

Perbandingan Karakteristik Kemasan Plastik Berbasis Pati Ubi dan Kulit Singkong: Kajian Literatur

Characteristic Comparison on Plastic Packaging Based on Cassava Tuber and Cassava Peel Starch: A Review

Sofa'atul Alimah^{*)}, Selly Harnesa Putri, dan Desy Nurliasari

Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran
Jl. Ir. Soekarno Km. 21 Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat 45363, Indonesia.

^{*)} Alamat E-mail Korespondensi: sofaatul19001@mail.unpad.ac.id

Informasi Artikel

Diterima: 14 Juni 2023

Disetujui: 10 Oktober 2023

Terbit : 17 Oktober 2023

Kata Kunci:

Kemasan Plastik; Pati Kulit Singkong; Pati Singkong; Studi Perbandingan.

Abstrak. Kemasan plastik menjadi salah satu kemasan yang dibutuhkan masyarakat untuk berbagai keperluan. Namun kekurangannya, penggunaan kemasan tersebut menimbulkan permasalahan lingkungan karena sulit terurai dan bahan pembuatannya berasal dari sumber yang tidak dapat diperbaharui. Singkong menjadi salah satu alternatif bahan baku pembuatan kemasan plastik karena mengandung pati yang tinggi. Selain pada Ubinya, pati dari limbah kulitnya pun dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk pembuatan kemasan plastik serta pemanfaatannya ini dapat mengurangi limbah padatan. Maka dari itu, diperlukan informasi mengenai karakteristik kemasan plastik berbahan baku pati tersebut guna mengetahui kelayakannya untuk dijadikan sebagai kemasan. Penelitian ini menggunakan metode studi pustaka dengan pendekatan kualitatif. Adapun hasil dari kajian literatur ini menunjukkan bahwa kemasan plastik berbasis pati Ubi singkong sudah memenuhi standar Japanese Industrial Standard (JIS) sehingga layak untuk dijadikan kemasan dengan nilai kuat tarik yang dihasilkan sebesar 9,49 Mpa dan elongasi 76,32%, sedangkan kemasan plastik berbasis pati kulit singkong masih belum sesuai standar JIS namun potensial untuk dikembangkan.

Abstract. Plastic is one of the packaging that people need for various purposes. However, the drawback is that the use of this packaging creates environmental problems because it is difficult to decompose and the materials used for its manufacture come from non-renewable sources. Cassava is an alternative raw material for making plastic packaging because it contains high starch. In addition to the tubers, starch from the skin waste can also be used as a raw material for making plastic packaging and this utilization can reduce solid waste. Therefore, information is needed regarding the characteristics of plastic packaging made from starch to determine its feasibility to be used as packaging. This research uses a literature review method with a qualitative approach. The results of this literature review show that plastic packaging based on cassava starch has met the Japanese Industrial Standard (JIS) standards so that it is suitable for packaging with a resulting tensile strength value of 9.49 Mpa and 76.32% elongation, while plastic packaging based on cassava peel starch is still not by JIS standards but has the potential to be developed.

Keywords:

Plastic packaging; cassava peel starch; cassava starch; comparison study.

PENDAHULUAN

Kemasan plastik adalah kemasan yang mudah dibentuk [1]. Kemasan ini memiliki sifat yang fleksibel, ringan, dan murah sehingga banyak digunakan oleh masyarakat untuk berbagai keperluan, mulai dari kemasan makanan hingga kemasan berbagai peralatan [2]. Selain itu, kemasan ini juga bersifat tahan karat sehingga penggunaanya lebih lama dari kemasan lain [3]. Karena sifatnya

tersebut, penggunaan kemasan plastik dapat menggeser penggunaan kemasan lain seperti gelas dan kaleng sehingga menjadikannya mendominasi kebutuhan pasar kemasan dunia [4].

Tingginya penggunaan plastik mengakibatkan peningkatan sampah plastik yang dihasilkan [5]. Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup tahun 2020, tercatat bahwa total sampah yang dihasilkan sebanyak 30.911.340,99 ton/tahun,

dengan sampah plastik sebagai penyumbang terbesar kedua setelah sampah sisa makanan. Penggunaan kemasan plastik juga menghadapi berbagai permasalahan lingkungan, salah satunya sulit didegradasi alam [6]. Selain itu, bahan pembuatan kemasan plastik juga berasal dari sumber yang tidak dapat diperbaharui [7].

Kemasan plastik biasanya berbahan dasar minyak bumi dan dibuat melalui proses polimerisasi bahan-bahan kimia yang diantaranya meliputi hidrogen, klorin, belerang, dan nitrogen [8]. Bahan tersebut menjadikan plastik sebagai polimer sintesis yang sulit untuk didegradasi alam namun mudah dalam pembuatannya [9]. Untuk mengatasi permasalahan lingkungan, dibutuhkan bahan organik atau polimer alam yang dapat diperbaharui dan bersifat ideal [10]. Polimer dikatakan ideal apabila memiliki kriteria mudah didegradasi oleh mikroba [11].

Salah satu polimer yang memiliki sifat polimer ideal adalah pati [10]. Pati merupakan polisakarida [12] yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme menjadi glukosa [13]. Pati dapat ditemukan pada ubi-ubian [14], salah satunya yang banyak diteliti yaitu ubi singkong [15].

Singkong merupakan tanaman tropis/subtropis [16] yang mengandung pati [17]. Pati sebagai kandungan utama ubi singkong dapat dijadikan bahan pembuatan kemasan plastik ramah lingkungan [18]. Tidak hanya ditemukan pada ubi saja, pati pun dapat ditemukan pada kulit singkong [19]. Kemasan plastik berbasis pati dapat digunakan sebagai kemasan jika memiliki karakteristik yang sesuai dengan standar bioplastik *Japanese Industrial Standard* (JIS). Oleh karena itu, diperlukan kajian mengenai karakteristik kemasan plastik dari kedua pati tersebut guna mengetahui kelayakannya untuk dijadikan kemasan, ditinjau berdasarkan kesesuaiannya dengan standar JIS.

Tabel 1. Standar Bioplastik JIS Z-1707

Parameter	Nilai	Standar
Ketebalan	<0,25 mm	
Kuat Tarik	> 3,92 Mpa	JIS Z - 1707
Elongasi	> 70%	

Adapun tujuan dari kajian literatur ini yaitu untuk mendapatkan informasi mengenai kelayakan plastik berbasis pati ubi singkong maupun berbasis

pati kulit singkong untuk dijadikan sebagai kemasan ditinjau berdasarkan perbandingan karakteristik mekanik dan fisikokimia dengan standar bioplastik JIS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Mekanik Kemasan Plastik Berbasis Pati Ubi Singkong

Karakteristik mekanik menunjukkan respon plastik terhadap perlakuan mekanik seperti pemberian beban yang digambarkan dengan nilai kuat tarik dan elongasi [20]. Nilai kuat tarik kemasan plastik menggambarkan beban maksimum yang dapat ditahan sehingga semakin tinggi nilai kuat tarik, maka semakin kuat kemasan plastik dalam menahan beban, sedangkan nilai elongasi menggambarkan perubahan panjang kemasan plastik setelah diberikan beban yang dinyatakan dalam persentase [21]. Kedua nilai tersebut dipengaruhi oleh bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatannya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan karakteristik mekanik yang dihasilkan dari kemasan plastik berbasis pati singkong berbagai literatur. Formulasi yang menghasilkan kuat tarik sesuai standar diantaranya formulasi pati singkong 0,125 g; 1,5 g; 5 g; 5,5 g; 8 g; 10 g; dan 37,5 g. Sedangkan formulasi yang menghasilkan nilai elongasi diatas sesuai standar diantaranya formulasi pati singkong 1 g dan 10 g. Oleh karena itu, didapatkan bahwa formulasi terbaik yang menghasilkan nilai kuat tarik dan elongasi sesuai standar JIS hanya formulasi 10 g, dengan nilai kuat tarik sebesar 9,49 Mpa dan elongasi 76,32%. Formulasi ini didapatkan dari penelitian [21].

Hasil terbaik pada penelitian dari Nugraha *et al.* [21] yang terdiri dari dua formulasi yaitu formulasi penambahan pati singkong yang sama, namun penambahan kitosan yang berbeda. Formulasi dengan penambahan 0,6 g kitosan menjadi formulasi terbaik karena menghasilkan nilai kuat tarik dan elongasi yang sesuai standar JIS. Selain formulasi penambahan 0,6 g kitosan, penambahan 1,4 g kitosan pun menghasilkan kuat tarik yang tinggi sebesar 17,28 MPa. Namun kekurangan dari formulasi ini menghasilkan nilai elongasi yang kecil, yaitu hanya sebesar 5,8%. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa penambahan kitosan

dapat meningkatkan kuat tarik namun menurunkan nilai elongasi.

Pengaruh penambahan kitosan terhadap karakteristik mekanik pun dapat dilihat pada formulasi penggunaan 5 g pati singkong dari penelitian Natalia & Muryeti [28]. Terdapat dua formulasi yang menghasilkan karakteristik mekanik terbaik dalam penelitian tersebut yaitu penggunaan pati singkong dan CMC yang sama (5 g dan 1,5 g). Perbedaannya pada penggunaan massa kitosan dan gliserol. Perbandingan nilai kuat tarik kedua formulasi tersebut memiliki nilai yang berbanding terbalik dengan nilai elongasi. Penambahan kitosan sebesar 1 g dan gliserol 1 g dapat menghasilkan nilai kuat tarik sebesar 7,28 MPa. Nilai ini lebih besar daripada formulasi kedua yang tidak menggunakan kitosan. Namun pada formulasi kedua dilakukan penambahan gliserol sebanyak 1,5 g yang menghasilkan nilai elongasi sebesar 61,47%. Nilai ini lebih besar daripada formulasi pertama. Berdasarkan hal tersebut, penambahan gliserol pun memiliki pengaruh terhadap karakteristik mekanik kemasan plastik.

Pengaruh kitosan dan gliserol pada kedua penelitian tersebut sudah sesuai dengan penelitian Coniwanti *et al.* [37], bahwa penambahan kitosan dapat meningkatkan kuat tarik pada kemasan plastik, sedangkan penambahan gliserol dapat meningkatkan nilai elongasi. Peningkatan kuat tarik saat ditambahkannya kitosan diakibatkan karena bertambahnya ikatan hidrogen yang ada pada kemasan plastik sehingga meningkatkan kekuatan ikatan kimia yang ada di dalamnya dan menjadikan kemasan plastik semakin rapat serta sulit terputus. Semakin tinggi nilai kuat tarik kemasan plastik maka nilainya akan berbanding terbalik dengan nilai elongasi yang dihasilkan. Hal ini dipengaruhi oleh penambahan gliserol.

Penambahan gliserol dapat meningkatkan nilai elongasi. Gliserol berperan sebagai *plasticizer* yang dapat menurunkan kekakuan kemasan plastik [28]. Penambahan gliserol sebagai *plasticizer* dapat mengakibatkan peningkatan mobilitas antar molekul karena memiliki kemampuan untuk menurunkan ikatan glikolistik antar polimer sehingga menjadikan kemasan plastik bersifat fleksibel. Namun pada beberapa penelitian seperti penelitian Aftaningsih *et al.* [27] dan Nafilah & Sedyadi [30], penambahan *plasticizer* justru tidak meningkatkan nilai elongasi. Hal ini terjadi karena

campuran bahan kemasan plastik yang kurang homogen sehingga pemutusan ikatan antar molekul polisakarida oleh *plasticizer* kurang merata [30]. Maka dari itu, formulasi dari kedua penelitian tersebut menghasilkan nilai elongasi yang tidak sesuai dengan standar JIS.

Karakteristik Mekanik Kemasan Plastik Berbasis Pati Kulit Singkong

Pati sebagai salah satu bahan dasar pembuatan kemasan plastik tidak hanya dapat dimanfaatkan dari ubi singkong saja, pati yang terdapat pada kulit singkong pun dapat dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan kemasan plastik [38]. karakteristik mekanik yang dihasilkan dari kemasan plastik berbasis pati kulit singkong pun perlu diperhatikan. Perbandingan karakteristik dari berbagai formulasi kemasan plastik berbasis pati kulit singkong ditunjukkan pada Tabel 3.

Pada tabel tersebut dapat diketahui bahwa kemasan plastik berbasis pati kulit singkong belum memenuhi standar JIS. Formulasi yang potensial untuk dikembangkan berdasarkan tabel tersebut yaitu formulasi 40 g pati kulit singkong dengan penambahan 0,6 g nanosilika dan 6 g gliserol. Formulasi tersebut menghasilkan karakteristik yang mendekati standar JIS dengan nilai kuat tarik sebesar 45,64 Mpa dan elongasi 13,8%.

Terdapat penelitian yang menggunakan formula pati kulit singkong, nanosilika, dan gliserol. Penelitian Tafa & Engida [52] menggunakan lebih banyak pati kulit singkong, sedangkan penelitian Warsiki *et al.* [40] lebih banyak penggunaan gliserol dari pada pati dan nanosilika. Kedua formulasi ini menunjukkan hasil yang berkebalikan. Pada penggunaan tinggi pati kulit singkong, kemasan plastik yang dihasilkan memiliki kuat tarik yang tinggi namun elongasinya rendah. Sedangkan penggunaan gliserol yang tinggi menghasilkan elongasi yang tinggi namun kuat tariknya rendah. Maka dari itu, pada penggunaan jenis filler dan *plasticizer* yang sama, penambahan pati kulit singkong dapat meningkatkan kuat tarik [49] karena diakibatkan oleh adanya interaksi ikatan hidrogen antar gugus hidroksil dalam molekul plastik [49], sedangkan penambahan *plasticizer* dapat meningkatkan nilai elongasi [30] karena penurunan gaya intramolekul pada rantai panjangnya [27].

Tabel 2. Karakteristik mekanik dan fisikokimia berbagai formulasi kemasan plastik berbasis pati singkong

Material Penyusun		Karakteristik Mekanik				Karakteristik Fisikokimia			Referensi
Pati Singkong	Bahan Tambahan	Filler	Plasticizer	Kuat Tarik	Elongasi	Ketebalan	Penyerapan Air	Biodegradabilitas	
0,125 g	Isolate Protein Whey (0,05 g), Ekstrak Rosemary (0,021 g), dan asam sitrat monohidrat (0,02 g)	Pati Singkong Asetilasi (0,015 g)	Gliserol (0,5 g)	12,5 MPa	32%	-	-	-	[22]
1 g	-	Kitosan (0,5 g)	Gelatin (1 g)	2,09 MPa	76,63%	0,22 mm	-	-	[23]
1,5 g	-	Karagenan (4,5 g)	Asam Stearat (0,5 g)	18,28 MPa	7,34%	0,25 mm	-	-	[24]
4 g	Ekstra Propolis Etanol (2,5 g)	-	Beeswax (0,5 g)	-	-	0,11 mm	-	-	[25]
4,5 g	Jahe (0,01 g)	-	Gliserol (11,34 g)	0,25 MPa	43,45%	0,26 mm	-	-	[26]
5 g	-	Pati Bonggol Pisang (1,5 g) dan Selulosa (3,5 g)	Gliserol (3,78 g)	6,8 MPa	2,8%	-	-	-	[27]
			Gliserol (3,78 g)	3,3 MPa	3,45%	-	53%	-	

(Lanjutan Tabel 2)

Material Penyusun			Karakteristik Mekanik			Karakteristik Fisikokimia			Referensi
Pati Singkong	Bahan Tambahan	Filler	Plasticizer	Kuat Tarik	Elongasi	Ketebalan	Penyerapan Air	Biodegradabilitas	
5 g	-	Kitosan (1 g) dan CMC (1,5 g)	Gliserol (1 g)	7,28 MPa	35%	-	-	-	[28]
		CMC (1,5 g)	Gliserol (1,5 g)	3,8 MPa	61,47%	-	85,8%	1,21% per hari	
5 g	-	Pati Biji Durian (5 g) dan MCC	Gliserol	7,17 MPa	0,13%	0,27 mm	91,46%	3,49% per hari	[29]
5 g	-	-	Gliserol (25,2 g)	2,5 MPa	20%	0,11 mm	-	6,86% per hari	[30]
			Gliserol (6,3 g)	5 MPa	27%	0,10 mm	-	6,93% per hari	
5 g	Asam Sitrat (10 g)	-	Gliserol (2 g)	0,9 MPa	25%	0,13 mm	-	-	[31]
5 g	-	-	Gliserin (1 g) dan Minyak Atsiri Cinnamon (1 g)	11,55 MPa	11,4%	0,11 mm	-	-	[32]
5,5 g	-	PVA (5,5 g) dan TKKS (0,02 g)	Gliserol (0,28 g)	22,37 MPa	31,32%	-	-	-	[33]

(Lanjutan Tabel 2)

Material Penyusun			Karakteristik Mekanik			Karakteristik Fisikokimia			Referensi
Pati Singkong	Bahan Tambahan	Filler	Plasticizer	Kuat Tarik	Elongasi	Ketebalan	Penyerapan Air	Biodegradabilitas	
8 g	-	Rumput Laut (3 g) dan Pati Biji Durian (1 g)	-	4,69 MPa	1,92%	-	-	-	[34]
8 g	-	Rumput Laut (3 g) dan Pati Biji Alpukat (1 g)	-	1,01 MPa	0,93%	-	6,03%	-	[35]
10 g	-	Kitosan (0,6 g)	Sorbitol (5,46 g)	9,49 MPa	76,32%	-	-	-	[21]
		Kitosan (1,4 g)		17,28 MPa	5,8%	-	-	-	
20 g	-	Kulit Kopi (3 g)	Gliserol 120% (4 g)	3,09 MPa	19,05%	0,96 mm	11,05%	4,12% per hari	[36]
		Kulit Kopi (1 g)		2,51 MPa	24,8%	0,81 mm	5,25%	2,8% per hari	
37,5 g	-	Selulosa (5 g)	Gliserol (11,25 g)	14,3 MPa	1,41%	-	39%	-	[20]

Karakteristik Fisikokimia Kemasan Plastik Berbasis Pati Ubi Singkong

Karakteristik yang perlu diperhatikan pada kemasan plastik ramah lingkungan tidak hanya karakteristik mekanik. Fisikokimia menjadi parameter lainnya yang menggambarkan kondisi fisik dari kemasan plastik yang terbentuk [46]. Perbandingan karakteristik fisikokimia kemasan plastik berbasis pati kulit singkong ditunjukkan pada Tabel 2.

Ketebalan Kemasan Plastik Berbasis Pati Ubi Singkong

Ketebalan memiliki pengaruh terhadap kemampuan plastik dalam menyerap air [29]. Formulasi dari Rusdianto *et al.* [36] menghasilkan kemasan plastik yang tebal dan tahan air dibandingkan formulasi dari Nur *et al.* [29], dengan nilai ketebalan sebesar 0,81-0,96 mm dan penyerapan airnya hanya berkisar 5,25-11,05%. Namun dilihat berdasarkan biodegradabilitas dari kedua penelitian tersebut, laju degradasi tercepat didapatkan dari formulasi dari Rusdianto *et al.* [36] yaitu sebesar 4,12%/hari. Berdasarkan Tabel 2, kemasan plastik berbasis pati ubi singkong dari berbagai formulasi sudah memenuhi standar JIS karena memiliki nilai diatas 0,25 mm.

Menurut Dewi *et al.* [24], perbedaan ketebalan yang dihasilkan dari berbagai formulasi diakibatkan karena perbedaan viskositas pada larutan kemasan plastik. Selain itu, ketebalan pada kemasan plastik juga dipengaruhi oleh fraksi terlarut bahan [29]. Semakin tinggi fraksi terlarut pada larutan/campuran kemasan plastik dapat mengakibatkan semakin tingginya total padatan setelah kemasan plastik kering dan semakin banyak polimer penyusunnya sehingga kemasan plastik yang dihasilkan semakin tebal [29].

Penyerapan Air Kemasan Plastik Berbasis Pati Ubi Singkong

Kemasan plastik yang diharapkan untuk dapat digunakan sebagai pengemas tidak hanya dilihat dari ketebalan saja, namun dilihat pula dari ketidakmudahannya dalam menyerap air atau penyerapan airnya yang rendah [20].

Berdasarkan Tabel 2, penggunaan 20 g pati singkong memiliki nilai penyerapan air paling rendah, yaitu sebesar 5,25%. Formulasi tersebut

menggunakan selulosa dari kulit kopi sebagai fillernya. Penggunaan selulosa sebagai filler dapat menyebabkan kemasan plastik sulit bergabung dengan air dikarenakan kekuatan ikatan hidrogen dan oksigen yang dimiliki selulosa sehingga secara umum semakin banyak selulosa maka semakin sedikit penyerapan airnya [20]. Namun berdasarkan tabel 3, dapat diketahui bahwa penggunaan 1 g selulosa kulit kopi memiliki nilai penyerapan air lebih rendah daripada penggunaan 3 g selulosa.

Meskipun selulosa memiliki ikatan hidrogen yang kuat dan sulit bergabung dengan air, namun penggunaan selulosa yang berlebih dapat mengakibatkan peningkatan serapan air oleh kemasan plastik karena terjadinya ikatan hidrogen intramolekul. Sehingga hal ini menjadikan kemasan plastik dengan penggunaan 3 g selulosa kulit kopi memiliki nilai serapan air yang lebih tinggi daripada penggunaan 1 g [20].

Biodegradabilitas merupakan nilai yang dihasilkan dari pengujian yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan degradasi kemasan plastik.

Biodegradabilitas Kemasan Plastik Berbasis Pati Ubi Singkong

Berdasarkan perbandingan biodegradabilitasnya pada Tabel 3, dapat diketahui bahwa biodegradabilitas atau laju biodegradasi tercepat dari kemasan plastik berbasis pati ubi singkong yaitu sebesar 6,93%/hari yang dihasilkan dari formulasi 5 g pati singkong dengan penambahan 6,3 g gliserol. Semua literatur pada tabel tersebut menggunakan metode soil burial test dalam pengujian biodegradasinya. Menurut Nur *et al.* [29] pengujian ini bertujuan untuk mengetahui laju degradasi kemasan plastik dengan cara menanamkan kemasan plastik kedalam tanah selama waktu yang ditentukan, kemudian diamati pengurangan massanya.

Menurut Nur *et al.* [29], degradasi kemasan plastik diawali oleh proses inisiasi reaksi hidrolisis gugus hidroksil O-H dari pati singkong yang mengakibatkan terdekomposisinya matriks polimer menjadi potongan-potongan kecil dan kemudian habis di dalam tanah. Proses degradasi tersebut dilakukan oleh mikroorganisme yang kemudian dari proses tersebut menghasilkan senyawa organik yang relatif ramah lingkungan.

Tabel 3. Karakteristik mekanik dan fisikokimia berbagai formulasi kemasan plastik berbasis pati kulit singkong

Material Penyusun			Karakteristik Mekanik			Karakteristik Fisikokimia			Referensi
Pati Kulit Singkong	Filler	Plasticizer	Kuat Tarik	Elongasi	Ketebalan	Penyerapan Air	Biodegradabilitas		
3 g	Karagenan (2 g)	Sorbitol (2 g) dan Asam Sitrat (0,15 g)	2,31 MPa	28,95%	-	81,45%	-	[39]	
3,5 g	Kitosan (1,5 g)	Gliserol (1 g)	1,04 MPa	54,99%	-	-	3,7% per hari	[19]	
4 g	Nanosilika (4 g)	Gliserrol (37,8 g)	3,47 MPa	33,70%	0,26 mm	-	-	[40]	
4 g	-	Gliserol (1,5 g)	1,18 MPa	13,59 %	-	-	-	[41]	
5 g	Kitosan (1 g)	Gliserol (18,9 g)	0,59 MPa	4,62%	-	-	-	[42]	
5 g	Kitosan (1 g)	Polietilen Glikol (2 g)	18,54 MPa	-	0,14 mm	-	3,45% per hari	[43]	
5 g	Karagenan (1,5 g)	Polietilen Glikol (2 g)	18,54 MPa	-	0,14 mm	-	10% per hari	[44]	
5 g	Kitosan (45 g)	-	49,93 MPa	3,07%	0,09 mm	-	-	[45]	
5 g	-	Gliserol (0,6 g)	2 MPa	10%	0,10 mm	-	-	[46]	
		Gliserol (0,8 g)	1,3 MPa	11%	0,02 mm	45,03%	3,20% per hari		
6 g	CMC	Gliserol	0,37 MPa	37,16%	0,17 mm	-	-	[47]	
7 g	Kitosan (3 g)	Gliserol (3 g)	-	-	-	25%	5,15% per hari	[48]	
8,5 g	Selulosa Kulit Kacang Tanah (1,5 g)	Gliserol (3,15 g)	2,72 MPa	8,7%	-	84,09%	9,59% per hari	[49]	

(Lanjutan Tabel 3)

Material Penyusun		Karakteristik Mekanik			Karakteristik Fisikokimia			Referensi
Pati Kulit Singkong	Filler	Plasticizer	Kuat Tarik	Elongasi	Ketebalan	Penyerapan Air	Biodegradabilitas	
10 g	-	Gliserol (2,52 g)	9,12 MPa	5,57%	-	-	2,17% per hari	[50]
		Gliserol (6,3 g)	1,5 MPa	24,07%	-	-	-	
10 g	-	Sorbitol (10 g)	-	-	-	15,75%	3,96% per hari	[51]
12 g	-	Gliserol (2 g)	0,02 MPa	3,5%	-	-	-	[7]
		Gliserol (4 g)	0,002 MPa	3,5%	-	-	-	
40 g	Nanosilika 0,6 g	Gliserol (6 g)	45,64 MPa	13,8%	-	6,03%	0,22% per hari	[52]
-	-	Gliserol (2 g) dan Propilen Glikol (4 g)	0,04 MPa	-	0,17 mm	-	-	[53]

Karakteristik Fisikokimia Kemasan Plastik Berbasis Pati Kulit Singkong

Karakteristik fisik yang perlu diamati untuk mengetahui kesesuaiannya dengan standar bioplastik JIS adalah ketebalan. Ketebalan kemasan plastik yang terbentuk diukur menggunakan mikrometer [40].

Ketebalan Kemasan Plastik Berbasis Pati Kulit Singkong

Tabel 3 menyajikan informasi penggunaan *plasticizer* memberikan pengaruh terhadap ketebalan kemasan plastik yang terbentuk. Pada kemasan plastik dengan penggunaan gliserol sebagai *plasticizernya*, terlihat bahwa penambahan gliserol dapat meningkatkan ketebalan. Penambahan gliserol dapat membuat larutan kemasan plastik semakin kental sehingga kemasan plastik yang terbentuk semakin tebal.

Ketebalan kemasan plastik juga dapat dipengaruhi oleh penambahan bahan baku dan fillernya. Penambahan tersebut menyebabkan peningkatan total padatan dalam larutan kemasan sehingga dapat meningkatkan ketebalan [41]. Selain itu, Putra *et al.* [41] juga menyebutkan bahwa banyaknya larutan yang dituangkan pada cetakan pun mempengaruhi ketebalan yang terbentuk. Maka dari itu, faktor yang mempengaruhi ketebalan kemasan plastik diantaranya bahan dan cetakan.

Penyerapan Air Kemasan Plastik Berbasis Pati Kulit Singkong

Berdasarkan Tabel 3, diketahui pula bahwa kemasan plastik berbasis pati kulit singkong cenderung sudah sesuai standar bioplastik JIS. Kemasan plastik yang memiliki ketahanan air yang baik adalah kemasan plastik dengan formulasi 40 g pati kulit singkong, 0,6 g nanosilika, dan 6 g gliserol. Presentase penyerapan air oleh kemasan plastik tersebut sebesar 6,03%. Hal tersebut dikarenakan formulasi tersebut menggunakan 6 g nanosilika sebagai fillernya. Nanosilika tersebut bergabung dan mengisi ruang-ruang matriks kemasan plastik sehingga celah untuk masuknya air menjadi sedikit [52]. Rendahnya penyerapan air menandakan bahwa kemasan plastik tersebut tahan terhadap air [48].

Biodegradabilitas Kemasan Plastik Berbasis Pati Kulit Singkong

Parameter yang menunjukkan kemampuan degradasi suatu kemasan plastik adalah biodegradabilitas. Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa laju biodegradasi tercepat adalah 10%/hari dengan formulasi 5 gram pati kulit singkong, 1,5 gram karagenan, dan 2 gram polietilen glikol. Perbedaan laju biodegradasi dari beberapa literatur dapat disebabkan karena perbedaan kondisi tanah yang digunakannya, baik dari jenis tanah maupun jumlah mikroorganisme pengurainya [47].

KESIMPULAN

Kemasan plastik berbasis pati Ubi singkong memiliki karakteristik mekanik yang sesuai dengan standar bioplastik JIS dibandingkan dengan kemasan plastik berbasis pati kulit singkong. Karakteristik mekanik terbaik dari kemasan tersebut yaitu dengan nilai kuat tarik 9,49 MPa dan elongasi sebesar 76,32%. Karakteristik tersebut dihasilkan dari formulasi 10 g pati singkong, 0,6 g kitosan, dan 5,46 g sorbitol. Sedangkan pada karakteristik fisikokimia, untuk nilai ketebalan baik kemasan plastik berbasis pati ubi maupun pati kulit singkong sama-sama sudah sesuai standar JIS. Selain itu, penyerapan air paling rendah diantara kemasan plastik tersebut adalah sebesar 5,25% yang dihasilkan dari kemasan plastik berbasis pati Ubi singkong. Ditinjau dari biodegradabilitasnya, kemasan plastik berbasis pati ubi maupun pati kulit singkong sudah memiliki laju degradasi yang cepat sehingga ramah lingkungan. Oleh karena itu, berdasarkan keseluruhan karakteristik, kemasan plastik berbasis pati ubi singkong lebih unggul dan lebih layak dijadikan kemasan plastik dibandingkan kemasan dari pati kulit singkong.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Purwaningrum, "Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Di Lingkungan," *Indones. J. Urban Environ. Technol.*, vol. 8, no. 2, pp. 141–147, 2016, doi: 10.25105/urbanenvirotech.v8i2.1421.
- [2] A. C. Kumoro and A. Purbasari, "Menggunakan Gliserol Sebagai Plasticizer," vol. 35, no. 1, pp. 8–16, 2014.
- [3] Y. Sofiana, "Pemanfaatan Limbah Plastik sebagai Alternatif Bahan Pelapis (Upholstery) pada Produk Interior,"

- Humaniora*, vol. 1, no. 2, p. 331, 2010, doi: 10.21512/humaniora.v1i2.2874.
- [4] R. S. Nasution, "Berbagai Cara Penanggulangan Limbah Plastik," *Elkawanie J. Islam. Sci. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 97–104, 2015, [Online]. Available: <https://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/elkawanie/article/view/522>
- [5] T. Yusari and J. Purwohandoyo, "Potensi timbunan sampah plastik di Kota Yogyakarta tahun 2035," *J. Pendidik. Geogr.*, vol. 25, no. 2, pp. 88–101, 2020, doi: 10.17977/um017v25i22020p088.
- [6] K. Nisah, "Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Polimer Alam," *Elkawanie*, vol. 4, no. 2, 2018, doi: 10.22373/ekw.v4i2.2849.
- [7] Z. Anita, F. Akbar, and H. Harahap, "Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong," 2013.
- [8] G. L. Sari, "Kajian Potensi Pemanfaatan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Cair," *Al-Ard J. Tek. Lingkungan*, vol. 3, no. 1, pp. 6–13, 2017.
- [9] L. S. Nair and C. T. Laurencin, "Biodegradable polymers as biomaterials," *Prog. Polym. Sci.*, vol. 32, no. 8–9, pp. 762–798, 2007, doi: 10.1016/j.progpolymsci.2007.05.017.
- [10] G. Merisiyanto and L. J. Mawarani, "Pengembangan Plastik Photobiodegradable Berbahan Dasar Ubi Ubi Jalar," *J. Tek. POMITS*, vol. 2, no. 1, pp. 107–111, 2013.
- [11] M. Ratajska and S. Boryniec, "Physical and chemical aspects of biodegradation of natural polymers," *React. Funct. Polym.*, vol. 38, no. 1, pp. 35–49, 1998, doi: 10.1016/S1381-5148(98)00031-5.
- [12] H. Kristianto, A. Jennifer, A. K. Sugih, and S. Prasetyo, "Potensi Polisakarida dari Limbah Buah-buahan sebagai Koagulan Alami dalam Pengolahan Air dan Limbah Cair: Review," *J. Rekayasa Proses*, vol. 14, no. 2, p. 108, 2020, doi: 10.22146/jrekpros.57798.
- [13] M. R. Akbar and Yunianta, "Pengaruh Lama Perendaman Na₂S₂O₅ dan fermentasi Ragi Tape terhadap Sifat Fisik Kimia Tepung Jagung," *J. Pangan dan Agroindustri*, vol. 2, no. 2, pp. 91–102, 2014, [Online]. Available: <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/41/48>
- [14] K. Nisah, "Study Pengaruh Kandungan Amilosa dan Amilopektin Ubi-Ubian terhadap Karakteristik Fisik Plastik Biodegradable dengan Plasticizer Gliserol," *Biot. J. Ilm. Biol. Teknol. dan Kependidikan*, vol. 5, no. 2, p. 106, 2017, doi: 10.22373/biotik.v5i2.3018.
- [15] E. Kamsiati, H. Herawati, and E. Y. Purwani, "Potensi Pengembangan Plastik Biodegradable Berbasis Pati Sagu Dan Ubi Kayu di Indonesia," *J. Penelit. dan Pengemb. Pertan.*, vol. 36, no. 2, p. 67, 2017, doi: 10.21082/jp3.v36n2.2017.p67-76.
- [16] I. Hartati, L. Kurniasari, and M. Yulianto, "Inaktivasi Enzimatis Pada Produksi Linamarin Dari Daun Singkong Sebagai Senyawa Anti Neoplastik," *J. Momentum UNWAHAS*, vol. 4, no. 2, p. 113672, 2008.
- [17] E. Praputri, E. Sundari, F. Firdaus, and S. Sofyan, "Penggunaan katalis homogen dan heterogen pada proses hidrolisis pati Ubi singkong karet menjadi glukosa," *J. Litbang Ind.*, vol. 8, no. 2, p. 105, 2018, doi: 10.24960/jli.v8i2.4189.105-110.
- [18] N. Nursyamsi and V. Theresa, "Pengaruh penambahan limbah plastik hdpe sebagai substitusi pasir pada campuran batako," *J. Tek. Sipil USU*, vol. 6, no. 1, pp. 1–7, 2017.
- [19] N. . Epriyanti, B. A. Harsojuwono, and I. W. Arnata, "Pengaruh Suhu Dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Komposit Plastik Biodegradable Dari Pati Kulit Singkong dan Kitosan," 2016.
- [20] S. Intandiana, A. H. Dawam, Y. R. Denny, R. F. Septiyanto, and I. Affifah, "Pengaruh Karakteristik Bioplastik Pati Singkong dan Selulosa Mikrokristalin Terhadap Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas," *EduChemia (Jurnal Kim. dan Pendidikan)*, vol. 4, no. 2, p. 185, 2019, doi: 10.30870/educhemia.v4i2.5953.
- [21] L. A. Nugraha, R. Dewi Triastianti, and D. Prihandoko, "Uji Perbandingan Plastik Biodegradabel Pati Singkong Dan Pati Kentang Terhadap Kekuatan Dan Pemanjangan," *J. Rekayasa Lingkungan*, vol. 20, no. 1, pp. 17–28, 2020, doi: 10.37412/jrl.v20i1.38.
- [22] R. Chollakup *et al.*, "Antioxidant and antibacterial activities of cassava starch and

- whey protein blend films containing rambutan peel extract and cinnamon oil for active packaging,” *Lwt*, vol. 130, no. February, p. 109573, 2020, doi: 10.1016/j.lwt.2020.109573.
- [23] O. A. Silva *et al.*, “Synthesis and characterization of a low solubility edible film based on native cassava starch,” *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 128, pp. 290–296, 2019, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2019.01.132.
- [24] komang sri diah nirmala Dewi, N. luh Yulianti, and Y. Setiyo, “Karakteristik Fisik Kemasan Bioplastik dari Pati Singkong dan Karagenan dengan Variasi Durasi Gelatinisasi dan Jenis Plasticizer Physical Characteristic of Bioplastic Packaging from Cassava Starch and Carragenan with Variations in Gelatinization Duration,” vol. 11, pp. 241–250, 2023.
- [25] L. D. Pérez-Vergara, M. T. Cifuentes, A. P. Franco, C. E. Pérez-Cervera, and R. D. Andrade-Pizarro, “Development and characterization of edible films based on native cassava starch, beeswax, and propolis,” *NFS J.*, vol. 21, no. July, pp. 39–49, 2020, doi: 10.1016/j.nfs.2020.09.002.
- [26] L. A. Amrillah, W. Warkoyo, and D. N. Putri, “Karakteristik Fisik, Mekanik Dan Zona Hambat Edible Film Dari Pati singkong Karet (*Manihot glaziovii*) Dengan Penambahan Gliserol Dan Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* Var *Rubrum*) Sebagai Penghambat Bakteri *Salmonella*,” *Food Technol. Halal Sci. J.*, vol. 2, no. 1, p. 120, 2019, doi: 10.22219/fths.v2i1.12967.
- [27] W. A. Aftaningsih, A. H. Zulfiana, and M. Mujiburohman, “Pengaruh Suhu dan Penambahan Gliserol Terhadap Kualitas Plastik Biodegradable dari Pati Singkong (*Manihot Esculenta*) dan Pati Bonggol Pisang (*Musa Paradisiaca*),” *Iteks*, vol. 12, no. 2, pp. 12–19, 2020, [Online]. Available: <http://ejournal.stt-wiworotomo.ac.id/index.php/iteks/article/view/304>
- [28] E. V. Natalia and Muryeti, “Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Pati Singkong Dan Kitosan,” *J. Print. Packag. Technol.*, vol. 1, pp. 57–68, 2020.
- [29] R. A. Nur, N. Nazir, and G. Taib, “1713-Article Text-7300-2-10-20200429,” vol. 25, no. April, pp. 1–10, 2020.
- [30] I. Nafilah and E. Sedyadi, “Pengaruh Penambahan Sorbitol dan Gliserol Terhadap Degradasi Bioplastik Pati Singkong dalam Media Tanah dan Kompos,” *Pengaruh Penambahan Sorbitol dan Gliserol terhadap Degrad. Bioplastik*, vol. 1, no. 1, pp. 38–46, 2019.
- [31] K. Kawijia, W. Atmaka, and S. Lestariana, “Study of Characteristics Whole Cassava Starch Based Edible Film With Citric Acid Cross-Linking Modification,” *J. Teknol. Pertan.*, vol. 18, no. 2, pp. 143–152, 2017, doi: 10.21776/ub.jtp.2017.018.02.14.
- [32] Y. Zhou, X. Wu, J. Chen, and J. He, “Effects of cinnamon essential oil on the physical, mechanical, structural and thermal properties of cassava starch-based edible films,” *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 184, no. June, pp. 574–583, 2021, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2021.06.067.
- [33] B. A. Widyaningrum *et al.*, “Karakteristik Sifat Mekanik Bioplastik Pati Singkong/Pva Dengan Penambahan Pulp Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Asam Sitrat Teraktivasi,” *J. Kim. dan Kemasan*, vol. 42, no. 2, p. 46, 2020, doi: 10.24817/jkk.v42i2.6130.
- [34] A. Sabella, “Karakteristik Bioplastik Dari Rumput Laut (*Eucheuma Cottonii*) Dan Pati Singkong Dengan Penambahan Pati Dari Limbah Biji Durian,” *Risenologi*, vol. 4, no. 2, pp. 80–89, 2019, doi: 10.47028/j.risenologi.2019.42.54.
- [35] G. R. Putri, “Karakterisasi Bioplastik Dari Rumput Laut (*Eucheuma Cottonii*) Dan Pati Singkong Dengan Penambahan Pati Biji Alpukat,” *Risenologi*, vol. 4, no. 2, pp. 59–64, 2019, doi: 10.47028/j.risenologi.2019.42.52.
- [36] A. S. Rusdianto, M. Usman, T. Lindriati, E. Ruriani, and N. S. Mahardika, “The Characterization of Biodegradable Plastics from Cassava Starch with Varried Addition of Robusta Coffee Skin (*Coffea canefora*) and Glycerol,” *Int. J. Food, Agric. Nat. Resour.*, vol. 3, no. 3, pp. 34–38, 2022, doi: 10.46676/ij-fanres.v3i3.68.
- [37] P. Coniwanti, L. Laila, and M. R. Alfira, “Pembuatan Film Plastik Biodegredabel Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan Dan Pemplastis Gliserol,” *J. Tek. Kim.*, vol. 20, no. 4, pp. 22–30, 2014.
- [38] F. Akbar, Z. Anita, and H. Harahap, “Pengaruh Waktu Simpan Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong

- Terhadap Sifat Mekanikalnya,” 2013.
- [39] A. Alfian *et al.*, “Pembuatan Edible Film Dari Pati Kulit Singkong Menggunakan Plasticizer Sorbitol Dengan Asam Sitrat Sebagai Crosslinking Agent (Variasi Penambahan Karagenan dan Penambahan Asam Sitrat),” *J. Inov. Proses*, vol. 5, no. 2, 2020.
- [40] E. Warsiki, I. Setiawan, and H. Hoerudin, “Sintesa Komposit Bioplastik Pati Kulit Singkong-Partikel Nanosilika dan Karakterisasinya,” *J. Kim. dan Kemasan*, vol. 42, no. 2, p. 37, Oct. 2020, doi: 10.24817/jkk.v42i2.3535.
- [41] D. M. D. Putra, Pradana, B. A. Harsojuwono, and A. Hartiati, “Studi Suhu dan PH Gelatinisasi pada Pembuatan Bioplastik dari Pati Kulit Singkong,” 2019.
- [42] Sariwahyuni, H. Rahim, and Misbahuddin, “Utilization of Crab and Cassava Peel Waste As Biodegradable Plastics,” vol. 4, no. 2, pp. 2714–755, 2022, doi: 10.556442.
- [43] V. Maryati and I. Dewata, “The Effect of Chitosan on Edible Film from Cassava Peel Starch on Tensile Strength and Biodegradation of Edible Film,” 2021.
- [44] C. L. Makmur, I. Dewata, B. Oktavia, and Alizar, “Effect of Addition Carrageenan on Tensile Strength and Biodegradation of Edible Film from Cassava Peel Starch,” 2021.
- [45] M. Syuhada, S. A. Sofa, and E. Sedyadi, “The Effect of Cassava Peel Starch Addition to Bioplastic Biodegradation Based On Chitosan On Soil and River Water Media,” *Biol. Med. Nat. Prod. Chem.*, vol. 9, no. 1, pp. 7–13, Apr. 2020, doi: 10.14421/biomedich.2020.91.7-13.
- [46] S. Hilma Siregar and W. Irma, “Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Alternatif Bahan Baku Edible Film,” 2012.
- [47] A. W. Wasistha, M. R. S. Dika, A. S. Aulia, N. M. Samudra, and D. N. Putri, “Physical and Mechanical Characteristics of Edible Film Based on Cassava Peel Starch,” 2021.
- [48] Suryati, Meriatna, and Marlina, “Optimasi dari pati kulit singkong,” *J. Teknol. Kim.*, vol. 5, no. 1, 2016.
- [49] A. Budianto, D. Fortuna, A. Dan, and V. Setiaries, “Pemanfaatan Pati Kulit Ubi Kayu Dan Selulosa Kulit Kacang Tanah Pada Pembuatan Plastik Biodegradable,” 2019.
- [50] A. T. Wibowo and G. Andaka, “4. pati kulit singkong - 2019,” *J. Inov. Proses*, vol. 4, no. 1, 2019.
- [51] O. M. Abel, S. Chinelo, and R. Chidioka, “Enhancing Cassava Peels Starch as Feedstock for Biodegradable Plastic,” 2021.
- [52] T. G. Tafa and A. M. Engida, “Preparation of green film with improved physicochemical properties and enhanced antimicrobial activity using ingredients from cassava peel, bamboo leaf and rosemary leaf,” *Heliyon*, vol. 8, no. 8, Aug. 2022, doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e10130.
- [53] R. A. Mudaffar, “Karakteristik Edible Film Dari Limbah Kulit Singkong Dengan Penambahan Kombinasi Plasticizer Serta Aplikasinya Pada Buah Nanas Terolah Minimal,” *J. TABARO Agric. Sci.*, vol. 4, no. 2, p. 473, 2021, doi: 10.35914/tabaro.v4i2.669.