

Pengaruh Konsentrasi Asam Stearat dan Suhu Gelatinisasi terhadap Karakteristik  
Komposit Bioplastik Tapioka dan Glukomanan  
*Effect of Stearic Acid Concentration and Gelatinization Temperature on Characteristics of Tapioca  
and Glucomannan Bioplastic Composites*

**Jhon Berry Finn Damanik, Bambang Admadi Harsujuwono\*, Lutfi Suhendra**  
PS Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Kampus Bukit  
Jimbaran, Badung, Kode pos : 80361; Telp/Fax : (0361) 701801

Diterima 29 Desember 2021 / Disetujui 26 Januari 2022

**ABSTRACT**

*This study aims to determine the effect of stearic acid concentration and gelatinization temperature and the interaction of the two treatments on the characteristics of tapioca and glucomannan bioplastic composites, and determine the concentration of stearic acid and gelatinization temperature which can produce bioplastic composites with the best characteristics. This study used a randomized block design with two factors. The first factor is the concentration of stearic acid which consists of 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8%. The second factor is the gelatinization temperature which consists of 4 temperatures, namely  $70\pm 1^\circ\text{C}$ ,  $75\pm 1^\circ\text{C}$ ,  $80\pm 1^\circ\text{C}$ ,  $85\pm 1^\circ\text{C}$ . The variables observed in this study were tensile strength, elongation at break, elasticity, thickness expansion, water vapor transmission rate, biodegradation and functional group analysis. The data were analyzed for diversity and continued with Duncan's Multiple Comparison. The results showed that the concentration of stearic acid and gelatinization temperature had a very significant effect on tensile strength, thickness expansion, water vapor transmission rate and biodegradation. The interaction between treatments had a very significant effect on tensile strength, thickness expansion, water vapor transmission rate and biodegradation and significantly affected elongation at break and elasticity. The best tapioca and glucomannan bioplastic composites used a stearic acid concentration of 0.4% and a gelatinization temperature of  $80\pm 1^\circ\text{C}$  which had the characteristics of a tensile strength of 23.86 MPa, elongation at break 8.70%, elasticity 274.40 MPa, thickness expansion 111.52%, water vapour transmission rate 1.05 g/m<sup>2</sup>.hour, biodegradation rate with 7 days old. Tapioca and glucomannan bioplastic composites contain functional groups of hydroxyl (O-H), alkyne (C≡H), aldehyde (C=O), carboxylic acid (C-O), alkene (C-H) and hydroxyl hydrocarbon (CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>.*  
**Keywords :** *bioplastic composite, tapioca, glucomannan, stearic acid, gelatinization temperature*

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi asam stearat dan suhu gelatinisasi serta interaksi perlakuan keduanya terhadap karakteristik komposit bioplastik tapioka dan glukomanan, dan menentukan konsentrasi asam stearat dan suhu gelatinisasi yang dapat menghasilkan komposit bioplastik dengan karakteristik terbaik. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan dua faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi asam stearat yang terdiri dari 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8%. Faktor kedua adalah suhu gelatinisasi yang terdiri dari 4 suhu yaitu  $70\pm 1^\circ\text{C}$ ,  $75\pm 1^\circ\text{C}$ ,  $80\pm 1^\circ\text{C}$ ,  $85\pm 1^\circ\text{C}$ . Variabel yang diamati pada penelitian ini yaitu kuat tarik, perpanjangan saat putus, elastisitas, pengembangan tebal, laju transmisi uap air,

---

\*Korespondensi Penulis:

Email: bambang.admadi@unud.ac.id

biodegradasi dan analisis gugus fungsi. Data dianalisis keragamannya dan dilanjutkan dengan Perbandingan Berganda Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi asam stearat dan suhu gelatinisasi berpengaruh sangat nyata terhadap kuat tarik, pengembangan tebal, laju transmisi uap air dan biodegradasi. Interaksi antar perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap kuat tarik, pengembangan tebal, laju transmisi uap air dan biodegradasi serta berpengaruh nyata terhadap pemanjangan putus dan elastisitas. Komposit bioplastik tapioka dan glukomanan terbaik menggunakan konsentrasi asam stearat 0,4% dan suhu gelatinisasi  $80 \pm 1^\circ\text{C}$  yang mempunyai karakteristik kuat tarik sebesar 23,86 MPa, perpanjangan saat putus 8,70%, elastisitas 274,40 MPa, pengembangan tebal 111,52%, laju transmisi uap air 1,05 g/m<sup>2</sup>.jam, laju biodegradasi dengan lama 7 hari. Komposit bioplastik tapioka dan glukomanan mengandung gugus fungsi hidroksil (O-H), alkuna (C≡H), aldehid (C=O), asam karboksilat (C-O), alkena (C-H) dan hidroksil hidrokarbon (CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>.

**Kata kunci :** komposit bioplastik, tapioka, glukomanan, asam stearat, suhu gelatinisasi

## PENDAHULUAN

Plastik memiliki peran penting dalam kehidupan manusia modern. Plastik banyak digunakan dalam kebutuhan sehari-hari, seperti pembungkus makanan dan minuman. Namun pemakaian plastik menyebabkan persoalan lingkungan yaitu sulit didaur ulang dan diuraikan secara alami oleh mikroba di dalam tanah (Syamsir, 2008). Alternatif untuk memecahkan masalah tersebut adalah mengembangkan bioplastik.

Bioplastik adalah plastik yang dapat terurai secara alami oleh mikroorganisme (Dewi *et al.*, 2015). Pengembangan bioplastik telah dilakukan diantaranya adalah komposit bioplastik tapioka dan glukomanan. Kedua bahan mempunyai potensi yang besar karena sudah diproduksi secara massal. Selain itu, tapioka dan glukomanan baik sendiri-sendiri maupun sebagai campuran mampu membentuk gel yang sangat baik sebagai salah satu faktor terbentuknya bioplastik maupun komposit bioplastik. Menurut Harsojuwono *et al.* (2017), formulasi komposit bioplastik terbaik adalah pati termodifikasi 4,5%; glukomanan 1,5%; asam asetat 93%.

Pengembangan komposit bioplastik tapioka dan glukomanan telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Abdurrozaq (2016) membuat komposit bioplastik menggunakan campuran tapioka dan glukomanan dengan rasio 7:3 menghasilkan karakteristik kuat tarik sebesar

9,3 MPa, elongasi sebesar 44,68%, penyerapan air sebesar 136,73 dan waktu degradasi selama 20 hari 11 jam. Komposit bioplastik yang dihasilkan belum memenuhi standar SNI, sehingga dibutuhkan bahan yang ditambahkan untuk memperbaiki ketahanan karakteristik komposit bioplastik maizena dan glukomanan. Sementara itu, menurut Darni dan Utami (2010), komposit bioplastik pati-glukomanan adalah sifatnya yang hidrofilik atau tidak tahan terhadap air, akibatnya memiliki nilai kuat tarik, perpanjangan saat putus, elastilitas dan *swelling* yang belum memenuhi standar. Untuk mengurangi sifat hidrofilik komposit dapat menambahkan komponen yang bersifat hidrofobik atau tahan air (Murdianto *et al.*, 2005). Salah satu bahan yang berpotensi untuk memperbaiki karakteristik hidrofobik dan karakteristik lain bioplastik adalah asam stearat (Pranindyah, 2016).

Penambahan asam stearat pada pembuatan bahan bioplastik akan menghasilkan bioplastik yang memiliki ketebalan yang tinggi namun menurunkan elongasi, kelarutan dan laju transmisi uap air *edible film* (Mujiarto, 2005).

Faktor selain konsentrasi asam stearat, yang juga berpengaruh terhadap karakteristik bioplastik maupun komposit bioplastik adalah suhu gelatinisasi. Pada penelitian Putra *et al.* (2019), menunjukkan bahwa bioplastik dari pati kulit singkong yang dibuat pada suhu gelatinisasi  $75 \pm 1^\circ\text{C}$  menggunakan pH 5 menghasilkan menghasilkan komposit

bioplastik akan tetapi belum memenuhi standar SNI.

Penelitian mengenai asam stearat dengan perlakuan suhu gelatinisasi dalam pembuatan komposit bioplastik berbahan baku tapioka dan glukomanan sudah ada informasinya akan tetapi penggabungan antara dua variabel tersebut masih belum ada informasinya. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk menentukan konsentrasi asam stearat dan suhu gelatinisasi yang tepat agar dihasilkan komposit bioplastik tapioka dan glukomanan yang terbaik untuk mendapatkan komposit bioplastic tapioka dan glukomanan yang sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Standar Internasional.

## METODE PENELITIAN

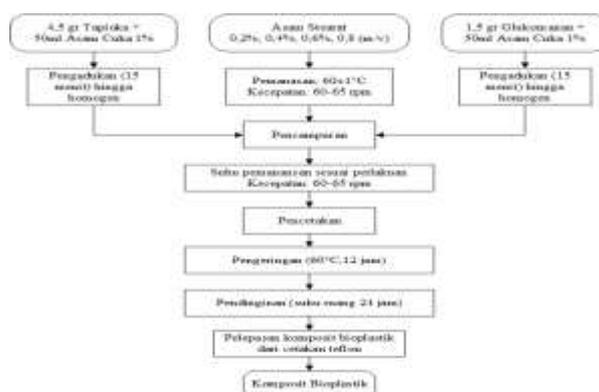
### Tempat dan Waktu

Pembuatan sampel, uji penyerapan air, biodegradasi dan uji laju transmisi uap air dilakukan di Laboratorium Biokimia dan Nutrisi serta Teknik Industri, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana. Uji gugus fungsi dilakukan di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana. Uji kuat Tarik, perpanjangan saat putus dan elastisitas dilakukan di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya, Malang. Waktu pelaksanaan penelitian pada bulan April-Juni 2021.

### Pelaksanaan Penelitian

Proses pembuatan bioplastik dilakukan dengan menimbang 4,5 g tapioka, 1,5 g glukomanan, asam stearat sesuai perlakuan dan larutan asam cuka 1% hingga total 100 mL. Selanjutnya tapioka dimasukkan ke *beaker glass* 1, glukomanan ke *beaker glass* 2 dan asam stearat ke *beaker glass* 3. Larutan asam cuka 1% dibagi menjadi dua bagian dan dituang ke dalam *beaker glass* 1 dan 2 yang berisi tapioka dan glukomanan. Kemudian kedua bahan diaduk

hingga terbentuk suspensi. Selanjutnya pada *beaker glass* 3 yang berisi asam stearat padat sesuai perlakuan dipanaskan hingga mencair. Setelah asam stearat mencair dimasukkan secara bertahap suspensi tapioka kemudian suspensi glukomanan. Campuran diaduk pada suhu sesuai perlakuan selama 4 menit. Setelah mencapai waktu 4 menit selanjutnya menuang campuran bahan ke cetakan teflon berdiameter 20 cm yang selanjutnya dikeringkan dengan suhu 50°C menggunakan oven selama 7 jam. Sample yang sudah mengering didiamkan pada suhu ruang selama 24 jam, selanjutnya komposit bioplastik dilepas dari teflon dan siap diuji (Harsojuwono *et al.*, 2017 modifikasi). Diagram alir proses pembuatan komposit bioplastik tapioka-glukomanan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan komposit bioplastik tapioka dan glukomanan (Harsojuwono *et al.*, 2017 modifikasi)

### Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah sifat mekanik bioplastik yang terdiri dari uji kuat tarik (*Tensile strength*) (SNI 7818:2014), uji perpanjangan (*elongation*) (SNI 7818:2014), elastisitas (*Modulus Young*) (SNI 7818: 2014), uji pengembangan tebal (*swelling*) (Darni dan Utami, 2010), laju transmisi uap air ((JIS) 2-1707), waktu biodegradasi (ASTM D5988) dan FTIR (Gable, 2014) dan Penentuan perlakuan terbaik (Harsojuwono *et al.*, 2017).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Kuat tarik**

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa jenis dan konsentrasi asam stearat dan suhu gelatinisasi berpengaruh sangat nyata ( $p < 0,01$ ), sedangkan interaksinya berpengaruh nyata

terhadap kuat tarik komposit bioplastik tapioka dan glukomanan. Nilai rata-rata kuat tarik komposit bioplastik tapioka dan glukomanan berkisar antara  $11,41 \pm 1,16$  -  $23,86 \pm 1,42$  MPa. Nilai rata-rata kuat tarik komposit bioplastik tapioka dan glukomanan dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Nilai rata-rata kuat tarik (MPa) komposit bioplastik tapioka-glukomanan

Konsentrasi Asam Stearat (%)	Suhu Gelatinisasi ( $^{\circ}\text{C}$ )			
	70 $\pm$ 1	75 $\pm$ 1	80 $\pm$ 1	85 $\pm$ 1
0,2	11,41 $\pm$ 1,16i	12,20 $\pm$ 0,61i	14,88 $\pm$ 0,95gh	14,06 $\pm$ 0,54h
0,4	17,89 $\pm$ 1,49cd	20,26 $\pm$ 1,13bc	23,86 $\pm$ 1,42a	20,80 $\pm$ 0,36b
0,6	16,11 $\pm$ 1,03efg	16,71 $\pm$ 0,30def	18,48 $\pm$ 0,03c	17,22 $\pm$ 0,31de
0,8	14,66 $\pm$ 0,16gh	15,23 $\pm$ 0,32fgh	15,55 $\pm$ 0,14efg	14,35 $\pm$ 0,61gh

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata pada baris dan kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5% ( $p < 0,05$ ).

Nilai kuat tarik yang tinggi menunjukkan tingginya kemampuan plastik menahan gaya yang diberikan. Semakin tinggi kuat tarik maka kemampuan plastik melindungi produk dari faktor-faktor mekanis, seperti tekanan fisik, adanya getaran, serta benturan antar bahan akan lebih baik (Yuliasih dan Raynasari, 2014). Tabel 1 menunjukkan bahwa interaksi komposit bioplastik tapioka-glukomanan dengan konsentrasi 0,4% asam stearat dengan suhu  $80 \pm 1^{\circ}\text{C}$  menghasilkan nilai kuat tarik tertinggi sebesar  $23,86 \pm 1,42$  MPa yang berbeda nyata dengan yang lainnya. Jumlah konsentrasasi asam stearat tertentu yang digunakan sebagai pemelastis berpengaruh terhadap bioplastik yang dihasilkan. Hal ini sebanding dengan penelitian menurut Cornelia *et al.* (2012) penambahan asam stearat pada edible film mampu memberi pengaruh terhadap struktur film yang dihasilkan.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) plastik 7818:2014 bahwa besarnya nilai kuat tarik untuk plastik adalah minimal 13,7 MPa. Nilai kuat tarik dari komposit bioplastik tapioka-glukomanan

pada penelitian ini sudah memenuhi standar nilai dari kuat tarik plastik pada Standar Nasional Indonesia (SNI) plastik 7818:2014 dengan nilai kuat tarik sebesar  $23,86 \pm 1,42$  Mpa.

**Perpanjangan Saat Putus**

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu gelatinisasi berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ), sedangkan perlakuan konsentrasi asam stearat dan interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap karakteristik perpanjangan saat putus komposit bioplastik tapioka-glukomanan. Nilai rata-rata perpanjangan saat putus komposit bioplastik tapioka-glukomanan antara  $5,42\% \pm 2,58$  -  $9,28\% \pm 0,2$  yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa komposit bioplastik tapioka-glukomanan dengan suhu gelatinisasi pada  $80 \pm 1^{\circ}\text{C}$  menghasilkan nilai pemanjangan saat putus yang tinggi sebesar  $9,28\% \pm 0,20$ . Hasil penelitian dapat dilihat bahwa nilai persentase suhu gelatinisasi sebesar  $75 \pm 1^{\circ}\text{C}$  dan  $80 \pm 1^{\circ}\text{C}$  menghasilkan nilai perpanjangan putus terbesar dikarenakan suhu rendah akan menghasilkan komposit bioplastik dengan struktur yang

kurang rapat, kandungan air dalam bahan lebih banyak dibanding pengaturan suhu yang lebih tinggi sehingga rata-rata nilai

perpanjangan yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan suhu yang tinggi (Pradipta dan Mawarni, 2012).

Tabel 2. Nilai rata-rata perpanjangan saat putus (%) komposit bioplastik tapioka-glukomanan

Konsentrasi Asam Stearat (%)	Suhu Gelatinisasi (°C)			
	70±1	75±1	80±1	85±1
0,2	6,88±1,54abc	8,33±0,51ab	8,91±0,31a	6,52±1,02bcd
0,4	5,42±2,58d	7,22±1,06abc	8,70±0,00ab	6,52±1,02bcd
0,6	7,61±0,51ab	9,09±0,56a	9,28±0,20a	5,80±2,05cd
0,8	6,52±1,02bcd	7,97±0,00ab	8,70±1,12ab	7,97±1,02ab

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata pada baris dan kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5% ( $p < 0,05$ ).

Keberadaan asam stearat sangat mempengaruhi nilai elongasi film yang dihasilkan, hal ini disebabkan karena asam stearat dapat memberikan efek plasticizing terhadap film bionanokomposit. Efek *plasticizing* ini dapat melemahkan gaya intermolekul antara rantai polimer yang berdekatan, sehingga fleksibilitas dan ekstensibilitas film meningkat (Pamela *et al.*, 2017)

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) plastik 7818:2014 bahwa besarnya nilai perpanjangan saat putus untuk plastik adalah 400-1120%. Sedangkan nilai perpanjangan saat putus dari komposit

bioplastik tapioka dan glukomanan pada penelitian ini belum memenuhi standar nilai dari perpanjangan saat putus plastik

#### Elastisitas

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi asam stearat berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap elastisitas komposit bioplastik tapioka dan glukomanan. Nilai elastisitas komposit bioplastik tapioka dan glukomanan berkisar antara 146,43±1,65 MPa sampai 364,84±146,19 MPa. Nilai elastisitas komposit bioplastik tapioka dan glukomanan dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Nilai rata-rata elastisitas (MPa) komposit bioplastik tapioka-glukomanan

Konsentrasi Asam Stearat (%)	Suhu Gelatinisasi (°C)			
	70±1	75±1	80±1	85±1
0,2	167,99± 20,73ef	146,43±1,65f	167,26±16,44f	219,00±42,66bcde
0,4	364,84±146,19a	282,33±25,76abcd	274,40±16,33abcd	323,31±56,36ab
0,6	211,80±0,72cdef	184,05±8,07def	199,29±4,11cdef	315,81±106,34abc
0,8	227,39±33,27bcde	191,03±4,03cdef	180,30±24,74ef	182,00±31,11ef

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata pada baris dan kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5% ( $p < 0,05$ ).

Tabel 3 menunjukkan bahwa komposit bioplastik tapioka dan glukomanan dengan konsentrasi 0,4% menghasilkan nilai elastisitas yang tinggi sebesar 364,84±146,19 MPa. Elastisitas merupakan ukuran perbandingan antara kuat tarik dengan

perpanjangan saat putus saat putus. Menurut Setiani *et al.*, (2013) elastisitas berbanding lurus dengan kuat tarik dan berbanding terbalik dengan perpanjangan saat putus saat putus. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 3, nilai kuat tarik dan nilai elastisitasi

tertinggi terdapat pada komposit bioplastik tapioka dan glukomanan dengan konsentrasi 0,4% asam stearat. Sedangkan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa, komposit bioplastik tapioka dan glukomanan dengan konsentrasi 0,4% asam stearat mempunyai nilai perpanjangan saat putus yang paling rendah.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) plastik 7818:2014 bahwa besarnya nilai elastisitas untuk plastik adalah minimal 200 MPa. Nilai elastisitas komposit bioplastik tapioka dan glukomanan dengan konsentrasi asam stearat 0,4% sudah memenuhi standar.

Tabel 4. Nilai rata-rata penyerapan air (%) komposit bioplastik tapioka-glukomanan

Konsentrasi Asam Stearat (%)	Suhu Gelatinisasi (°C)			
	70±1	75±1	80±1	85±1
0,2	145,97±5,70bc	125,45±5,06fg	125,50±9,55ef	163,33±4,71a
0,4	131,38±5,81cde	105,71±0,00ghi	111,52±4,51gh	130,14±1,57de
0,6	158,72±0,93ab	141,30±5,88bc	116,72±16,75g	98,61±1,96hi
0,8	90,18±6,81ij	85,84±4,73j	86,02±16,41j	88,19±0,98j

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata pada baris dan kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5% ( $p < 0,05$ ).

Tabel 4 menunjukkan interaksi antar perlakuan komposit bioplastik tapioka dan glukomanan dengan konsentrasi 0,2% asam stearat dengan suhu gelatinisasi 85±1°C menghasilkan persentase penyerapan air tertinggi dengan nilai 163,33±4,71% yang berbeda nyata dengan konsentrasi 0,6% asam stearat dengan suhu gelatinisasi 70±1°C. Sedangkan komposit bioplastik tapioka dan glukomanan dengan konsentrasi 0,8% asam stearat dengan suhu gelatinisasi 75±1°C menghasilkan persentase penyerapan air terendah dengan nilai 85,84±4,73. Mandei dan Muis (2018) penambahan asam stearat mempengaruhi ketebalan film yang dihasilkan. Ketebalan film cenderung meningkat dengan semakin bertambahnya bahan yang digunakan dalam proses pembuatan film seperti asam stearat. Ini disebabkan karena semakin banyak bahan yang digunakan dalam suatu volume yang sama maka total padatan terlarut makin

### Pengembangan Tebal

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi asam stearat dan suhu gelatinisasi serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap pengembangan tebal komposit bioplastik tapioka dan glukomanan. Nilai pengembangan tebal komposit bioplastik tapioka dan glukomanan berkisar antara 85,84% sampai 163,33%. Nilai pengembangan tebal komposit bioplastik maizena dan glukomanan dapat dilihat pada Tabel 4

bertambah yang menyebabkan meningkatnya ketebalan film.

Berdasarkan hasil penelitian ini nilai penyerapan air komposit bioplastik belum memenuhi standar EN 317 yang mana nilai persentase penyerapan air bioplastik adalah 1,44%.

### Laju Transmisi Uap Air

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi asam stearat dan suhu gelatinisasi serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap laju transmisi uap air komposit bioplastik tapioka dan glukomanan. Nilai laju transmisi uap air komposit bioplastik tapioka dan glukomanan berkisar antara 0,74±0,02-1,11±0,02 g/m<sup>2</sup>.jam. Nilai laju transmisi uap air komposit bioplastik tapioka dan glukomanan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai rata-rata laju transmisi uap air ( $\text{g/m}^2 \cdot \text{jam}$ ) komposit bioplastik tapioka-glukomanan

Konsentrasi Asam Stearat (%)	Suhu Gelatinisasi ( $^{\circ}\text{C}$ )			
	70 $\pm$ 1	75 $\pm$ 1	80 $\pm$ 1	85 $\pm$ 1
0,2	1,11 $\pm$ 0,02a	1,08 $\pm$ 0,02abc	1,08 $\pm$ 0,02ab	1,03 $\pm$ 0,02d
0,4	1,08 $\pm$ abcd	1,08 $\pm$ 0,02bcd	1,05 $\pm$ 0,02cd	1,05 $\pm$ 0,02cd
0,6	0,77 $\pm$ 0,02fg	0,83 $\pm$ 0,04ef	1,08 $\pm$ 0,02bcd	0,74 $\pm$ 0,02g
0,8	0,77 $\pm$ 0,02fg	0,78 $\pm$ 0,04efg	0,76 $\pm$ 0,07g	0,85 $\pm$ 0,02e

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata pada baris dan kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5% ( $p < 0,05$ ).

Interaksi komposit bioplastik tapioka-glukomanan antar perlakuan konsentrasi asam stearat dan suhu gelatinisasi menghasilkan nilai laju transmisi uap air tertinggi (1,11  $\text{g/m}^2 \cdot \text{jam}$ ) ditunjukkan oleh komposit bioplastik tapioka-glukomanan yang menggunakan perlakuan konsentrasi asam stearat 0,2% dan suhu gelatinisasi 70 $\pm$ 1 $^{\circ}\text{C}$  yang tidak berbeda nyata dengan komposit bioplastik konsentrasi asam stearat 0,2% dengan suhu gelatinisasi 75 $\pm$ 1 $^{\circ}\text{C}$  dan 80 $\pm$ 1 $^{\circ}\text{C}$  dan juga tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 0,4% asam stearat dengan suhu gelatinisasi 70 $\pm$ 1 $^{\circ}\text{C}$ . Menurut Mandei dan Muis (2018) penambahan asam stearat mempengaruhi laju transmisi uap air dari film yang dihasilkan. Penambahan asam stearat cenderung menurunkan laju transmisi uap air dari film yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan asam stearat merupakan lipid sehingga melindungi produk dari migrasi uap air.

Penambahan konsentrasi asam yang mengandung sifat hidrofobik yang semakin besar mengakibatkan laju transmisi uap airnya semakin menurun. Hal tersebut dikarenakan migrasi uap air umumnya hidrofobik bahan perlu diperhatikan untuk memperoleh nilai laju transmisi uap air yang tepat (Garcia *et al.*, 2000).

Berdasarkan Japan International Standar (JIS) 2-1707 bahwa besarnya nilai laju transmisi uap air untuk plastik adalah maksimal 0.0292  $\text{g/m}^2 \cdot \text{jam}$ . Sedangkan nilai laju transmisi uap air dari komposit bioplastik tapioka dan glukomanan pada penelitian ini adalah 0,74  $\text{g/m}^2 \cdot \text{jam}$  yang berarti belum

memenuhi standar nilai dari laju transmisi uap air plastik.

### Biodegradasi

Pengukuran bioedegradasi bertujuan untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan komposit bioplastik yang dihasilkan dapat terurai di lingkungan. Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi asam stearat berpengaruh sangat nyata ( $p < 0,01$ ) sedangkan perlakuan suhu gelatinisasi dan interaksinya berpengaruh nyata terhadap elastisitas komposit bioplastik tapioka dan glukomanan. Nilai biodegradasi komposit bioplastik tapioka dan glukomanan berkisar antara 7-8 hari. Nilai biodegradasi komposit bioplastik tapioka dan glukomanan dapat dilihat pada Tabel 6.

Pada Tabel 6 menunjukkan bahwa interaksi antar perlakuan konsentrasi asam stearat dan suhu gelatinisasi waktu biodegradasi berkisar antara 7 sampai 8 hari. Waktu biodegradasi yang tinggi dimiliki oleh komposit bioplastik dengan perlakuan penambahan konsentrasi 0,8% asam stearat dengan suhu gelatinisasi 80 $\pm$ 1 $^{\circ}\text{C}$  dan 85 $\pm$ 1 $^{\circ}\text{C}$  yang berbeda nyata dengan lainnya.

Bioplastik didegradasi oleh bakteri dengan memotong rantai polimer menjadi monomer-monomer. Hasil biodegradasi polimer tersebut menghasilkan senyawa-senyawa organik yang relative tidak berbahaya bagi lingkungan (Huda dan Firdaus, 2007). Firdaus dan Anwar (2004) menyatakan bahwa bioplastik adalah plastik yang memiliki bahan dasar alam yang dalam

keadaan dan waktu tertentu akan mengalami perubahan pada struktur kimianya dipengaruhi oleh mikroorganisme. Proses

biodegradasi bermula dari gugus hidroksil O-H dalam matriks pati menginisiasi reaksi hidrolisis setelah mengabsorpsi air dari tanah.

Tabel 6. Nilai rata-rata biodegradasi (hari) komposit bioplastik tapioka-glukomanan

Konsentrasi Asam Stearat (%)	Suhu Gelatinisasi (°C)			
	70±1	75±1	80±1	85±1
0,2	7,00±0,00c	7,00±0,00c	7,00±0,00c	7,00±0,00c
0,4	7,00±0,00c	7,00±0,00c	7,00±0,00c	7,00±0,00c
0,6	7,00±0,00c	7,00±0,00c	7,00±0,00c	7,00±0,00c
0,8	7,00±0,00c	7,50±0,71b	8,00±0,00a	8,00±0,00a

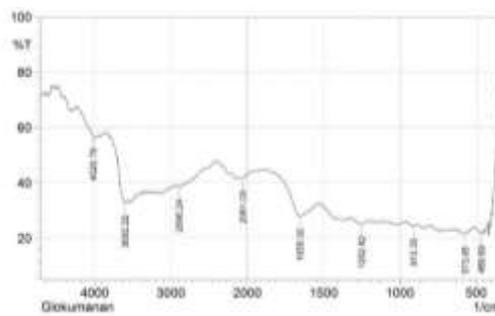
Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata pada baris dan kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5% (p<0,05).

Akibat reaksi hidrolisis ini, matriks polimer terdekomposisi ke dalam potongan-potongan kecil dan secepatnya menghilang dalam tanah tersebut. Reaksi ini tidak membutuhkan waktu yang cukup lama, sehingga tidak akan menimbulkan pencemaran lingkungan (Ardiansyah, 2011).

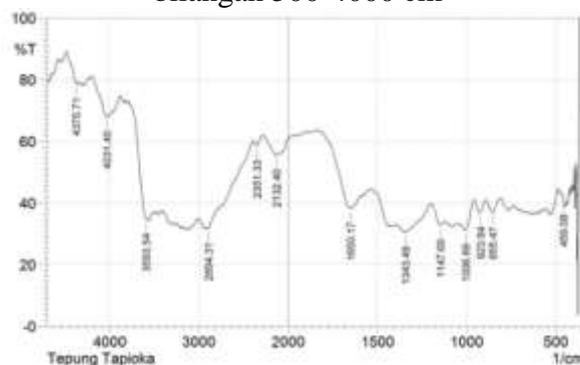
Berdasarkan Standar Internasional (ASTM D5988) nilai biodegradasi untuk plastik adalah maksimal 60 hari. Nilai laju biodegradasi dari komposit bioplastik tapioka dan glukomanan pada penelitian ini berkisar antara 7-8 hari. Kemampuan terdegradasi tersebut telah memenuhi Standar Internasional (ASTM D5988).

**Gugus Fungsi**

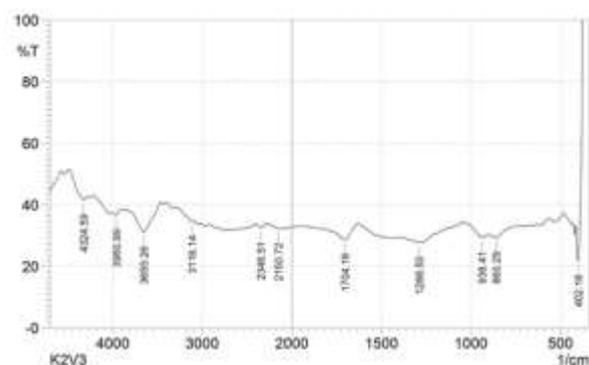
Pengujian FTIR berfungsi untuk mengidentifikasi interaksi antara tapioka dan glukomanan dengan asam stearat dalam sampel bioplastik. Sampel yang digunakan pada pengujian FTIR pada penelitian ini adalah tepung tapioka, tepung glukomanan dan sampel bioplastik hasil kuat tarik tertinggi (24,86 MPa) yang merupakan sampel bioplastik dengan konsentrasi asam stearat 0,4% dan suhu gelatinisasi 80±1°C. Hasil uji FTIR penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2, 3, dan 4 berikut ini.



Gambar 3. Spektrogram glukomanan pada bilangan 500-4000 cm<sup>-1</sup>



Gambar 2. Spektrogram tapioka pada bilangan 500-4000 cm<sup>-1</sup>



Gambar 4. Bilangan gelombang komposit bioplastik tapioka dan glukomanan dengan campuran asam stearat 0,4% dan suhu gelatinisasi  $80 \pm 1^\circ\text{C}$  pada bilangan  $500\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$

Bahan baku tapioka mengandung gugus fungsi O-H pada bilangan gelombang 3593,54, gugus fungsi C-H pada bilangan gelombang 2894,31, gugus fungsi  $\text{C}\equiv\text{C}$  pada bilangan gelombang 2132,40, gugus fungsi C=C pada bilangan gelombang 1650,17, gugus fungsi  $\text{NO}_2$  pada bilangan gelombang 1343,48, gugus fungsi C-O pada bilangan 1147,69, gugus fungsi C-H pada bilangan 923,94 dan 855,47 serta gugus fungsi  $-(\text{CH}_2)_n$  pada bilangan 495,08. Sementara itu bahan baku glukomanan mengandung gugus fungsi O-H pada bilangan gelombang 3602,22, gugus fungsi C-H pada bilangan gelombang 2896,24, gugus fungsi C=C pada

bilangan gelombang 1655, gugus fungsi C-O pada bilangan gelombang 1252,82, gugus fungsi C-H pada bilangan gelombang 913,33, dan gugus fungsi  $-(\text{CH}_2)_n$  pada bilangan gelombang 469,69 dan 573,85.

Komposit bioplastik tapioka-glukomanan mengandung gugus fungsi hidroksil (O-H) pada bilangan gelombang 3655,26 dan 3116,14, gugus fungsi Alkuna ( $\text{C}\equiv\text{O}$ ) pada bilangan gelombang 2150,72, gugus fungsi Aldehid ( $\text{C}=\text{O}$ ) pada bilangan gelombang 1704,18, gugus fungsi Asam Karboksilat (C-O) pada bilangan 1288,50, gugus fungsi Alkena (C-H) pada bilangan 928,41 dan 860,29 serta gugus fungsi hidrokarbon  $(\text{CH}_2)_n$  pada bilangan gelombang 402,18. Menurut Harsojuwono *et al.*, (2018) bioplastik dengan rasio komposit bahan (4:1:1) menghasilkan gugus fungsi O-H, C-H, C-O,  $(\text{CH}_2)_n$  dan C=C. Gugus fungsi komposit bioplastik glukomanan dan tapioka sesuai dengan gugus fungsi yang dihasilkan pada penelitian tersebut yaitu gugus fungsi O-H, C-H, C-O,  $(\text{CH}_2)_n$  dan C=C. Menurut Darni dan Utami (2010) Ikatan kimia yang kuat bergantung pada jumlah ikatan molekul dan jenis ikatannya. Semakin banyak ikatan antar molekul semakin kuat bahan yang dihasilkan. Daerah serapan dan bilangan gelombang pada masing masing bahan dan gugus fungsinya dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Daerah serapan dan gugus fungsi komposit bioplastik (Pavia *et al.*, 2009)

Bilangan Gelombang Tapioka	Bilangan Gelombang Glukomanan	Bilangan Gelombang Komposit Bioplastik	Daerah serapan ( $\text{cm}^{-1}$ )	Gugus Fungsi	Tipe Senyawa
3593,54	3602,22	3655,26 dan 3116,14	3100-3700	O-H	Alkohol
2894,31	2896,24	-	2850-2970	C-H	Alkana
2132,40	-	2150,72	2100-2260	$\text{C}\equiv\text{C}$	Alkuna
-	-	1704,18	1690-1760	C=O	Aldehid, Keton, Asam Karboksilat, Ester

1650,17	1655	-	1610-1680	C=C	Alkena
1343,48	-	-	1300-1370	NO <sub>2</sub>	Senyawa Nitro
1147,69	1252,82	1288,50	1050-1300	C-O	Alkohol, Eter, Asam Karboksilat, Ester
923,94 dan 855,47	913,33	938,41 dan 860,29	675-995	C-H	Alkena
495,08	469,69 dan 573,85	402,18	<600	- (CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub>	Hidrokarbon

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Konsentrasi asam stearat dan suhu gelatinisasi berpengaruh sangat nyata terhadap kuat tarik, pengembangan tebal, laju transmisi uap air dan biodegradasi. Interaksi antar perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap kuat tarik, pengembangan tebal, laju transmisi uap air dan biodegradasi serta berpengaruh nyata terhadap pemanjangan putus dan elastisitas.
2. Komposit bioplastik tapioka dan glukomanan yang terbaik diperoleh oleh sampel bioplastik dengan perlakuan konsentrasi 0,4% asam stearat dengan suhu gelatinisasi  $80 \pm 1^\circ\text{C}$  menghasilkan kuat tarik 23,86 MPa, nilai perpanjangan saat putus sebesar 8,70%, nilai elastisitas sebesar 274,40 MPa, nilai penyerapan air sebesar 111,52%, nilai laju transmisi uap air sebesar 1,05 g/m<sup>2</sup>.jam dan biodegradasi selama 7 hari. Hasil analisis FTIR menunjukkan komposit bioplastik tapioka dan glukomanan mengandung gugus fungsi hidroksil (O-H), alkuna (C≡H), aldehyd (C=O), asam karboksilat (C-O), alkena (C-H) dan hidroksil hidrokarbon (CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>.

### Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam mengembangkan dan mengoptimalkan bioplastik dengan menambahkan penguat (filler) untuk memperbaiki variabel perpanjangan saat putus, pengembangan tebal dan laju transmisi uap air sehingga komposit bioplastik tapioka-glukomanan dapat memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) maupun Standar Internasional

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrozaq, M. 2016, Sintesis dan karakterisasi plastik biodegradable dari campuran glukomanan porang (*Amorphophallus oncophyllus Pr.*) dan pati singkong (*manihot esculenta*) dengan plasticizer gliserol. Doctoral dissertation. Universitas Negeri Semarang.
- Cornelia, M., N.A. Anugrahati, dan C. Christina. 2012. Pengaruh penambahan pati bengkoang terhadap karakteristik fisik dan mekanik edible film. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 34(2), 263-271.
- Darni, Y. dan H. Utami. 2010. Studi pembuatan dan karakteristik sifat mekanik dan hidrofobisitas bioplastik dari pati sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 7(4) : 88-93
- Dewi, G.A.A.M.P., B. A. Harsojuwono, dan I. W. Arnata. 2015. Pengaruh campuran bahan komposit dan konsentrasi

- gliserol terhadap karakteristik bioplastik dari pati kulit singkong dan kitosan. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 3 (3) : 41 – 50.  
<https://ojs.unud.ac.id/index.php/jtip/article/view/18810>
- Firdaus, F. dan C. Anwar. 2004. Potensi Limbah Padat-cair Industri Tepung Tapioka Sebagai Bahan Baku Film Plastik Biodegradable. *LOGIKA*, 1 (2): 38–44.
- Garcia M.A., M.N. Martino, N.E. Zaritzky. 2000. Lipid addition to improve barrier properties of edible starch-based films and coatings. *Journal of Food Science*, 65(2):941–947.
- Harsojuwono, B. A., I. W. Arnata, dan S. Mulyani. 2017. Biodegradable plastik characteristics of cassava starch modified in variations temperature and drying time. *Chemical and Process Engineering Research*, 49 (1): 1 – 5.
- Huda, T. dan F. Firdaus. 2007. Karakteristik fisikokimiawi film plastik biodegradable dari komposit pati singkong-ubi jalar. *Jurnal Penelitian dan Sains “Logika”*, 4(2) : 3-10.
- Mandel, J.H., dan A. Muis. 2018. Pengaruh konsentrasi karaginan, jenis dan konsentrasi lipid pada pembuatan edible coating/film dan aplikasinya pada buah tomat apel dan kue nogat. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 10 (1) :25-36.
- Mujiarto, I. 2005. Sifat dan karakteristik material plastik dan bahan aditif. *Traksi*, 3(2) : 65.
- Murdianto dan Wiwit. 2005. Sifat fisik dan mekanik *edible film* ekstrak daun janggolan (*Mesona palustris*). *Jurnal Agrosains*, 18 :3-10
- Pamela, V. Y., R. Syarief, E.S. Iriani, dan N.E. Suyatma. 2017. Karakteristik mekanik, termal dan morfologi film polivinil alkohol dengan penambahan nanopartikel ZnO dan asam stearat untuk kemasan multilayer.
- Pavia, D. L., G. M. Lampman., G. S. Kriz., J. R. dan Vyvyan. 2009. *Intoduction to Spectroscopy*, 4<sup>th</sup> Edition. Brooks/Cole Cengage Learning. United State of America.
- Pradipta, I. M. D. dan L. J. Mawarni. 2012. Pembuatan dan Karakterisasi Polimer Rumah Lingkungan Berbahan Dasar Glukomanan Umbi Porang. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 1(1): 1-6.
- Pranindyah, A.T. 2016. Pembuatan dan Karakteristik *Edible film* Komposit dari Pati Ganyong (*Canna edulis* Ker.) – Karagenan dan Asan Stearat. Artikel. Universitas Pasundan. Bandung.
- Putra, D. M. D. P., B. A. Harsojuwono, dan A. Hartiati. 2019. Studi suhu dan pH gelatinisasi pada pembuatan bioplastik dari pati kulit singkong. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 7 (3):441-449.  
<https://ojs.unud.ac.id/index.php/jtip/article/view/52691>
- Setiani, W., T. Sudiarti, dan L. Rahmidar. 2013. Preparasi dan karakterisasi edible film dari poliblend pati sukunkitosa. *Jurnal Kimia Valensi*, 3(2).
- Syamsir, E. 2008. Plastik dari senyawa limonene,  
<http://www.chemistry.org/artikel> [23 November 2020]
- Yuliasih, I. dan R. Biantri. 2014. Pengaruh suhu penyimpanan terhadap sifat fisik mekanik kemasan platik ritel. In *Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet dan Plastik*, 3 (1).