

Pengaruh Konsentrasi Asam Stearat dan Lama Pengadukan Proses Gelatinisasi terhadap Karakteristik Komposit Bioplastik Maizena-Glukomanan
The Effect of Stearic Acid Concentration and Stirring Time of Gelatinization Process on the Characteristics of Cornstarch–Glucomannan Bioplastic Composite

Reksi Julnigo Haloho, Bambang Admadi Hasojuwono*, Ni Putu Suwariani

PS Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Kode pos : 80361; Telp/Fax : (0361) 701801

Diterima 24 September 2021 / Disetujui 12 November 2021

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of stearic acid concentration and the stirring time and also the interaction of both on the characteristic of the cornstarch-glucomannan bioplastic composite and also to determine the cornstarch-glucomannan bioplastic composite on the concentration of stearic acid and stirring time produce the best characteristic. The research used a factorial randomized block design. The first factor is the concentration of stearic acid consisting of 4 levels that is 0.1%; 0.2%; 0.3%; 0.4% (w/w). The second factor is stirring time consisting of 4 levels that are 3, 4, 5, 6 minutes. The observed variable on this study were tensile strength, elongation at break, modulus young, swelling, water vapour transmission rate (WVTR), biodegradation, and functional group profile. The data were analyzed of variant and continued with Duncan Multiple Range Test (DMRT). The result of this study indicate that the concentration of stearic acid and stirring time of gelatinization process has a very significant effect on the tensile strength, modulus young, swelling, water vapour transmission rate (WVTR), biodegradation, but the concentration of stearic acid had no significant effect on elongation at break. The interaction between treatments has a very significant effect on elongation at break. Concentration stearic acid 0.4% and stirring time 6 minutes treatment resulted in the best bioplastic composite with a tensile strength 22.17 MPa, elongation at break 8.55%, modulus young 260.87 MPa, swelling 81.58%, water vapour transmission rate 0.638 g/m².hour and biodegradability 7 days. The composite of cornstarch-glucomannan and stearic acid consists of hydroxyl (O-H), carboxyl (C-O), carbonyl (C=O), and hydrocarbon (CH₂)_n.

Keywords : *bioplastic, cornstarch, glucomannan, stearic acid, stirring time*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi asam stearat dan lama pengadukan serta interaksi keduanya terhadap karakteristik komposit bioplastik maizena-glukomanan dan juga menentukan komposit bioplastik maizena-glukomanan pada konsentrasi asam stearat dan lama pengadukan yang menghasilkan karakteristik terbaik. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Percobaan Faktorial. Faktor pertama adalah konsentrasi asam stearat yang terdiri dari 4 taraf, yaitu 0,1%, 0,2%, 0,3%, dan 0,4% (b/b). Faktor kedua adalah lama pengadukan yang terdiri dari 4 taraf, yaitu 3, 4, 5, dan 6 menit. Variabel yang diamati pada penelitian ini yaitu kuat tarik, perpanjangan saat putus, elastisitas, pengembangan

*Korespondensi Penulis:
Email: bambang.admadi@unud.ac.id

tebal, laju transmisi uap air, biodegradasi dan analisis gugus fungsi. Data yang dihasilkan dianalisis keragamannya dan apabila terdapat pengaruh antara perlakuan dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda Duncan (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi asam stearat dan lama pengadukan berpengaruh sangat nyata terhadap kuat tarik, elastisitas, pengembangan tebal/*swelling*, laju transmisi uap air dan biodegradasi tetapi konsentrasi asam stearat tidak berpengaruh nyata terhadap perpanjangan putus. Interaksi antar perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap perpanjangan saat putus. Konsentrasi asam stearat 0,4% dan lama pengadukan 6 menit menghasilkan karakteristik komposit bioplastik terbaik dengan nilai kuat tarik 22,17 MPa, perpanjangan saat putus 8,55%, elastisitas 260,87 MPa, pengembangan tebal 81,58%, laju transmisi uap air 0,638 g/m².jam, dan biodegradasi 7 hari. Komposit bioplastik maizena-glukomanan dengan asam stearat ini mengandung gugus fungsi hidroksil (O-H), karboksil (C-O), karbonil (C=O) dan hidrokarbon (CH₂)_n.

Kata kunci : bioplastik, maizena, glukomanan, asam stearat, waktu pengadukan

PENDAHULUAN

Penggunaan plastik tidak lepas dari kehidupan manusia sehari-hari, dan dapat menimbulkan masalah pencemaran lingkungan yang dapat merusak ekosistem alam (Setiani *et al.*, 2013). Permasalahan lingkungan akibat sampah plastik ini membutuhkan solusi alternatif untuk mengatasinya, salah satu solusinya adalah dengan pembuatan *biodegradable plastic* atau bioplastik.

Bioplastik merupakan plastik yang dapat digunakan layaknya plastik konvensional, namun akan terdegradasi oleh aktivitas mikroorganisme setelah dipakai dan dibuang ke lingkungan (Saputro *et al.*, 2017). Bioplastik memiliki sifat yang ramah lingkungan karena sifatnya yang dapat terdegradasi di alam (Coniwati *et al.*, 2014). Bioplastik berbahan dasar dari alam yang dapat diperbaharui seperti pati, selulosa, kolagen, kasein, protein atau lipid yang terdapat pada hewan. Selama ini pengembangan pembuatan bioplastik sudah banyak digunakan tetapi belum menghasilkan bioplastik yang memenuhi standar. Upaya yang telah dilakukan peneliti untuk memperbaiki karakteristik bioplastik adalah dengan menggabungkan beberapa jenis bahan agar membentuk komposit.

Hasil penelitian terdahulu Indrawati *et al.*, (2019) pembuatan komposit maizena dan glukomanan dengan rasio sebesar 4,5

g:1,5g menghasilkan bioplastik terbaik dengan karakteristik kuat tarik komposit bioplastik sebesar 3,390 Mpa. Komposit bioplastik yang dihasilkan belum memenuhi standar SNI, sehingga dibutuhkan bahan yang ditambahkan untuk memperbaiki karakteristik komposit bioplastik maizena dan glukomanan. Selain kuat tarik, kelemahan komposit bioplastik maizena-glukomanan yang lain adalah sifatnya yang hidrofilik atau suka air, akibatnya komposit bioplastik memiliki nilai kuat tarik, perpanjangan saat putus, elastisitas dan *swelling* yang belum memenuhi standar (Darni *et al.*, 2010). Untuk memperbaiki karakteristik ketahanan air komposit bioplastik maizena-glukomanan maka perlu menambahkan komponen yang bersifat hidrofobik (Murdianto *et al.*, 2005). Salah satu bahan yang berpotensi untuk memperbaiki karakteristik ketahanan air komposit bioplastik adalah asam stearat (Pranindyah, 2016).

Hasil penelitian Mandei *et al.*, (2018) pembuatan *edible film* menggunakan karaginan dan asam stearat dengan konsentrasi 0,1-0,5% menghasilkan *edible film* terbaik dengan menggunakan 0,2-0,3% asam stearat dengan nilai laju transmisi uap air 606-640 gr/m².hari. Sedangkan penelitian Meirillia *et al.*, (2014) menggunakan pati ganyong dan asam stearat dengan konsentrasi 0,1-0,5% menghasilkan *edible film* terbaik dengan konsentrasi 0,4% asam stearat dengan

nilai laju transmisi uap air 201,15 gr/m².hari. Asam stearat dapat digunakan dan akan memperkecil nilai laju transmisi uap air karena sifat hidrofobik asam stearat yang menyebabkan uap air sulit untuk menembus sampel komposit bioplastik (Santoso *et al.*, 2004). Konsentrasi asam lemak yang ditambahkan mempunyai efek yang besar terhadap penghambatan uap air komposit bioplastik yang dihasilkan. Semakin banyak konsentrasi asam lemak yang ditambahkan maka sifat hidrofobik bioplastik akan semakin besar sehingga laju transmisi uap airnya semakin menurun, sehingga rasio hidrofilik-hidrofobik bahan perlu diperhatikan untuk memperoleh nilai WVTR yang tepat (Apriani, 2020).

Keberhasilan pembuatan bioplastik juga dipengaruhi oleh proses gelatinisasi. Proses gelatinisasi dipengaruhi beberapa faktor seperti sumber pati, konsentrasi pati, ukuran granula pati, kandungan amilosa pati, pH larutan, suhu dan waktu gelatinisasi. Suhu dan waktu memberi pengaruh terhadap proses gelatinisasi berkaitan dengan keberhasilan hasil bioplastik. Penelitian Indrawati *et al.* (2019) pada suhu 80±1°C dan lama gelatinisasi 4 menit berhasil membuat bioplastik tetapi belum memenuhi standar SNI. Sedangkan penelitian Dewi *et al.*, (2017) menghasilkan bioplastik alginat rumput laut *Ulva lactuca* dengan karakteristik bioplastik yang baik pada suhu 80±1°C dan lama gelatinisasi 5 menit. Maka dari beberapa contoh penelitian tersebut dapat diketahui bahwa masing-masing proses gelatinisasi memiliki suhu yang sama, akan tetapi memiliki waktu gelatinisasi yang berbeda, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai waktu gelatinisasi untuk mengetahui waktu gelatinisasi yang tepat terhadap komposit bioplastik maizena-glukomanan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi asam stearat dan waktu pengadukan proses

gelatinisasi terhadap karakteristik komposit bioplastik maizena dan glukomanan dan mengetahui konsentrasi asam stearat dan waktu pengadukan proses gelatinisasi yang optimal sehingga dihasilkan karakteristik komposit bioplastik maizena-glukomanan yang terbaik. Penelitian mengenai komposit bioplastik menggunakan asam stearat belum banyak informasinya. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan komposit bioplastik yang sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Standar International.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biokimia dan Nutrisi, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana. Penelitian ini berlangsung pada Bulan April sampai dengan Mei 2021.

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah maizena (*maizenaku*), glukomanan (*konjac*), aquadest, asam asetat/asam cuka 1% dan asam stearat.

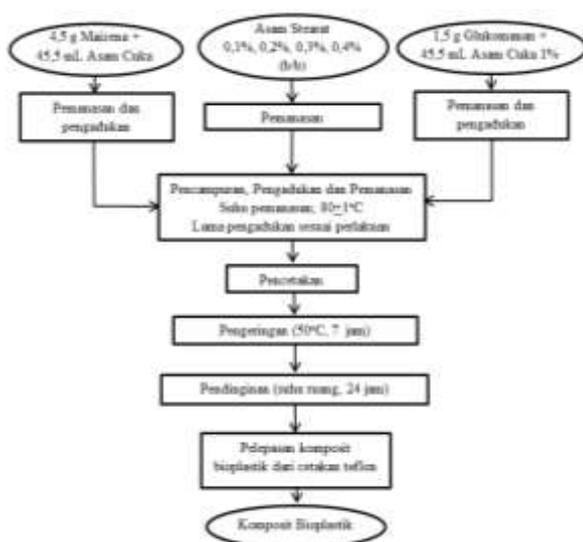
Alat uji yang digunakan pada penelitian ini yaitu alat uji mekanik (ASTM D638 *Strength ZP Recorder 50 N Imada*) dan alat uji FTIR spektrometer (*IR Prestidge-21 Shimadzu*). Peralatan untuk membuat bioplastik meliputi: sendok pengaduk, gelas ukur 100mL, gelas beker 100 mL dan 250 mL, *hotplate* (JP. SELECTA), termometer, pipet tetes, cetakan teflon berdiameter 20 cm, oven, timbangan analitik (*ohaus*), cawan, desikator, *silica gel*, dan tabung reaksi.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) percobaan faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi asam stearat terdiri dari 4 taraf, yaitu : 0,1%, 0,2%, 0,3%, dan 0,4 (b/b). Faktor kedua adalah lama

pengadukan proses gelatinisasi terdiri dari 4 taraf, yaitu 3, 4, 5, dan 6 menit.. Masing-masing perlakuan dikelompokkan menjadi 2 berdasarkan waktu pembuatan bioplastik, sehingga diperoleh 32 unit percobaan. Data hasil pengamatan dianalisis keragamannya (ANOVA), dan apabila terdapat pengaruh antara perlakuan dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda Duncan (DMRT).

Pelaksanaan Penelitian



Gambar 3. Diagram alir pembuatan komposit bioplastik (Harsojuwono *et al.*, 2017 modifikasi)

Proses pembuatan bioplastik dilakukan dengan menimbang maizena-glukomanan sebanyak 6g (4,5g:1,5g) berdasarkan Indrawati *et al.*, (2019), mengukur asam stearat sesuai perlakuan, mengukur asam asetat 1% dengan total 100mL. Selanjutnya, maizena dimasukkan ke gelas beker 1, glukomanan ke gelas beker 2 dan asam stearat ke gelas beker 3. Selanjutnya, asam asetat 1% dibagi dan dituang ke dalam gelas beker 1 dan 2 yang berisi maizena dan glukomanan. Kemudian, kedua bahan dipanaskan dan diaduk menggunakan *hotplate* selama 5 menit dengan kecepatan pengadukan 60-65 rpm hingga terbentuk gel. Disaat yang bersamaan dilakukan pemanasan

terhadap asam stearat padat sesuai perlakuan 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4% (b.b). Saat maizena dan glukomanan telah membentuk gel dan asam stearat telah mencair, kemudian dituang secara bertahap campuran maizena, kemudian campuran glukomanan ke dalam gelas beker 3 yang berisi asam stearat padat yang sudah mencair. Setelah tercampur, kemudian seluruh campuran bahan diaduk sesuai perlakuan lama gelatinisasi dengan kecepatan pengadukan 60-65 rpm. Pertahankan suhu gelatinisasi sekitar $80 \pm 1^\circ\text{C}$ selama proses gelatinisasi berlangsung. Setelah mencapai waktu perlakuan selanjutnya menuang campuran bahan ke cetakan teflon berdiameter 20 cm. Kemudian sampel dikeringkan pada suhu 50°C menggunakan oven selama 7 jam. Setelah sampel kering, kemudian sampel didiamkan pada suhu ruang selama 24 jam. Setelah 24 jam, kemudian komposit bioplastik dilepaskan dari teflon dan sampel siap diuji (Harsojuwono *et al.*, 2017 modifikasi pada pencampuran bahan).

Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati yaitu kuat tarik (SNI 7818:2014), perpanjangan saat putus (SNI 7818:2014), elastilitas (ASTM D638), pengembangan tebal (EN 317), laju transmisi uap air (JIS2-1707), biodegradasi (ASTM D638) dan gugus fungsi FTIR (Gable, 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuat tarik

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi asam stearat, lama pengadukan proses gelatinisasi ($p < 0,01$), sedangkan interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap karakteristik kuat tarik komposit bioplastik maizena-glukomanan. Nilai rata-rata kuat tarik komposit bioplastik maizena-glukomanan berkisar antara 11,99-22,17 MPa yang dapat dilihat pada Tabel 1.

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

Konsentrasi Asam Stearat (%)	Lama Pengadukan Proses Gelatinisasi (menit)				Rata-rata
	3	4	5	6	
0,1	11,99±0,32	12,79±0,22	14,33±0,17	16,75±0,12	13,97±1,95 ^c
0,2	12,89±0,12	13,88±1,77	14,65±0,84	17,60±0,42	14,76±2,07 ^{bc}
0,3	15,60±1,76	16,21±1,01	17,22±0,3	17,72±0,40	16,69±1,19 ^{ab}
0,4	17,05±2,25	17,50±2,25	19,09±1,29	22,17±0,61	18,95±2,52 ^a
Rata-rata	14,38±2,46 ^c	15,10±2,30 ^{bc}	16,32±2,17 ^b	18,56±2,29 ^a	

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

Pengujian kuat tarik komposit bioplastik bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kuat sampel bioplastik dapat tetap bertahan sebelum putus ketika diberi gaya tarik (Rofikah, 2013). Tabel 1 menunjukkan bahwa komposit bioplastik maizena-glukomanan dengan konsentrasi 0,4% asam stearat menghasilkan nilai kuat tarik tertinggi sebesar 18,95±2,52 MPa yang tidak berbeda nyata dengan komposit bioplastik maizena-glukomanan dengan konsentrasi 0,3% asam stearat. Sementara itu, komposit bioplastik maizena-glukomanan dengan konsentrasi 0,1% asam stearat menghasilkan nilai kuat tarik yang terendah dengan nilai 13,97±1,95 MPa yang tidak berbeda nyata dengan komposit bioplastik maizena-glukomanan pada konsentrasi 0,2% asam stearat.

Hasil penelitian dapat dilihat bahwa, semakin besar konsentrasi asam stearat yang digunakan maka akan menghasilkan nilai kuat tarik yang semakin tinggi. Pernyataan tersebut sebanding dengan penelitian Cornelia *et al.*, (2012), asam stearat bersifat hidrofobik, sehingga penambahan asam stearat pada *edible film* mampu memberi pengaruh terhadap struktur *film* yang dihasilkan. Struktur polimer komposit akan lebih kuat ketika berikatan dengan struktur hidrofobik dari asam lemak stearat. Bourtoom (2008) menambahkan, nilai kekuatan tarik akan semakin menurun seiring pertambahan *plasticizer*. Asam stearat yang bersifat hidrofobik digunakan sebagai

plasticizer dapat menguatkan gaya intermolekul antara rantai polimer yang berdekatan, sehingga kekuatan komposit bioplastik meningkat pada waktu yang bersamaan.

Tabel 1 juga menunjukkan bahwa komposit bioplastik maizena-glukomanan dengan lama pengadukan proses gelatinisasi 6 menit, menghasilkan nilai kuat tarik tertinggi sebesar 18,56±2,29 MPa yang berbeda nyata dengan yang lainnya. Sedangkan komposit bioplastik maizena-glukomanan dengan lama pengadukan proses gelatinisasi 3 menit, menghasilkan nilai kuat tarik terendah dengan nilai 14,38±2,46 MPa yang tidak berbeda nyata dengan komposit bioplastik maizena-glukomanan dengan lama pengadukan proses gelatinisasi 4 menit. Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa, nilai kuat tarik akan mengalami peningkatan seiring bertambahnya waktu gelatinisasi. Hal ini dikarenakan pada saat proses pemanasan, suhu dan waktu yang diatur semakin tinggi akan menyebabkan uap air pada proses gelatinisasi yang keluar semakin banyak. Uap air yang keluar menyebabkan tebal bioplastik yang dihasilkan semakin tinggi dan kandungan air pada bioplastik semakin berkurang dan nyebabkan struktur molekul pada bioplastik semakin rapat dan homogen. Keadaan ini yang menyebabkan nilai kuat tarik bioplastik semakin besar (Rahmayani., 2019).

Menurut SNI 7818 (2014) minimal nilai kuat tarik bioplastik adalah 13,7 MPa.

Berdasarkan hasil penelitian, nilai kuat tarik komposit bioplastik yang sudah memenuhi standar SNI 7818 (2014) yaitu sampel pada konsentrasi 0,3-0,4% asam stearat dan lama gelatinisasi 5-6 menit. Komposit bioplastik maizena-glukomanan yang tertinggi diperoleh oleh sampel bioplastik dengan konsentrasi 0,4% asam stearat dan lama proses gelatinisasi 6 menit dengan nilai kuat tarik sebesar 22,17 MPa.

Perpanjangan Saat Putus

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

Konsentrasi Asam Stearat (%)	Lama Pengadukan Proses Gelatinisasi (menit)			
	3	4	5	6
0,1	7,25±0,00 ^c	8,70±0,00 ^a	8,91±0,31 ^a	8,91±0,31 ^a
0,2	8,70±0,00 ^a	7,97±0,00 ^{bc}	8,70±0,00 ^a	8,70±0,00 ^a
0,3	7,61±0,51 ^c	8,70±0,00 ^a	9,13±0,00 ^a	7,25±0,00 ^c
0,4	8,33±0,51 ^{ab}	7,97±0,00 ^{bc}	8,70±0,00 ^a	8,55±0,82 ^a

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

Perpanjangan saat putus merupakan persen pertambahan panjang sampel bioplastik dari awal penarikan hingga putus. Perpanjangan putus menunjukkan seberapa besar fleksibilitas dan daya regang dari bioplastik putus (Hasanah dan Hartoyo, 2017). Tabel 2 menunjukkan bahwa interaksi komposit bioplastik maizena-glukomanan dengan konsentrasi 0,1% asam stearat dan lama pengadukan pada proses gelatinisasi 5-6 menit serta konsentrasi 0,3% asam stearat dan lama pengadukan pada gelatinisasi 5 menit menghasilkan nilai pemanjangan saat putus yang tinggi. Nilai perpanjangan saat putus yang ditunjukkan senilai 8,91±0,31-9,130±0,00% yang berbeda nyata dengan perpanjangan saat putus komposit bioplastik maizena-glukomanan dengan konsentrasi 0,1% asam stearat dan lama pengadukan pada proses gelatinisasi 3 menit, konsentrasi 0,3% asam stearat lama pengadukan pada proses gelatinisasi 3 menit dan konsentrasi 0,3% asam stearat dan lama pengadukan pada

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan lama pengadukan proses gelatinisasi dan interaksinya berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$), sedangkan perlakuan konsentrasi asam stearat berpengaruh tidak nyata terhadap karakteristik perpanjangan saat putus komposit bioplastik maizena-glukomanan. Nilai rata-rata perpanjangan saat putus komposit bioplastik maizena-glukomanan berkisar antara 7,25-9,13% yang dapat dilihat pada Tabel 2.

proses gelatinisasi 6 menit.

Sementara itu, komposit bioplastik maizena-glukomanan dengan konsentrasi 0,1% asam stearat dan lama pengadukan pada proses gelatinisasi 3 menit serta konsentrasi 0,3% asam stearat dan lama pengadukan pada proses gelatinisasi 6 menit mempunyai perpanjangan saat putus yang rendah. Nilai perpanjangan saat putus senilai 7,25±0,00% yang tidak berbeda nyata dengan perpanjangan saat putus dari komposit bioplastik maizena-glukomanan dengan konsentrasi 0,3% asam stearat dan lama pengadukan pada proses gelatinisasi 3 menit serta konsentrasi 0,2% asam stearat dan lama pengadukan pada gelatinisasi 4 menit, konsentrasi 0,4% asam stearat dan lama pengadukan pada proses gelatinisasi 4 menit, konsentrasi 0,4% asam stearat dan lama pengadukan pada gelatinisasi 3 menit.

Menurut Budiman *et al.*, (2018), peningkatan jumlah *plasticizer* akan mempengaruhi perpanjangan putus

bioplastik. Asam stearat sebagai *plasticizer* dapat menguatkan gaya intermolekul antara rantai polimer yang berdekatan, sehingga fleksibilitas komposit bioplastik menurun pada waktu yang bersamaan. Fleksibilitas dari edible film yang dihasilkan ditandai dengan persen pemanjangan yang semakin tinggi (Jimenez, 2012). Hasil penelitian Utami, (2019) menyatakan bahwa waktu pengadukan tidak terlalu mempengaruhi elongasi karena nilai elongasi, pada variasi waktu pengadukan cenderung menghasilkan elongasi yang hampir sama dan selisih yang sedikit. Sifat perpanjangan putus komposit bioplastik berbanding terbalik dengan nilai kuat tariknya.

Sifat perpanjangan putus komposit bioplastik berbanding terbalik dengan nilai kuat tariknya. Menurut SNI 7818 (2014) nilai

perpanjangan putus suatu bioplastik bioplastik adalah 400-1120%. Berdasarkan hasil penelitian, nilai perpanjangan putus komposit bioplastik maizena-glukomanan yang didapatkan belum memenuhi standar SNI 7818 (2014).

Elastisitas

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi asam stearat, lama pengadukan proses gelatinisasi ($p < 0,01$), sedangkan interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap karakteristik elastisitas komposit bioplastik maizena-glukomanan. Nilai rata-rata elastisitas komposit bioplastik maizena-glukomanan berkisar antara 147,00-260,87 MPa yang dapat dilihat pada Tabel 3.

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

Konsentrasi Asam Stearat (%)	Lama Pengadukan Proses Gelatinisasi (menit)				Rata-rata
	3	4	5	6	
0,1	165,51±4,46	147,0±2,52	160,88±7,40	188,11±7,88	165,39±16,4 ^b
0,2	148,29±12,84	174,17±22,21	168,43±9,63	202,35±4,86	173,31±23,2 ^b
0,3	219,98±38,14	186,43±11,57	188,58±3,38	244,51±5,50	209,87±29,9 ^{ab}
0,4	200,54±47,04	219,55±28,23	219,55±14,78	260,87±32,20	225,12±34,1 ^a
Rata-rata	183,58±38,2 ^b	181,80±31,3 ^b	184,36±25,4 ^b	223,96±34,3 ^a	

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 maizena-glukomanan dengan konsentrasi 0,4% asam stearat menghasilkan nilai elastisitas yang tertinggi sebesar 225,12±34,1 MPa yang tidak berbeda nyata dengan komposit bioplastik dengan konsentrasi 0,3% asam stearat. Sementara itu, komposit bioplastik maizena-glukomanan dengan konsentrasi 0,1% dan 0,2% asam stearat menghasilkan nilai elastisitas yang rendah yaitu 165,39±16,4 MPa dan 173,31±23,2 MPa tidak berbeda nyata dengan komposit bioplastik dengan konsentrasi 0,3% asam stearat. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi asam

stearat yang digunakan maka nilai elastisitas yang dihasilkan semakin tinggi pula.

Tabel 3 juga menunjukkan bahwa komposit bioplastik maizena-glukomanan dengan lama pengadukan proses gelatinisasi 6 menit menghasilkan nilai elastisitas tertinggi sebesar 223,96±34,3MPa yang berbeda nyata dengan lainnya. Sedangkan komposit bioplastik maizena-glukomanan dengan lama pengadukan proses gelatinisasi 4, 3 dan 5 menit menghasilkan nilai elastisitas yang rendah senilai 181,80±31,3 Mpa, 183,58±38,2 Mpa, 184,36±25,4 Mpa yang berbeda nyata dengan lama proses gelatinisasi 6 menit. Hal ini menunjukkan

bahwa semakin lama pengadukan proses gelatinisasi yang dilakukan maka nilai elastisitas yang dihasilkan semakin tinggi pula.

Hal tersebut di atas disebabkan elastisitas komposit bioplastik dipengaruhi oleh kuat tarik dan perpanjangan putus komposit bioplastik, sehingga semakin besar nilai kuat tarik dan perpanjangan putus yang dihasilkan maka nilai elastisitas yang dihasilkan akan semakin besar dan komposit bioplastik semakin elastis (Indrawati *et al.*, 2019). Penambahan *plasticizer* dapat menyebabkan pengurangan nilai elastisitas. *Plasticizer* akan memperlemah ikatan intermolekuler antara rantai polimer yang berdekatan, sehingga akan menurunkan nilai kuat tarik dan menaikkan nilai fleksibilitas komposit bioplastik sehingga nilai elastisitas komposit bioplastik menurun (Utami *et al.*, 2014). Penambahan lama pengadukan akan menyebabkan uap air yang keluar akan semakin banyak saat gelatinisasi dan bioplastik yang dihasilkan semakin homogen dan rapat sehingga tingkat elastisitas

komposit bioplastik akan semakin tinggi (Utami, 2019).

Berdasarkan Standar Internasional ASTM D638 minimal nilai elastisitas suatu bioplastik adalah 200 MPa. Maka dari itu, nilai elastisitas komposit bioplastik didapatkan oleh sampel dengan konsentrasi 0,3-0,4% asam stearat dan lama gelatinisasi 6 menit sudah memenuhi Standar Internasional ASTM D638.

Pengembangan Tebal

Pengujian pengembangan tebal bertujuan untuk mengetahui kemampuan dan ketahanan sampel bioplastik terhadap air. Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi asam stearat, lama pengadukan proses gelatinisasi ($p < 0,01$), sedangkan interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap karakteristik pengembangan tebal komposit bioplastik maizena-glukomanan. Nilai rata-rata penyerapan air komposit bioplastik maizena-glukomanan berkisar antara 61,31-130,82% yang dapat dilihat pada Tabel 4.

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

Konsentrasi Asam Stearat (%)	Lama Pengadukan Proses Gelatinisasi (menit)				Rata-rata
	3	4	5	6	
0,1	120,90±0,44	124,62±0,54	126,18±2,75	130,82±5,02	125,63±4,38 ^a
0,2	105,97±4,03	110,61±2,14	116,67±2,14	117,75±4,90	112,75±5,75 ^b
0,3	85,26±2,72	87,85±4,03	92,09±3,53	94,80±3,53	90,00±4,73 ^c
0,4	61,31±5,39	70,14±2,77	76,99±1,96	81,58±3,55	72,5±8,62 ^d
Rata-rata	93,3±24,12 ^c	98,30±22,43 ^{bc}	102,98±20,93 ^{ab}	106,24±20,79 ^a	

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 komposit bioplastik maizena-glukomanan dengan konsentrasi 0,1% asam stearat menghasilkan persentase penyerapan air tertinggi dengan nilai 125,63±4,38% yang berbeda nyata dengan lainnya. Sementara itu, komposit bioplastik maizena-glukomanan dengan konsentrasi 0,4% asam stearat menghasilkan nilai persentase penyerapan air terendah

senilai 72,50±8,62% yang berbeda nyata dengan yang lainnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, semakin banyak asam stearat yang ditambahkan maka penyerapan air akan semakin sedikit. Asam stearat merupakan lemak jenuh yang memiliki sifat hidrofobik atau tidak suka air yang dapat membentuk jaringan kristal dengan susunan orthorombik sehingga asam stearat menjadi

penghalang bagi molekul air masuk ke dalam sampel bioplastik (Santoso *et al.*, 2004). Pernyataan ini sebanding dengan pernyataan dalam penelitian Saputro *et al.* (2017), penambahan bahan yang bersifat hidrofobik akan memperkecil nilai pengembangan tebal. Maka jika semakin banyak konsentrasi bahan yang bersifat hidrofobik yang ditambahkan maka dapat mengurangi persentase pengembangan tebal dari bioplastik.

Tabel 4 juga menunjukkan bahwa komposit bioplastik maizena-glukomanan dengan lama pengadukan proses gelatinisasi 6 menit menghasilkan nilai persentase penyerapan air yang tinggi. Nilai persentase pengembangan tebal yang dihasilkan senilai $106,24 \pm 20,79\%$ yang tidak berbeda nyata dengan komposit bioplastik maizena-glukomanan dengan lama pengadukan proses gelatinisasi 5 menit. Sementara itu, komposit bioplastik maizena-glukomanan dan asam stearat dengan lama pengadukan proses gelatinisasi 3 menit, menghasilkan nilai persentase penyerapan air yang rendah senilai $93,36 \pm 24,12\%$ yang tidak berbeda nyata dengan komposit bioplastik maizena-glukomanan dengan lama pengadukan proses gelatinisasi 4 menit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu proses gelatinisasi yang dilakukan maka nilai

persentase penyerapan air yang dihasilkan semakin tinggi. Hasil penelitian Dewi *et al.* (2020) menyatakan bahwa waktu pengadukan berpengaruh pada penyerapan air bioplastik. Semakin tinggi waktu pengadukan, mengakibatkan penyerapan air bioplastik yang dihasilkan semakin tinggi (Utami, 2019).

Menurut *German Institute for Standardization* (JIS) (2014) EN 317 mengenai komposit polimer berbahan serat alami, standar nilai pengembangan tebal komposit polimer maksimal senilai 1,44%. Berdasarkan dari hasil penelitian ini, nilai penyerapan air komposit bioplastik maizena-glukomanan belum memenuhi *German Institute for Standardization* (JIS) EN 317.

Laju Transmisi Uap Air

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi asam stearat, lama pengadukan proses gelatinisasi ($p < 0,01$), sedangkan interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap karakteristik laju transmisi uap air komposit bioplastik maizena-glukomanan. Nilai rata-rata laju transmisi uap air komposit bioplastik maizena-glukomanan berkisar antara 0,638-1,211 g/m².jam yang dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 5. Nilai rata-rata laju transmisi uap air (g/m².jam) komposit bioplastik maizena-glukomanan

Konsentrasi Asam Stearat (%)	Lama Pengadukan Proses Gelatinisasi (menit)				Rata-rata
	3	4	5	6	
0,1	1,211±0,166	1,159±0,129	1,016±0,147	0,977±0,129	1,090±0,150 ^a
0,2	1,133±0,018	1,081±0,018	0,924±0,055	0,833±0,037	0,993±0,131 ^{ab}
0,3	1,029±0,055	0,964±0,074	0,820±0,092	0,703±0,037	0,879±0,145 ^{bc}
0,4	0,951±0,018	0,846±0,055	0,768±0,018	0,638±0,018	0,801±0,124 ^c
Rata-rata	1,081±0,125 ^a	1,012±0,140 ^{ab}	0,882±0,123 ^{bc}	0,788±0,149 ^c	

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 5 menunjukkan bahwa komposit bioplastik maizena-glukomanan dengan konsentrasi 0,1% asam stearat menghasilkan nilai penyerapan air yang

tinggi sebesar $1,090 \pm 0,150$ g/m².jam yang tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 0,2% asam stearat. Sementara itu, konsentrasi 0,4% asam stearat menghasilkan penyerapan air

yang rendah senilai $0,801 \pm 0,124 \text{ g/m}^2 \cdot \text{jam}$ yang tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 0,3% asam stearat. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi asam stearat yang digunakan maka akan menurunkan nilai laju transmisi uap air yang dihasilkan. Putranto, (2005) menambahkan, jika semakin banyak asam lemak yang ditambahkan pada bahan bioplastik, maka sifat hidrofobiknya akan semakin besar sehingga laju transmisi uap air akan semakin turun. Ini dikarenakan ikatan yang terjadi antara maizena-glukomana serta asam stearat membentuk komposit yang kuat, stabil, kompak dan bersifat hidrofobik yang menyebabkan uap air sulit untuk menembus sampel komposit bioplastik (Santoso *et al.*, 2004). Pernyataan ini sebanding dengan penelitian Mande *et al.*, (2019) dimana penambahan asam stearat cenderung akan menurunkan laju transmisi uap air dari film yang dihasilkan. Penggunaan konsentrasi sebanyak 0,3-0,5% asam stearat akan memberikan nilai laju transmisi uap air yang kecil sehingga semakin banyak asam stearat yang digunakan maka kemampuan untuk melindungi produk menjadi lebih besar.

Tabel 5 juga menunjukkan bahwa komposit bioplastik maizena-glukomanan dengan perlakuan lama pengadukan proses gelatinisasi 3 menit menghasilkan nilai laju transmisi uap air yang tertinggi sebesar $1,081 \pm 0,125 \text{ g/m}^2 \cdot \text{jam}$ yang tidak berbeda nyata dengan lama pengadukan proses gelatinisasi 4 menit. Sementara itu, komposit bioplastik maizena-glukomanan dengan lama pengadukan proses gelatinisasi 6 menit menghasilkan nilai laju transmisi uap air yang rendah senilai $0,788 \pm 0,149 \text{ g/m}^2 \cdot \text{jam}$ yang tidak berbeda nyata dengan lama pengadukan proses gelatinisasi 5 menit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi waktu proses gelatinisasi yang dilakukan maka nilai laju transmisi uap air yang dihasilkan

semakin rendah. Sulitnya molekul uap air untuk menembus bioplastik dapat disebabkan karena ikatan antar molekul penyusun bioplastik tersebut (Indah *et al.*, 2014). Hal Ini berarti molekul air memiliki interaksi yang kuat dengan bioplastik sehingga molekul uap air yang dapat melewati sampel bioplastik akan semakin rendah.

Laju transmisi uap air merupakan jumlah uap air yang dapat lewat melalui komposit bioplastik. Pengemasan makanan dengan *edible film* diharapkan mampu menahan uap air dari produk ke lingkungan maupun sebaliknya (Zulferiyenni *et al.*, 2014). Semakin kecil nilai laju transmisi uap air maka akan semakin baik bioplastik yang dihasilkan, ini dikarenakan uap air yang lewat dari sampel bioplastik semakin sedikit sehingga kemungkinan untuk uap air menembus bioplastik akan semakin kecil. Berdasarkan *Japan International Standard* (JIS 2-1707) nilai laju transmisi uap air bioplastik adalah $0,292 \text{ g/m}^2 \cdot \text{jam}$. Berdasarkan hasil penelitian ini nilai laju transmisi uap air komposit bioplastik yang didapatkan belum memenuhi standar.

Biodegradasi

Biodegradasi bioplastik berfungsi untuk mengetahui seberapa lama waktu yang dibutuhkan komposit bioplastik terurai di lingkungan. Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi asam stearat berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$), sedangkan lama pengadukan proses gelatinisasi dan interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap karakteristik biodegradasi komposit bioplastik maizena-glukomanan. Nilai rata-rata biodegradasi komposit bioplastik maizena-glukomanan berkisar antara 6-7 hari yang dapat dilihat pada Tabel 6.

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

Konsentrasi	Lama Pengadukan Proses Gelatinisasi (menit)
-------------	---

Asam Stearat (%)	3	4	5	6
0,1	6,00±0,00 ^b	6,00±0,00 ^b	6,00±0,00 ^b	6,00±0,00 ^b
0,2	6,00±0,00 ^b	6,00±0,00 ^b	6,00±0,00 ^b	6,00±0,00 ^b
0,3	6,00±0,00 ^b	6,50±0,00 ^{ab}	6,50±0,00 ^{ab}	6,50±0,00 ^{ab}
0,4	7,00±0,00 ^a	7,00±0,00 ^a	7,00±0,00 ^a	7,00±0,00 ^a

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 6 menunjukkan bahwa interaksi antar perlakuan konsentrasi asam stearat dan lama pengadukan proses gelatinisasi menghasilkan waktu degradasi yang tinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi 0,4% asam stearat dan lama pengadukan proses gelatinisasi 3-6 menit selama 7 hari yang tidak berbeda nyata dengan sampel komposit bioplastik dengan perlakuan konsentrasi 0,3% asam stearat dengan lama pengadukan proses gelatinisasi 4-6 menit. Sementara itu, waktu degradasi terendah diperoleh sampel pada perlakuan konsentrasi 0,1-0,2% asam stearat dan lama pengadukan proses gelatinisasi 3-6 menit dan konsentrasi 0,3% asam stearat dan lama pengadukan proses gelatinisasi 3 menit selama 6 hari, yang tidak berbeda nyata dengan sampel komposit bioplastik dengan perlakuan konsentrasi 0,3% asam stearat dengan lama pengadukan proses gelatinisasi 4-6 menit.

Hal ini dikarenakan sampel komposit bioplastik yang terbentuk mengandung gugus fungsi hidroksil (OH), karbonil (C=O) yang mana gugus fungsi ini dapat menandakan bahwa bioplastik dapat teregradasi dengan baik di tanah (Ummah, 2013). Menurut Utami, (2019) waktu pengadukan proses gelatinisasi juga akan mengakibatkan waktu degradasi bioplastik yang cepat pula. Hal ini dikarenakan saat proses gelatinisasi dengan waktu yang singkat, campuran bahan komposit belum homogen atau tergelatinisasi sempurna, sehingga pati belum terikat dengan ikatan hidrogen pada saat gelatinisasi, sehingga mengakibatkan komposit bioplastik

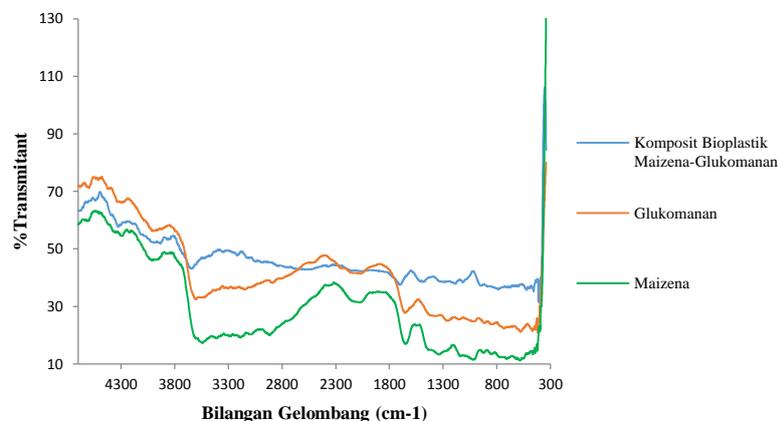
mudah terurai dengan cepat. Sementara itu, penggunaan asam stearat akan menambah waktu degradasi bioplastik. Apabila bahan yang bersifat hidrofobik yang ditambahkan pada komposit bioplastik semakin banyak, maka persen kehilangan massanya akan semakin turun, hal ini dikarenakan asam stearat yang bersifat hidrofobik akan menyebabkan tingkat penyusutan yang lebih lama (Tripathi *et al*, 2009).

Menurut SNI bioplastik dapat teregradasi 60% selama satu minggu. Berdasarkan SNI komposit bioplastik maizena-glukomanan pada penelitian ini sudah sudah memenuhi standar karena bioplastik yang dihasilkan sudah mencapai degradasi lebih dari 60% pada hari ke-7.

Gugus Fungsi

Pengujian FTIR berfungsi untuk mengidentifikasi interaksi antara maizena-glukomanan dengan asam stearat dalam sampel bioplastik. Sampel yang digunakan pada pengujian FTIR pada penelitian ini adalah tepung maizena, tepung glukomanan dan sampel bioplastik hasil kuat tarik tertinggi (22,17 MPa) yang merupakan sampel bioplastik dengan konsentrasi asam stearat 0,4% dan lama gelatinisasi 6 menit.

Gambar 2 menunjukkan gugus fungsi yang terbentuk pada bahan baku maizena, glukomanan, dan komposit bioplastik maizena-glukomanan dengan campuran asam stearat 0,4% dan lama pengadukan proses gelatinisasi 6 menit.



Gambar 2. Bilangan gelombang maizena, glukomanan, dan komposit bioplastik maizena-glukomanan dengan campuran asam stearat 0,4% dan lama pengadukan proses gelatinisasi 6 menit

Gambar 2 menunjukkan bilangan gelombang masing-masing bahan dan komposit bioplastik maizena-glukomanan serta daerah serapan dan gugus fungsinya menurut Pavia *et al.*, (2009). Gambar 2 menjelaskan bahwa bahan baku maizena mengandung gugus fungsi O-H pada bilangan gelombang $3605,11 \text{ cm}^{-1}$, gugus fungsi C-H pada bilangan gelombang $2915,53 \text{ cm}^{-1}$, gugus fungsi C=C pada bilangan gelombang $1652,14 \text{ cm}^{-1}$, gugus fungsi C-O pada bilangan gelombang $1139,98 \text{ cm}^{-1}$ dan $1269,22 \text{ cm}^{-1}$, serta gugus fungsi $-(\text{CH}_2)_n$ pada bilangan gelombang $582,53 \text{ cm}^{-1}$. Sementara itu bahan baku glukomanan mengandung gugus fungsi O-H pada bilangan gelombang $3602,22 \text{ cm}^{-1}$, gugus fungsi C-H pada bilangan gelombang $2896,24 \text{ cm}^{-1}$, gugus fungsi C=C pada bilangan gelombang 1655 cm^{-1} , gugus fungsi C-O pada bilangan gelombang $1252,82 \text{ cm}^{-1}$, gugus fungsi C-H pada bilangan gelombang $913,33 \text{ cm}^{-1}$, serta gugus fungsi $-(\text{CH}_2)_n$ pada bilangan gelombang $469,69 \text{ cm}^{-1}$ dan $573,85 \text{ cm}^{-1}$. Komposit bioplastik maizena-glukomanan mengandung gugus fungsi O-H pada bilangan gelombang $3217,4 \text{ cm}^{-1}$ dan $3649,48 \text{ cm}^{-1}$, gugus fungsi C=O pada bilangan gelombang $1701,29 \text{ cm}^{-1}$, gugus fungsi C-O pada bilangan gelombang

$1078,25 \text{ cm}^{-1}$ dan $1115,87 \text{ cm}^{-1}$ dan gugus fungsi $-(\text{CH}_2)_n$ pada bilangan gelombang $411,82 \text{ cm}^{-1}$ dan $464,86 \text{ cm}^{-1}$.

Pada bioplastik maizena-glukomanan gugus fungsi O-H alkohol ditunjukkan pada bilangan gelombang $3649,48 \text{ cm}^{-1}$. Pergeseran bilangan gelombang terjadi pada gugus fungsi O-H hidroksil yakni dari $3605,11 \text{ cm}^{-1}$ pada maizena dan $3602,22 \text{ cm}^{-1}$ pada glukomanan menjadi $3217,4 \text{ cm}^{-1}$ pada komposit bioplastik. Selain itu, bioplastik maizena-glukomanan mengandung gugus fungsi C-O ditunjukkan pada bilangan gelombang $1115,87 \text{ cm}^{-1}$. Pergeseran bilangan gelombang terjadi pada gugus fungsi C-O yakni dari $1269,22 \text{ cm}^{-1}$ pada maizena dan $1252,82 \text{ cm}^{-1}$ pada glukomanan menjadi $1078,25 \text{ cm}^{-1}$ pada komposit bioplastik. Pergeseran bilangan gelombang terjadi juga pada gugus fungsi $-(\text{CH}_2)_n$ hidrokarbon yakni dari $582,53 \text{ cm}^{-1}$ pada maizena dan $573,85 \text{ cm}^{-1}$ pada glukomanan menjadi $464,86 \text{ cm}^{-1}$ pada komposit bioplastik. Terjadinya pergeseran bilangan gelombang pada gugus fungsi O-H, C-O dan $-(\text{CH}_2)_n$ menunjukkan adanya interaksi berupa ikatan hidrogen antar molekul amilosa-amilopektin pada komposit bioplastik (Afif *et al.*, 2018). Gugus fungsi pada komposit bioplastik yang terbentuk

terjadi karena adanya proses modifikasi pati yang disebut *grafting* (pencangkokan) dimana terjadinya perubahan pada letak gugus fungsi.

Hasil FTIR pada komposit bioplastik maizena-glukomanan menunjukkan adanya gugus fungsi baru yang terbentuk yakni pada bilangan gelombang $1701,29 \text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya gugus fungsi C=O menurut Pavia *et al.*, (2009). Hal ini menunjukkan adanya perubahan secara kimia pada saat proses pembuatan komposit bioplastik maizena-glukomanan. Darni *et al.*, (2010) menjelaskan bahwa ikatan kimia yang

kuat bergantung pada jumlah ikatan molekul dan jenis ikatannya. Jika semakin banyak ikatan antar molekul maka akan semakin kuat bahan yang akan dihasilkan. Harsojuwono *et al.*, (2018) menghasilkan komposit bioplastik dengan gugus fungsi O-H, C-H, C-O, dan $-(\text{CH}_2)_n$ yang memiliki kesamaan dengan gugus fungsi yang dihasilkan komposit bioplastik maizena-glukomanan pada penelitian ini yaitu gugus fungsi O-H, C-O, dan $-(\text{CH}_2)_n$. 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

Bilangan Gelombang Maizena	Bilangan Gelombang Glukomanan	Bilangan Gelombang Komposit Bioplastik	Daerah serapan (cm^{-1})*	Gugus Fungsi*	Tipe Senyawa
3605,11	3602,22	3217,4 dan 3649,48	3100-3700	O-H	Alkohol
2915,53	2896,24	-	2850-2970	C-H	Alkana
-	-	1701,29	1690-1760	C=O	Aldehid, keton, ester
1651,14	1655	-	1610-1680	C=C	Alkena
1139,98 dan 1269,22	1252,82	1078,25 dan 1115,87	1050-1300	C-O	Alkohol, ester, asam karboksilat dan ester
-	913,33	-	675-995	C-H	Alkena
582,53	469,69 dan 573,85	411,82 dan 464,86	<600	$-(\text{CH}_2)_n$	Hidrokarbon

Sumber : *Pavia *et al.*, (2009)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

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

1. Konsentrasi asam stearat dan lama pengadukan proses gelatinisasi berpengaruh sangat nyata terhadap kuat tarik, elastisitas, pengembangan tebal, laju transmisi uap air. Sementara itu, tidak berpengaruh nyata terhadap perpanjangan putus dan biodegradasi. Interaksi antar

perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap perpanjangan saat putus serta tidak berpengaruh nyata terhadap kuat tarik, elastisitas, pengembangan tebal, laju transmisi uap air dan biodegradasi.

2. Komposit bioplastik maizena-glukomanan yang terbaik diperoleh sampel bioplastik dengan perlakuan konsentrasi asam stearat 0,4% dan lama gelatinisasi 6 menit dengan kuat tarik 22,17 MPa, perpanjangan saat putus 8,55%, Elastisitas 260,87 MPa, penyerapan air 81,58%, Laju transmisi

uap air 0,638 g/m².jam, dan biodegradasi 7 hari. Hasil analisis gugus fungsi menunjukkan adanya gugus hidroksil (O-H), karboksil (C-O), karbonil (C=O), dan hidrokarbon (CH₂)_n.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam mengembangkan dan mengoptimalkan bioplastik dengan menambahkan penguat (*filler*), *plasticizer* serta penambahan jumlah konsentrasi asam stearat untuk memperbaiki karakteristik komposit bioplastik maizena-glukomanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriani, Y., 2020. Pengaruh penambahan asam palmitat pada karakteristik *edible film* dari tepung pati biji melinjo (*Gnetum gnemon L.*) sebagai penghambat laju transmisi uap air. Tidak dipublikasikan. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Bourtoom, T. 2008. *Plasticizer effect on the properties of biodegradable blend film*. Songklanarakin Journal Science Technology. 30(1):149-165.
- Budiman, J., R. Nopianti., S.D. Lestari., 2018. Karakteristik bioplastik dari pati buah lindur (*Bruguiera gymnorizha*). Jurnal Teknologi Hasil Perikanan. 7(1):49-59.
- Coniwati, P., L. Laila, dan M.R. Alfira. 2014. Pembuatan film plastik *biodegradable* dari pati jagung dengan penambahan kitosan dan pemlastis gliserol. *Jurnal Teknik Kimia*. 20(4):22-30.
- Cornelia, M., N.A. Anugrahati., dan Christina. 2012. Pengaruh penambahan pati bengkoang terhadap karakteristik fisik dan mekanik *edible film*. *J. Kimia Kemasan*. 34(2):262-270.
- Darni, Y., dan H. Utami. 2010. Studi pembuatan dan karakteristik sifat mekanik hidrofibilitas bioplastik dari pati sogum. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 7(4):88-93
- Dewi, N. L. G. S., B. A. Harsojuwono., dan A. Hartiati. 2017. Karakteristik bioplastik algiat dari rumput laut *ulva lactuca* (tinjauan suhu dan lama gelatinisasi). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 5(3):66-73.
- Harsojuwono, B.A. 2011. Penentuan formula campuran plastik *biodegradable* glukomanan dari umbi porang (*amorphophallus meulleri b*) ditinjau dari karakteristik fisik dan mekanis. *The Excellence Reserch*. 3(1):126-133.
- Harsojuwono, B.A., I. W. Arnata, and S. Mulyani. 2018. *Bioplastic characteristic from cassava strach modified in variations the temperature and ph of gelatinization*. *Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 9(2):1-7.
- Hasanah, Y.R., dan Haryanto. 2017. Pengaruh penambahan *filler* kalsium karbonat (CaCO₃) dan caly terhadap sifat mekanik dan biodegradable plastik dari limbah tapioka. *Techno*. 18(2):96-107.
- Indrawati, C., B. A. Harsojuwono., dan A. Hartiati. 2019. Karakteristik komposit bioplastik glukomanan dan maizena dalam pengaruh variasi suhu dan waktu gelatinisasi. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Industri*. 7(3):468-477.
- Jimenez, A., M. J. Fabra., P. Talens., dan A. Chiralt. 2010. Effect of lipid self-association on the microstructure and physical properties of hydroxypropyl-methylcellulose edible films containing fatty acids. *Carbohydrate Polymers*. 82:585-593.
- Mandei, 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.
- Meirillia, G. 2014. Pengaruh penambahan asam stearat terhadap laju transmisi uap air *edible film* berbasis pati ganyong (*Canna edulis kerr.*). Tidak dipublikasikan. Universitas Padjajaran, Jatinangor.
- Murdianto dan Wiwit. 2005. Sifat fisik dan mekanik *edible film* ekstrak daun janggolan (*Mesona palustris*). *Jurnal Agrosains*. 3(18):3-10.
- Pavia, D. L., G. M. Lampman., G. S. Kriz., J. R. dan Vyvyan., 2009. *Intoduction to Spectroscopy*, 4th Edition. Brooks/Cole Cengage Learning. United State of America.
- Pranindyah, A. T. 2016. Pembuatan dan karakteristik *edible film* komposit dari pati ganyong (*Canna edulis Ker.*) – karagenan dan asam stearat. Tidak dipublikasikan. Universitas Pasundan. Bandung.
- Putranto, A. T. 2005. Ekstraksi dan karakterisasi alginat *sargassum sp.* dari perairan gunung kidul dan pemanfaatannya sebagai *biodegradable film*. Tesis. Fakultas Teknologi Pertanian UGM.
- Rahmayani, S., 2019. Pemanfaatan pati batang ubi kayu untuk bahan baku alternatif pembuatan plastik *biodegradable*. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 8(1):26-35.
- Rofikah. 2013. Pembuatan pektin kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca linn*) untuk pembuatan edible film. Skripsi. Tidak dipublikasikan. FP UNS, Semarang.
- Santoso, B., D. Saputra., dan R. Pambayun 2004. Kajian teknologi edible coating dari pati dan aplikasinya untuk pengemas primer lempok durian. *Jurnal Teknol. dan Industri Pangan*. 15(3):239-244.
- Saputro, A. N. C., dan A. L. Ovita. 2017. Sintesis karakterisasi bioplastik dari kitosan-pati ganyong (*Canna edulis*). *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*. 2(1):13-21.
- Setiani, W., T. Sudiarti, dan L. Rahmidar. 2013. Preparasi dan karakterisasi *edible film* dari *poliblend* pati sukun – kitosan. *Valensi*. 3(2):100 -109.
- Tripathi, S., G. K. Mehrotra., dan P. K. Dutta., 2009. Physicochemicals of cross-linked chitosan-PVA film for food packaging applications. *Intl. J. Biol. Macromol*. 45:372-376.
- Ummah, N. A., 2013. Uji ketahanan *biodegradable plastic* berbasis tepung biji durian (*Durio zibethinus murr*) terhadap air dan pengukuran densitasnya. Skripsi. Tidak dipublikasikan. FMIPA UNS, Semarang.
- Utami, R. M., Latifa dan N. Widiarti. 2014. Sintesis plastik *biodegradable* dari kulit pisang dengan penambahan kitosan dan *plasticizer* gliserol. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 3(2):164-167.
- Utami, S. R. 2019. Pengaruh konsentrasi kitosan dan waktu pengadukan terhadap karakteristik bioplastik dari pati onggok aren (*Arenga pinnata*) dengan *plasticizer* gliserol dan sorbitol. Tidak dipublikasikan. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Zulferiyenni., Marniza dan E. N. Sari. 2014. Pengaruh konsentrasi gliserol dan tapioka terhadap karakteristik

biodegradable film berbasis ampas rumput laut (*Eucheuma cottonii*). Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian. 19(3) :257–273.