2019) penambahan konsentrasi *plasticizer* sorbitol menyebabkan terjadinya penurunan terhadap nilai kuat tarik dan meningkatkan elongasi sehingga keelastisan plastik *biodegradable* meningkat. Berdasarkan Standar yang ditetapkan oleh *Japanese Industrial Standard* (JIS, 1975) bioplastik dapat dikatakan baik apabila memiliki nilai kuat tarik minimal 3,92 MPa. Plastik *biodegradable* dengan kekuatan tarik yang rendah dapat digunakan untuk mengemas produk yang ringan.

3.3.2 Elongasi

Elongasi didefinisikan sebagai perpanjangan plastik *biodegradable* setelah bahan ditarik hingga putus. Nilai elongasi berlawanan dengan nilai kekuatan tarik, artinya apabila nilai kuat tarik menurun maka nilai elongasi akan meningkat, sehingga bioplastik yang dihasilkan semakin elastis dan tidak mudah putus. Hasil analisis uji elongasi dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai Rata-Rata Elongasi Plastik *Biodegradable*

Perlakuan	Elongasi (%) (Rata-Rata ± Standar Deviasi)	
A (Sorbitol 0%)	1,07 ± 0,16	a
B (Sorbitol 10%)	1,44 ± 0,24	a
C (Sorbitol 20%)	8,57 ± 5,30	a
D (Sorbitol 30%)	13,40 ± 7,12	ab
E (Sorbitol 40%)	23,98 ± 12,68	b
KK = 14,29 %		

K

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

SD = Standar Deviasi, KK = Koefisien Keragaman

Berdasarkan hasil penelitian yang tertera pada tabel 11 diperoleh nilai elongasi plastik *biodegradable* berkisar antara 1,07-23,98 %. Nilai elongasi tertinggi yaitu pada perlakuan E sebesar 23,98 %, sedangkan nilai elongasi terendah yaitu pada perlakuan A sebesar 1,07 %. Berdasarkan analisis sidik didapatkan hasil bahwa nilai $F_{hitung} > F_{Tabel 5\%}$, sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima maka penambahan konsentrasi *plasticizer* sorbitol berpengaruh nyata terhadap elongasi film bioplastik. Hal ini dapat terjadi dikarenakan penambahan konsentrasi *plasticizer* sorbitol mengakibatkan peningkatan pada nilai elongasi Pernyataan ini sesuai dengan penelitian Nafilah dan Endaruji (2019) yaitu nilai elongasi semakin naik dikarenakan bertambahnya konsentrasi *plasticizer* sorbitol yang digunakan, peningkatan nilai elongasi terjadi karena kemampuan *plasticizer* untuk mengurangi kerapuhan dan mengikat ikatan hidrogen antar molekul.

Nilai elongasi yang dihasilkan pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Kalsum *et al.* (2020) yaitu sebesar 0,18-3,84 %, sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai elongasi bioplastik semakin meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi *plasticizer* sorbitol. Namun, hasil penelitian ini lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian Hudha *et al.* (2020) yaitu 23,9-39,8 % dengan *plasticizer* yang digunakan berupa sorbitol. Nilai elongasi dipengaruhi oleh jenis pemlastis yang digunakan, pada penelitian ini sorbitol berfungsi sebagai pemlastis yang menyebabkan terjadinya peningkatan pada nilai elongasi. *Plasticizer* sorbitol bersifat hidrofilik sehingga dapat melunakkan bahan dan meningkatkan nilai elongasi. Semakin besar nilai elongasi mengakibatkan film bioplastik menjadi semakin elastis, namun apabila nilai elongasi semakin rendah maka film bioplastik cenderung bersifat rapuh, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa kualitas plastik *biodegradable* akan semakin baik apabila nilai elongasinya semakin meningkat.

Hasil analisis elongasi plastik *biodegradable* pada penelitian ini jika dibandingkan dengan standar yang ditetapkan oleh *Japanese Industrial Standard* (JIS, 1975) dalam Risty dan Syaifullah (2017) yaitu bioplastik dikatakan baik apabila nilai elongasinya > 50 % sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai elongasi pada penelitian ini belum tergolong baik. Sementara itu, bioplastik dikatakan buruk apabila nilai elongasi < 10 % sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai elongasi pada penelitian ini yang tergolong buruk yaitu perlakuan A, B, dan C, sedangkan perlakuan D dan E bukan tergolong buruk.

3.3.3 Elastisitas (*Modulus Young*)

Elastisitas adalah ukuran kekakuan suatu bahan saat dikenakan beban. Nilai elastisitas didapatkan dengan membandingkan nilai kuat tarik dengan elongasi. Hasil analisis uji elastisitas dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai Rata-Rata Elastisitas Plastik *Biodegradable*.

Perlakuan	Elastisitas (MPa) (Rata-Rata ± Standar Deviasi)	
A (Sorbitol 0%)	3,30 ± 1,18	b
B (Sorbitol 10%)	1,30 ± 0,80	a
C (Sorbitol 20%)	0,28 ± 0,34	a
D (Sorbitol 30%)	0,06 ± 0,04	a
E (Sorbitol 40%)	0,03 ± 0,02	a

KK = 13,19 %

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

SD = Standar Deviasi, KK = Koefisien Keragaman

Berdasarkan hasil penelitian yang tertera pada Tabel 9 diperoleh nilai elastisitas plastik *biodegradable* berkisar antara 0,03-3,30 MPa. Nilai elastisitas tertinggi yaitu pada perlakuan A sebesar 3,30 MPa, sedangkan nilai elastisitas terendah yaitu pada perlakuan E sebesar 0,03 MPa. Berdasarkan analisis sidik ragam diperoleh hasil bahwa nilai F Hitung > F Tabel 5%, sehingga H0 ditolak dan H1 diterima maka penambahan konsentrasi *plasticizer* sorbitol berpengaruh nyata terhadap elastisitas film bioplastik. Nilai elastisitas yang diperoleh dari penelitian ini menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi *plasticizer* sorbitol. Semakin menurun nilai elastisitasnya maka plastik *biodegradable* yang dihasilkan semakin baik dan fleksibel. Nilai elastisitas dipengaruhi oleh ikatan hidrogen yang terbentuk pada struktur plastik *biodegradable*, adanya ikatan hidrogen menyebabkan rantai



semakin panjang sehingga plastik *biodegradable* yang terbentuk semakin elastis (Desramadhani *et al.*, 2023).

Nilai elastisitas yang diperoleh pada penelitian ini hampir sama dengan penelitian Lailyningtyas, Lutfi, dan Ahmad (2020) yaitu 0,099-3,407 MPa. Nilai elastisitas berbanding lurus dengan nilai kuat tarik, namun berbanding terbalik dengan nilai elongasi. Pernyataan ini selaras dengan pendapat Afdal *et al.* (2022) yaitu semakin meningkat konsentrasi *plasticizer* sorbitol yang digunakan maka nilai elongasi yang diperoleh semakin naik, namun nilai *modulus young* dan kuat tarik menurun. Hasil analisis elastisitas plastik *biodegradable* pada penelitian ini jika dibandingkan dengan standar yang ditetapkan oleh *Japanesse Industrial Standart* (JIS) tahun 1975 dalam Risty dan Syaifullah (2017) yaitu minimal 0,35 MPa dapat ditarik kesimpulan bahwa perlakuan A dan B sudah memenuhi standar, sedangkan perlakuan C, D, dan E belum memenuhi standar.

3.4 Analisis Nilai Tambah Plastik *Biodegradable*

Proses pembuatan plastik *biodegradable* berbahan dasar pati singkong mengakibatkan adanya nilai tambah pada bahan baku tersebut. Analisis nilai tambah dapat dilakukan menggunakan metode Hayami (Hayami *et al.*, 1987). Perhitungan nilai tambah plastik *biodegradable* untuk sekali proses produksi dapat ditemukan pada Tabel 10.

Tabel 10. Format Tabel Perhitungan Nilai Tambah

No	Variabel	Notasi	Nilai
I Output, Input dan Harga			
1.	Output (kg)	A	1,79
2.	Input bahan baku (kg)	B	1,25
3	Input tenaga kerja (JOK)	C	2
4	Faktor konversi	D	1,432
		=	
		A/	
		B	
5	Koefesien tenaga kerja (JOK/kg)	E	1,6
		=	
		C/	
		B	
6	Harga output (Rp/kg)	F	100.00
			0
7	Upah rata-rata (Rp/JOK)	G	40.000
II Penerimaan dan Keuntungan			
8	Harga input bahan baku (Rp/kg)	H	5.000
9	Sumbangan input lainnya (Rp/kg)	I	47.83
			2
10	Nilai output (Rp/ kg)	J =	143.20
		D	0
		x F	
11	a. Nilai tambah (Rp/kg)	K =	90.37
		J- H	6
		- I	
	b. Rasio nilai tambah(Rp/kg)	L =	63,11



		$(K/J) \times 100\%$
12	a. Imbalan tenaga kerja	$M = 64.00$ $E \times 0$ G
	b. Bagian tenaga kerja (%)	$N = (M / K) \times 100\%$ 70,81
13	a. Keuntungan (Rp/kg)	$O = 26.37$ $K - 6$ M
	b. Tingkat keuntungan (%)	$P = (O / J) \times 100\%$ 18,42
III	Balas Jasa Pemilik Faktor Produksi	
14	Marjin Keuntungan (Rp/kg)	$C = 138.20$ $= 0$
	a. Pendapatan tenaga kerja (%)	J
	b. Sumbangan input lain (%)	$-$ F
	c. Keuntungan Perusahaan (%)	$R = 46,31$ $M/Q \times 100\%$
		$S = 34,60$ $I/Q \times 100\%$
		$T = O / Q \times 100\%$ 19,09

Berdasarkan data yang tercantum pada Tabel 10 diperoleh hasil bahwa untuk satu kali proses produksi plastik *biodegradable* didapatkan output sebesar 1,79 kg menggunakan bahan baku atau input berupa pati singkong sebesar 1,25 kg. Tenaga kerja yang diperlukan tiap proses produksi yaitu sebanyak 1 orang dengan waktu kerja 2 hari dimana banyak tenaga kerja untuk setiap proses produksinya yaitu 2 HOK. Faktor konversi diperoleh dengan membagi output dengan input, nilai faktor konversi pada perhitungan ini sebesar 1,432. Harga plastik *biodegradable* rata-rata sebesar Rp 100.000/kg plastik *biodegradable*. Koefisien tenaga kerja didefinisikan sebagai hasil bagi antara input tenaga kerja dengan input bahan baku. Nilai koefisien tenaga kerja adalah 1,6 HOK/kg, artinya untuk mengolah bahan baku atau input untuk 1 kg memerlukan tenaga kerja sebanyak 1,6 HOK/kg. Upah tenaga kerja per HOK yaitu sebesar Rp 40.000.

Harga bahan baku untuk satu kali proses produksi yaitu sebesar Rp 5000/kg dengan sumbangan input lain sebesar Rp 47.823 per kg bahan baku dimana rinciannya berupa bahan tambahan sebesar Rp 38.750, biaya penyusutan sebesar Rp 12.909, biaya penggunaan listrik sebesar Rp 8.120, kemudian dibagi dengan input bahan baku untuk satu kali proses produksi. Nilai output dari penelitian ini yaitu sebesar Rp 143.200, nilai ini dihitung dari perkalian antara faktor konversi dengan harga output. Dengan demikian, nilai tambah yang diperoleh yaitu sebesar Rp 90.376/kg. Nilai tambah didapatkan dari nilai output dikurang harga bahan baku dan sumbangan input lain. Rasio nilai tambah yaitu perbandingan antara nilai tambah dengan nilai output dimana rasio nilai tambah



pada produk ini sebesar 63,11%, artinya pada pembuatan plastik *biodegradable* dapat memberikan nilai tambah sebesar 63,11% dari nilai output. Kemudian imbalan tenaga kerja diperoleh sebesar Rp 64.000/kg yang didapatkan dari perkalian antara koefisien tenaga kerja dengan upah tenaga kerja langsung. Selanjutnya, keuntungan yang diperoleh dalam pembuatan produk ini sebesar Rp 26.376/kg atau tingkat keuntungan sebesar 18,42%

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian terhadap plastik *biodegradable* dengan penambahan berbagai konsentrasi *plasticizer* sorbitol diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Penambahan konsentrasi *plasticizer* sorbitol berpengaruh nyata terhadap sifat fisik dan mekanik plastik *biodegradable*, semakin tinggi penambahan konsentrasi *plasticizer* sorbitol maka nilai ketebalan, biodegradabilitas, dan elongasi akan meningkat sedangkan nilai laju transmisi uap air, ketahanan terhadap air, kuat tarik dan elastisitas akan menurun.
- 2) Konsentrasi *plasticizer* sorbitol yang terbaik pada penelitian ini yaitu terdapat pada penambahan *plasticizer* sorbitol 40% dengan nilai rata-rata ketebalan 0,23 mm, laju transmisi uap air 10,81 g/m².jam, ketahanan terhadap air 35,47%, biodegradabilitas 62,12%/hari, kuat tarik 0,56 MPa, elongasi 23,98%, dan elastisitas 0,03 MPa.
- 3) Pemanfaatan pati singkong dengan penambahan *plasticizer* sorbitol untuk membuat plastik *biodegradable* memberikan nilai tambah sebesar Rp 90.376/kg dengan rasio nilai tambah sebesar 63,11%.

4.2. Saran

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah:

- 1) Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penambahan komposisi bahan penguat lainnya untuk memperbaiki sifat fisik dan mekanik plastik *biodegradable*.
- 2) Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan variasi jenis dan konsentrasi *plasticizer* yang baru agar diperoleh plastik *biodegradable* yang sesuai standar.

DAFTAR PUSTAKA

- Afdal, K., Herawati, N., & Hasri. (2022). Pengaruh konsentrasi sorbitol sebagai *plasticizer* pada pembuatan plastik *biodegradable* dari tongkol jagung. *Jurnal Chemica*, 23(1), 67–77.
- American Society for Testing and Materials. (1996). *Standard guide for assessing the compostability of environmentally degradable plastics* (ASTM D6002-96). ASTM International.
- American Society for Testing and Materials. (1995). *Standard test method for tensile properties of thin plastic sheeting* (ASTM D882-02). In *Annual book of ASTM standards* (Vol. 08.01). ASTM International.
- Association of Official Agricultural Chemists. (1999). *Official methods of analysis of AOAC International* (16th ed., 5th rev., Vol. 2). AOAC International.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). *Tapioka (SNI 3451:2011)*. BSN.
- Cengristitama, Herdiansyah, & Sari, M. W. (2023). Pengaruh penambahan kitosan dan *plasticizer* sorbitol pada proses pembuatan plastik *biodegradable* berbahan dasar pati kulit pisang tanduk. *Jurnal TEDC*, 17(2), 134–140.
- Coniwanti, P., Laila, L., & Alfira, M. R. (2014). Pembuatan film plastik *biodegradable* dari pati jagung dengan penambahan kitosan dan pemlastis gliserol. *Jurnal Teknik Kimia*, 20(4), 22–30.
- Desramadhani, R., & Kusuma, S. B. W. (2023). Pengaruh konsentrasi sorbitol terhadap karakteristik bioplastik berbahan dasar pati. *Jurnal Ilmu Kimia Indonesia*, 12(2), 130–142.



- Hardiningtyas, S. D., Winarsih, D., & Ibrahim, B. (2024). Efek penambahan sorbitol terhadap karakteristik film bioplastik berbasis kitosan dan agar. *JPB Kelautan dan Perikanan*, 19(1), 17–26.
- Hudha, M. I., Dewi, K., Fitri, J., & Ayu, N. (2020). Potensi limbah keju (whey) sebagai bahan pembuatan plastik pengemas yang ramah lingkungan. *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu dan Aplikasi Teknik*, 19(1), 46–52.
- Isnaini, S. U. (2019). Pengaruh penambahan sorbitol terhadap karakteristik plastik biodegradable berbahan selulosa dari cangkang buah nipah (*Nypa fruticans*) [Undergraduate thesis, Universitas Islam Negeri Walisongo].
- Kamaluddin, M. A., Maryono, Hasri, Genisa, M. U., & Rizal, H. P. (2022). Pengaruh penambahan plasticizer terhadap karakteristik bioplastik dari selulosa limbah kertas. *Analytical Environmental Chemistry*, 7(2), 197–208.
- Kamsiati, E., Herawati, H., & Purwani, E. Y. (2017). Potensi pengembangan plastik biodegradable berbasis pati sagu dan ubi kayu di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*, 36(2), 67–76.
- Lailyningtyas, D. I., Lutfi, M., & Ahmad, A. M. (2020). Uji mekanik bioplastik berbahan pati umbi ganyong (*Canna edulis*) dengan variasi selulosa asetat dan sorbitol. *Jurnal Keteknikan Pertanian dan Biosistem*, 8(1), 92–100.
- Lazuardi, G. P., & Cahyaningrum, S. E. (2013). Pembuatan dan karakterisasi bioplastik berbahan dasar kitosan dan pati singkong dengan plasticizer gliserol. *Unesa Journal of Chemistry*, 2(3), 161–166.
- Nafilah, & Endaruji, S. (2019). Pengaruh penambahan sorbitol dan gliserol terhadap degradasi bioplastik pati singkong dalam media tanah dan kompos. *Jurnal KRIDATAMA Sains dan Teknologi*, 1(1), 39–40.
- Natalia, E. V., & Muryeti. (2020). Pembuatan plastik biodegradable dari pati singkong dan kitosan. *Journal Printing and Packaging Technology*, 1(1), 58–59.
- Nurfida, A., & Puspitawati, I. N. (2014). Pembuatan maltodekstrin dengan proses hidrolisa parsial pati singkong menggunakan enzim α -amilase [Undergraduate thesis, Universitas Diponegoro].
- Radtra, A. H., & Udjiana, S. (2021). Pembuatan plastik biodegradable dari pati limbah tongkol jagung (*Zea mays*) dengan penambahan filler kalsium silikat dan kalsium karbonat. *Jurnal Teknologi Separasi*, 7(2), 427–435.
- Ramdhani, R., Amalia, V., & Junitasari, A. (2022). Pengaruh konsentrasi sorbitol terhadap edible film dari pati kentang (*Solanum tuberosum* L.) dan pengaplikasiannya pada dodol nanas. In *Prosiding Seminar Nasional* (pp. 103–111).
- Risty, A. E., & Syaifullah, R. D. (2017). Pembuatan dan karakterisasi bioplastik dari pati umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) [Tugas akhir, Institut Teknologi Sepuluh November].
- Sari, N., Mairisya, M., Kurniasari, R., & Purnavita, S. (2019). Bioplastik berbasis galaktoman hasil ekstraksi ampas kelapa dengan campuran polyvinyl alkohol. *Media Komunikasi Rekayasa Proses dan Teknologi Tepat Guna*, 15(2), 71–78.
- Sitompul, A. J., & Zubaidah, E. (2017). Pengaruh jenis dan konsentrasi plasticizer terhadap sifat fisik edible film kolang-kaling (*Arenga pinnata*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 5(1), 13–25.
- Trisanti, R. Z., Sari, J. P., & Udjiana, S. S. (2019). Karakterisasi plastik biodegradable dari pati jagung (*Zea mays*) dengan penambahan filler kalsium silikat dan kalsium karbonat. *Distilat Jurnal Teknologi Separasi*, 5(2), 105–111.
- Yustisi, K. C., Wulandari, K., & Utami, I. (2024). Pembuatan plastik biodegradable berbahan pati dari limbah kulit pisang raja dengan penambahan kitosan dan plasticizer sorbitol. *Inovasi Teknik Kimia*, 9(1), 31–36.