

Karakterisasi Sifat Fisik *Biodegradable Film* dari Pati Garut, Gliserol dan Asam Sitrat

Physical Property Analysis of Biodegradable Film Made from Garut Starch, Glycerol, and Citric Acid

Alit Istiani*, Yusmardhany Yusuf, Fauzan Irfandy, Mitha Puspitasari

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta

Jln. SWK 104 (Lingkar Utara), Condongcatur, Yogyakarta 55283, Indonesia

Artikel histori :

Diterima 18 November 2021
Diterima dalam revisi 14 November 2022
Diterima 14 November 2022
Online 15 November 2022

ABSTRAK: Salah satu upaya untuk mengatasi penggunaan plastik yang tidak dapat terurai di alam adalah dengan bioplastik yang terbuat dari *biodegradable film*. Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi *biodegradable film* berbahan dasar pati garut yang dibuat dengan metode *casting*. Gliserol ditambahkan sebagai *plasticizer* dan asam sitrat sebagai *crosslinker*. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa *biodegradable film* yang dihasilkan memiliki warna putih bening dimana semakin banyak pati maka warna akan semakin keruh. Hasil uji kuat tarik pun menunjukkan bahwa semakin banyak pati yang digunakan maka kuat tarik dari *biodegradable film* akan semakin kuat namun % *elongation at breaknya* akan semakin kecil atau sifat nya menjadi kurang elastis. Sebaliknya, penambahan asam sitrat menunjukkan bahwa kuat tariknya menjadi semakin lemah yang dikarenakan adanya hidrolisis ikatan glikosida pada pati.

Kata Kunci: pati; garut; gliserol; asam sitrat; *biodegradable film*; bioplastik

ABSTRACT: The biodegradable film is an attempt to reduce the use of plastics that cannot be decomposed by nature. This study described biodegradable films produced from arrowroot starch using the casting method. As a plasticizer and crosslinker, glycerol and citric acid are added. The investigation results indicate that the biodegradable film has a clear white color; the greater the amount of starch, the more opaque the color.

The tensile strength test results also indicate that the biodegradable film's tensile strength will be greater the more starch is used, but its percent elongation at break will decrease, or its characteristics will become less elastic. In contrast, adding citric acid demonstrates that the tensile strength decreases due to the hydrolysis of glycosidic linkages in starch.

Keywords: starch; arrowroot; glycerol; citric acid; biodegradable films; bioplastic

1. Pendahuluan

Limbah plastik adalah limbah yang masih menjadi masalah karena sifatnya yang sukar terurai. Plastik membutuhkan waktu 300-500 tahun agar dapat terurai, akibatnya limbah ini terakumulasi dan menjadi masalah di seluruh dunia. Pembakaran plastik yang menjadi solusi tercepat dalam menghilangkan plastik pun menambah pencemaran udara karena menghasilkan gas beracun seperti dioxin yang dapat menyebabkan kanker (Verma et al., 2016). Salah satu cara untuk mengatasi hal ini adalah dengan dikembangkannya *biodegradable film* yang terbuat dari bahan-bahan alami sehingga dapat terurai dengan mudah di alam.

Salah satu bahan yang dapat digunakan adalah pati yang merupakan golongan polisakarida. Pati ini memiliki

ketersediaan yang melimpah di alam dan mudah dalam membentuk matrix (Sartori & Menegalli, 2016). Salah satu sumber pati adalah garut (*Maranta arundinaceae* L). Umbi garut ini bukanlah makanan pokok dan belum banyak dimanfaatkan di Indonesia padahal pati dari umbi garut ini sangat potensial dijadikan sebagai *biodegradable film*. Hal tersebut karena pati Umbi Garut mempunyai sifat fisik-kimia yaitu dengan kandungan amilosa yang tinggi (16-27%) dimana hal ini diinginkan dalam pembuatan *biodegradable film* karena dapat meningkatkan kekuatan *film* yang dihasilkan (Fakhoury et al., 2012; Li et al., 2011; Romero-Bastida, Bello-Pérez, Velazquez, & Alvarez-Ramirez, 2015; Tharanathan, 2003).

Biodegradable film dari pati memiliki karakter yang kaku, untuk meningkatkan elastisitas dari film pati tersebut maka perlu penambahan *plasticizer*. *Plasticizer* berfungsi

* Corresponding author

Email address: alit.istiani@upnyk.ac.id

untuk menaikkan elastisitas dari *biodegradable film* yang dihasilkan. Salah satu *plasticizer* yang potensial digunakan adalah gliserol. Gliserol memiliki harga yang murah, mudah diperoleh dan dapat terdegradasi di alam (Fajar et al., 2015)

Modifikasi *biodegradable film* dapat dilakukan untuk meningkatkan sifat fisik dari film yang dihasilkan. Modifikasi ini bisa dilakukan dengan penambahan *crosslinker*. Penambahan *crosslinker* diharapkan mampu menghasilkan *biodegradable film* yang memiliki stabilitas termal, properti mekanik dan water resistant yang lebih baik (Sholichah, dkk, 2017).

Pada penelitian ini modifikasi *biodegradable film* dari pati garut akan dilakukan dengan penambahan gliserol sebagai *plasticizer* dan asam sitrat sebagai *crosslinker*. Sholichah, dkk., (2017) yang melakukan pembuatan *biodegradable film* pati garut dengan menambahkan polyvinyl alcohol (PVA) dan asam sitrat sebagai *crosslinker* menunjukkan bahwa penambahan PVA kurang dari 1% tidak berpengaruh signifikan terhadap kuat tarik dari *biodegradable film* yang dihasilkan. Oleh karena itu pada penelitian ini akan mengganti PVA dengan gliserol dan melihat karakter *biodegradable film* yang dihasilkan. Adapun asam sitrat juga ditambahkan karena memiliki aktivitas yang bagus sebagai *crosslinker* dan memiliki tingkat *hazardous* yang rendah. Selain itu, konsentrasi pati garut akan divariasikan dan pengaruh penambahan asam sitrat sebagai *crosslinker* terhadap film yang dihasilkan pun akan diamati pengaruhnya terhadap kekuatan mekanik yang dihasilkan. Uji *Fourier Transform Infra Red* pun akan dilaksanakan untuk melihat ikatan dari asam sitrat yang ditambahkan.

2. Metode Penelitian

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *magnetic stirrer*, termometer, *petridish*, *syringe* dan pinset. Adapun yang digunakan adalah pati garut sebagai bahan dasar *biodegradable film*, gliserol sebagai *plasticizer* dan asam sitrat sebagai *crosslinker*.

2.2 Pembuatan Biodegradable Film Pati Garut

Larutan *biodegradable film* dibuat dengan dengan perbandingan komposisi yang berbeda-beda namun dengan massa total bahan (pati garut, gliserol dan asam sitrat) yang sama untuk setiap sampel yaitu 8% (m/v) dengan total volume larutan 50 mL.

Tabel 1. Komposisi Sampel Biodegradable Film

Nama Sampel	Komposisi
	Pati garut : gliserol : asam sitrat
A	2 : 1 : 0
B	3 : 1 : 0
C	4 : 1 : 0
D	3 : 1 : 0,5

Larutan campuran (50 mL) dari bahan tersebut kemudian dipanaskan pada suhu 70°C dan diaduk secara kontinyu. Larutan tersebut kemudian dicetak ke dalam *petridish* dengan masing-masing volume cetak 5 mL, 10 mL dan 15 mL. Adapun sampel yang dibuat dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 1.

2.3 Analisis Sampel

2.3.1 Uji Kuat Tarik

Sampel disiapkan dengan ukuran sesuai standar ASTM D638. Kemudian ujung dari sampel dijepit dan dicatat panjang awalnya yaitu sebelum diberi penambahan beban dan Panjang akhir sesudah penambahan beban.

2.3.2 Uji Elongasi

Sampel yang akan diuji disiapkan ukurannya sesuai dengan ASTM D638. Sampel kemudian di pasang pada penjepit dan diberikan beban. Penambahan Panjang dari sampel akan terbaca otomatis pada layer yang merupakan selisih perpanjangan dari sampel. Adapun % elongasi secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut

$$\% \text{ Elongasi} = \Delta L / L_0 \times 100\%$$

Dimana

ΔL = Selisih perpanjangan film

L_0 = Panjang mula-mula

2.3.3 Uji Fourier Transform Infra-Red

Biodegradable film yang dihasilkan kemudian dianalisis dengan *Fourier Transform Infra-Red* untuk melihat gugus fungsi yang terdapat pada *biodegradable film* yang dihasilkan dalam penelitian ini.

3. Hasil dan Pembahasan

Penampakan fisik dari *biodegradable film* yang dihasilkan dapat diamati pada Gambar 1. Gambar 1 menunjukkan penampakan fisik *biodegradable film* dari pati garut dan gliserol dengan perbandingan 2:1, 3:1 dan 4:1. Dari Gambar 1 tersebut dapat diamati bahwa *biodegradable film* yang dihasilkan berwarna putih transparan. Semakin banyak komposisi pati garutnya maka warnanya terlihat lebih keruh. Hal tersebut ditunjukkan oleh *biodegradable film* dengan komposisi pati garut : gliserol (4:1) yang memiliki warna paling keruh dibandingkan dengan 3:1 dan 2:1.

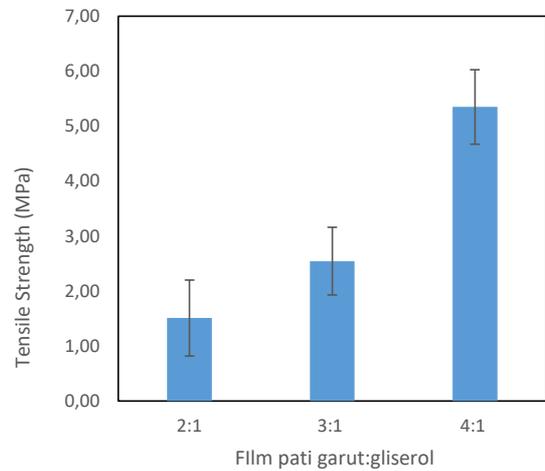
Adapun pengaruh penambahan pati terhadap kuat tarik ditunjukkan pada Gambar 2. Dari Gambar 2 tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan bertambahnya pati garut yang digunakan maka *tensile strength* dari *biodegradable film* akan semakin kuat. Hal ini terjadi karena dengan penambahan pati menyebabkan semakin kuatnya ikatan biopolymer antar molekul pati. Ikatan intermolekuler yang meningkat tersebut mengakibatkan naiknya kuat tarik yang dihasilkan. (Saleh, dkk, 2017). Adapun dari gambar 2 dapat diamati bahwa nilai kuat tarik tertinggi diperoleh dari *biodegradable film* dengan perbandingan pati dan gliserol 4:1 yaitu sebesar 5,35 Mpa.



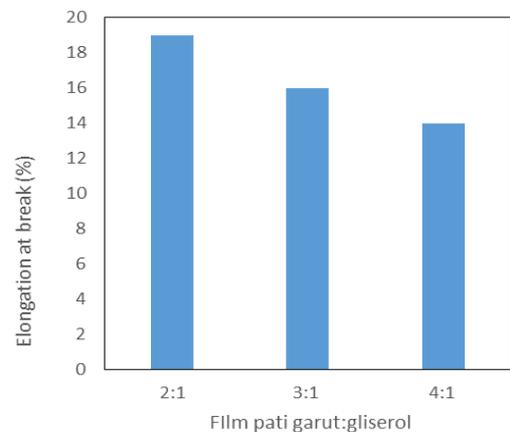
Gambar 1. Penampakan Fisik dari Biodegradable Film Pati Garut:Gliserol

Gambar 3 menunjukkan bahwa dengan naiknya jumlah pati maka *elongation at break* akan semakin turun, dimana *elongation at break* adalah panjang regangan bahan saat putus dibandingkan dengan panjang mula-mula bahan. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa turunnya *elongation at break* dapat diartikan bahwa *biodegradable film* yang dihasilkan semakin tidak elastis. Hal ini terjadi

karena semakin banyak pati, maka ikatan hidrogen antara pati dan gliserol akan sedikit, sedangkan ikatan biopolymer antara pati akan semakin kuat. Padahal fungsi gliserol sebagai plasticizer adalah untuk mengurangi gaya intermolekul yang dapat meningkatkan ruang molekul dan mobilitas dari biopolymer.



Gambar 2. Pengaruh Penambahan Pati Garut terhadap kuat tarik (*tensile strength*)



Gambar 3. Pengaruh Penambahan Pati Garut terhadap *elongation at break* (%)

Gugus OH dari gliserol akan menyebabkan terbentuknya ikatan hydrogen antara gliserol-pati yang menggantikan interaksi pati-pati dari *biodegradable film*. Dengan demikian, penambahan pati akan meningkatkan kuat tarik dari interaksi molekul antar pati sehingga menurunkan % elongasi. (Saleh, dkk,2017; Radhiyatullah, dkk.2015).

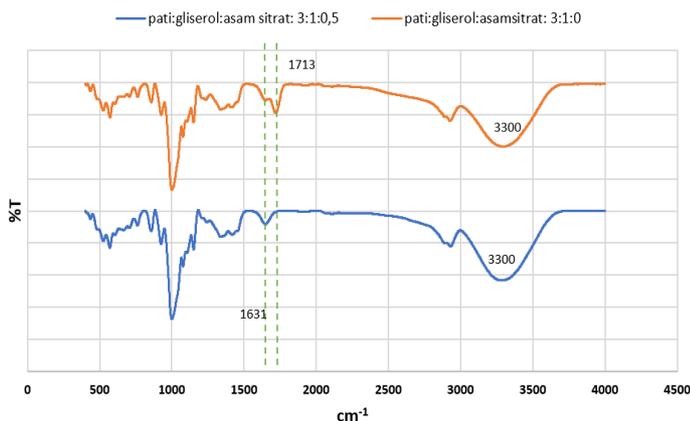
Penambahan asam sitrat sebagai *crosslinker* atau penaut silang ditunjukkan pada Tabel 2. Dari Tabel 2 tersebut dapat diamati bahwa penambahan asam sitrat menurunkan *tensile strength* dari *biodegradable film* yang dihasilkan. Adapun penurunan yang terjadi sekitar 47,9%. Penurunan nilai *tensile strength* akibat penambahan asam sitrat ini

sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sholichah,dkk., (2017).

Tabel 2. Pengaruh penambahan asam sitrat pada *biodegradable film*

Pati garut : Gliserol: Asam Sitrat	Tebal	Tensile Strength (MPa)
3 : 1 : 0	0,179	2,55
3 : 1 : 0,5	0,164	1,33

Asam sitrat memberikan pH yang asam sehingga selain terjadi reaksi crosslinking antara molekul pati juga terjadi reaksi hidrolisis pada ikatan glikosida pati. Crosslinking yang terjadi didukung dengan tebal *biodegradable film* pati garut-gliserol-asam sitrat yang lebih tipis dibandingkan dengan yang tidak menggunakan asam sitrat. Namun demikian, terjadinya reaksi hidrolisis pada ikatan glikosida pati menyebabkan lemahnya ikatan antar molekul pati, sehingga kuat tarik pada *biodegradable film* yang mengandung asam sitrat menjadi lebih lemah jika dibandingkan dengan *biodegradable film* yang tidak mengandung asam sitrat.



Gambar 4. Uji dengan *Fourier Transform Infra-Red*

Gambar 4 menunjukkan hasil uji *Fourier Transform Infra-Red* untuk *biodegradable film* pati:gliserol: asam sitrat : 3:1:0 dan 3:1:0,5. Pada gambar tersebut dapat diamati bahwa pada hasil FTIR sampel dengan asam sitrat muncul peak pada 1713 cm⁻¹ yang merupakan peak dari gugus karbonil C=O. Peak gugus karbonil ini menunjukkan adanya ikatan ester grup COOH dari asam sitrat dengan grup OH dari pati atau gliserol (Sholichah, 2017). Hal ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Reddy, dkk. (2010) dan Seligra, dkk (2016) dimana ikatan crosslinking dari asam sitrat dan pati ditunjukkan pada serapan di 1720 dan 1724 cm⁻¹. Selain itu, penurunan intensitas serapan pada daerah peak sekitar 3300 juga menunjukkan bahwa adanya penurunan gugus OH yang disebabkan oleh terbentuknya ikatan ester dengan asam sitrat. Peak 1631cm⁻¹ yang muncul pada film tanpa asam sitrat mengindikasikan bahwa adanya molekul air yang

terikat di dalam matrix film yang terbentuk. (Sholichah, 2017)

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tarik *biodegradable film* yang dihasilkan naik dengan semakin banyak pati yang ditambahkan namun % *elongation at breaknya* akan semakin kecil atau sifatnya menjadi kurang elastis. Adapun nilai kuat tarik tertinggi diperoleh dari *biodegradable film* dengan perbandingan pati dan gliserol 4:1 yaitu sebesar 5,35 Mpa dengan % elongasi sebesar 14%. Sebaliknya, penambahan asam sitrat membuat nilai *tensile strength* turun sebesar 47,9% yang dikarenakan adanya hidrolisis ikatan glikosida pada pati oleh asam sitrat yang ditambahkan. Hasil uji FTIR menunjukkan bahwa adanya ikatan ester yang dibentuk oleh gugus C=O dari asam sitrat dan pati/gliserol yang ditunjukkan oleh munculnya peak pada 1713 cm⁻¹ pada *biodegradable film* pati:gliserol:asam sitrat (3:1:0,5).

Ucapan Terima kasih

Pendanaan penelitian ini didapatkan dari Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.

Daftar Pustaka

- Fajar, N., Altway, S., Johar, L., Ayu, D., & Rosita, D. (2015). The Effect of the Addition of Glycerol and Chitosan in the Biodegradable Plastics Production from “Porang” Flour (*Amorphophallus muelleri* Blume). In *Proceedings of The 9th Joint Conference on Chemistry* (pp. 312-316).
- Fakhouri, F. M., Maria Martelli, S., Canhadas Bertan, L., Yamashita, F., Innocentini Mei, L. H., & Collares Queiroz, F. P. (2012). Edible films made from blends of manioc starch and gelatin – Influence of different types of plasticizer and different levels of macromolecules on their properties. *LWT*, 49(1), 149–154. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.04.017>
- C., 2012, Edible films made from blends of manioc starch and gelatin–Influence of different types of plasticizer and different levels of macromolecules on their properties. *LWT*, Vol.49 No.1, November: 149–154.
- Liu, P., Zou, W., Yu, L., Xie, F., Pu, H., Liu, H., & Chen, L. (2011). Extrusion processing and characterization of edible starch films with different amylose contents. *Journal of Food*

- Engineering*, 106(1), 95–101.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.04.021>
- Sholichah, E., Purwono, B., & Nugroho, P. (2017). Improving Properties of Arrowroot Starch (*Maranta arundinacea*)/PVA Blend Films by Using Citric Acid as Cross-linking Agent. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 101, 012018.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/101/1/012018>
- Radhiyatullah, A., Indriani, N., & Ginting, M. H. S. (2015). Pengaruh Berat Pati Dan Volume Plasticizer Gliserol Terhadap Karakteristik Film Bioplastik Pati Kentang. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(3), 35–39.
<https://doi.org/10.32734/jtk.v4i3.1479>
- Romero-Bastida, C., Bello-Pérez, L., Velazquez, G., & Alvarez-Ramirez, J. (2015). Effect of the addition order and amylose content on mechanical, barrier and structural properties of films made with starch and montmorillonite. *Carbohydrate Polymers*, 127, 195–201.
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.03.074>
- Reddy, N., & Yang, Y. (2010). Citric acid cross-linking of starch films. *Food Chemistry*, 118(3), 702–711.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.050>
- Saleh, F. H., Nugroho, A. Y., & Juliantama, M. R. Pembuatan Edible Film dari Pati Singkong sebagai Pengemas Makanan. *Teknoin*, 23(1), 276310.
<https://doi.org/10.20885/v23i1.8335>
- Sartori, T., & Menegalli, F. C. (2016). Development and characterization of unripe banana starch films incorporated with solid lipid microparticles containing ascorbic acid. *Food Hydrocolloids*, 55, 210–219.
<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.11.018>
- Seligra, P. G., Medina Jaramillo, C., Famá, L., & Goyanes, S. (2016). Biodegradable and non-retrogradable eco-films based on starch–glycerol with citric acid as crosslinking agent. *Carbohydrate Polymers*, 138, 66–74.
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.11.041>
- Tharanathan, R. (2003). Biodegradable films and composite coatings: past, present and future. *Trends in Food Science & Technology*, 14(3), 71–78. [https://doi.org/10.1016/s0924-2244\(02\)00280-7](https://doi.org/10.1016/s0924-2244(02)00280-7)
- Verma, R., Vinoda, K., Papireddy, M., & Gowda, A. (2016). Toxic Pollutants from Plastic Waste- A Review. *Procedia Environmental Sciences*, 35, 701–708.
<https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.069>