

## **REVIEW: PENGARUH KONSENTRASI LARUTAN KITOSAN SEBAGAI COATING AGENT TERHADAP DAYA SERAP AIR PADA BIOPLASTIK DARI PATI SINGKONG DAN GLUTEN**

Muhammad Yusuf Ramadhani, Sigit Hadianoro

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia  
[waysesu@gmail.com](mailto:waysesu@gmail.com), [[sghpolinema@yahoo.co.id](mailto:sghpolinema@yahoo.co.id)]

### **ABSTRAK**

Bioplastik merupakan jenis plastik dibuat dengan bahan berasal dari tanaman. Plastik ini dapat diuraikan oleh mikroorganisme atau jamur secara alami. Bioplastik dapat tersusun dari pati, lignin, selulosa, atau dari hasil samping perkembangbiakan mikroorganisme. Bioplastik memiliki kelemahan dalam hal ketahanan air daya tahan penyerapan air dan sifat mekanik. Kelemahan tersebut dapat diatasi dengan menambahkan kitosan sebagai bahan tambahan dari penyerapan air dan gluten untuk memperbaiki sifat mekanik bioplastik. Studi penelitian ini digunakan sebagai mendapatkan cara jenis bioplastik baru dengan pendekatan secara teori pada penelitian pembuatan bioplastik sebelumnya. Studi dilakukan pada penelitian bahan bioplastik dari pati singkong, gluten, dan kitosan. Karakteristik bioplastik meliputi *tensile strength* dan *water uptake*. Hasil studi didapatkan karakteristik bioplastik gluten memiliki *water uptake* yang lebih rendah dengan nilai 38-65%. Karakteristik kuat tarik memiliki nilai yang tinggi pada bioplastik pati kentang-kitosan sebesar 53 MPa sedangkan bioplastik pati singkong dengan *coating* kitosan *layer by layer* didapatkan kuat tarik sebesar  $14,47 \pm 1,25$  MPa.

**Kata kunci:** Bioplastik, Pati Singkong, Gluten, Kitosan, *Coating Agent*

### **ABSTRACT**

*Bioplastic is a type of plastic made with materials derived from plants. This plastic can be degraded by microorganisms or fungi naturally. Bioplastics can be composed of starch, lignin, cellulose, or from the byproducts of microorganism propagation. Bioplastics have weaknesses in terms of water resistance, water absorption and mechanical properties. This weakness can be overcome by adding chitosan as a additive for water absorption and gluten to improve the mechanical properties of bioplastics. This research study is used as a way to get a new type of bioplastic with a theoretical approach to previous bioplastic manufacturing research. The study was conducted on research of bioplastic materials from cassava starch, gluten, and chitosan. Bioplastic characteristics include tensile strength and water uptake. The study found that the characteristics of gluten bioplastics have lower water uptakes with values of 38-65%. The characteristic of tensile strength has a high value in the bioplastic of potato-chitosan starch of 53 MPa while the cassava starch bioplastic with chitosan coating layer by layer obtained tensile strength of  $14.47 \pm 1.25$  MPa.*

**Keywords:** *bioplastics, cassava starch, gluten, chitosan, coating agent*

### **1. PENDAHULUAN**

Pengembangan bioplastik dalam dalam menanggulangi dampak buruk dari penggunaan plastik konvensional menjadi sangat penting akhir-akhir ini. Plastik konvensional tersusun atas turunan hidrokarbon dan minyak bumi yang stabil dan sulit terurai dalam siklus degradasi biosfer [1]. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan bioplastik sebagai salah satu upaya menanggulangi penumpukan sampah pada lingkungan. Adapun bioplastik

diantaranya terbuat dari pati, lignin, selulosa, atau dari hasil samping perkebang biakan mikroorganismenya [2]. Pada penelitian sebelumnya menggunakan pati singkong, dilaporkan bahwa *film* masih memiliki kekurangan yaitu daya tahan penyerapan air yang kurang baik dan sifat mekanik yang kurang baik. Dalam menangani hal tersebut bioplastik dapat dicampur bahan biopolimer seperti selulosa, kitosan, dan protein [3-4]. Penambahan bioplastik berbasis pati dan protein telah dilakukan dengan pati kentang dan albumin dari putih telur yang menghasilkan *film* transparan, daya serap air berlebih dan kuat tarik yang masih kurang [5], adanya penambahan bahan seperti kitosan dapat menambah kekuatan mekanik pada bioplastik berbasis pati hal ini dikarenakan adanya ikatan hidrogen antara gugus karboksilat pada karbohidrat dan gugus asam amino pada kitosan [6]. Dalam pembuatan bioplastik berbasis pati seringkali ditambahkan sumber protein seperti gluten. Gluten memiliki viskoelastisitas yang tinggi yang dihasilkan dari peningkatan suhu pencetakan dan dilakukan dengan kompresi. Seringkali penambahan *plasticizer* pada bioplastik berbasis pati dapat menyebabkan penebaran pada *film* karena kehilangan massanya setiap waktu [7]. Sehingga dari hal tersebut perlu dilakukan studi lanjut mengenai potensi campuran bahan bioplastik yaitu pati singkong - gluten dan kitosan sebagai *coating agent*. Dengan adanya studi pada bahan tersebut dapat diketahui karakteristik bioplastik melalui kuat tarik, daya serap air. Sehingga dapat menjadi acuan dalam membuat jenis bioplastik baru yang baik dari ketiga bahan tersebut.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bersifat kualitatif dengan pendekatan secara teoritis. Penelitian dilakukan dengan mendapatkan kebenaran dan dibangun atas dasar teori-teori yang berkembang dari penelitian sebelumnya secara terkontrol atas dasar empiris. Metode kualitatif digunakan karena penelitian ini menyajikan data dari penelitian sebelumnya untuk mendapatkan data penelitian yang diangkat oleh peneliti saat ini. Sumber penelitian sebelumnya digunakan penelitian kurang lebih 10 tahun terakhir. Pemilihan hasil penelitian berdasarkan bahan baku, variabel, dan uji analisa yang hampir sama. Hal ini bertujuan untuk membandingkan hasil penelitian antar penelitian satu dengan penelitian lainnya. Sehingga dapat dijadikan sebuah data, analisa, dan ditarik sebuah kesimpulan. Penentuan variabel bebas mengacu pada bahan pati singkong, gluten, dan kitosan [8 - 18]. sedangkan variabel terikat fokus pada karakteristik *tensile strenght* dan daya serap air (*water uptake*). Adapun variabel kontrol mengacu pada penelitian yang akan dijadikan sebagai studi dalam penelitian ini.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Karakterisasi Bioplastik dengan *Tensile Test*

Pada penelitian pembuatan bioplastik berbasis pati singkong, gluten, dan kitosan, memiliki formulasi berbeda dalam membentuk dan memperbaiki struktur fisik bioplastik. Mulai dari pencampuran sumber pati yang berbeda, konsentrasi *plasticizer*, penambahan *filler*, pengkondisian pH dan membuat variasi campuran berbeda antara pati, protein dan *plasticizer*. Beberapa hasil uji tarik pembuatan bioplastik berbasis pati singkong, gluten, dan kitosan ditabelkan sebagai berikut.

**Tabel 1.** Sifat mekanik bioplastik berbahan dasar pati singkong.

No.	Sumber	Variabel	Mechanical Properties		
			Thickness (mm)	Tensile Test (MPa)	Elongation at Break (%)
1	[8]	- M2 – M4	-0.07 – 0.16	- 2.9 – 3.9	- 70 – 122
		- C2 – C6 <sup>a</sup>	-0.08 – 0.17	- 1.6 – 8.8	- 25 – 124 <sup>b</sup>
2	[9]*	- Sorbitol (20, 25, 30%) - MCC (0,2, 4, 6%)	-	- 1 – 9.12 <sup>c</sup>	- 23 – 1 <sup>c</sup>
3	[10]	- Film0, film20, film40, dan film60 <sup>d</sup> - Sorbitol (0.17, 0.34, 0.50, 0.75 g) <sup>f</sup>	0.21 - 0.22% <sup>d</sup>	1.14 – 1.88 <sup>e</sup>	0.22 – 0.45
4	[11]*	- Gliserol 0.75 g & Clay Content (0.0, 0.05, 0.1 g)	Av: 85.59 ±13.57 μm	- 2.37, 1.85, 2.72, 2.25 - 4.51 – 3.96	- 213.43 – 89.85 - 113.60 – 123.61 <sup>g</sup>
		- Gliserol 1.25 g & Clay Content (0.0, 0.05, 0.1 g)		- 3.49 – 2.07	- 88.80 – 200.24
5	[12] <sup>h</sup>	- Factorial Modelling 2 <sup>3</sup> : SxCyGz "S" as Starch, "C" as Chitosan, and "G" as Gelatin.x-y-z as weight in gram	Bervariasi (0.20 ± 0.01) mm sampai (0.44 ± 0.03)	Nilai Tertinggi dengan S <sub>1</sub> C <sub>1</sub> G <sub>3</sub> : 8.76 ± 0.16 dengan nilai terendah S <sub>1</sub> C <sub>0.5</sub> G <sub>1</sub> : 2.09 ± 0.5	Nilai Tertinggi dengan S <sub>1</sub> C <sub>0.5</sub> G <sub>1</sub> : 76.63 ± 10.44 dengan nilai terendah S <sub>3</sub> C <sub>1</sub> G <sub>1</sub> : 4.75

Keterangan:

Sebagian besar nilai ditampilkan dari nilai minimum hingga maksimum dengan urutan sesuai dengan nilai variabel yang tertulis.

<sup>a)</sup> 'M' sebagai pati jagung dan dan 'C' sebagai pati singkong, angka mewakili persen pati (20, 30, 40, 50, dan 60%). Untuk variabel 'M5, M6, dan C6' tidak tercantum.

<sup>b)</sup> Pada variabel 'C5' elongasi terjadi penurunan menjadi 21%. Sehingga kenaikan tertinggi pada nilai 'C4' yakni 124 ± 18 MPa.

<sup>c)</sup> Terjadi perbedaan *trend* nilai pada MCC 4% dan Sorbitol 25% pada *Tensile Strength* dan *Elongation*.

<sup>d)</sup> 'Film...' sebagai konsentrasi pati teroksidasi per 5 g pati yang tidak teroksidasi. Ketebalan dalam dalam persen. 'Film60' memiliki nilai persen ketebalan diatas 22%.

<sup>e)</sup> Nilai 'Film40' dan 'Film60' sama, sedangkan 'Film20' sebesar 1.76 MPa.

<sup>f)</sup> Nilai 75 gliserol 0.0% sebesar 6.06 MPa dengan elongasi 158.78%.

<sup>g)</sup> Nilai tertinggi elongasi gliserol:clay (0.75 g:0.05 g) sebesar 165.23% dan menurun pada gliserol:clay (0.75 g:0.05 g) dengan nilai 123,61%.

<sup>h)</sup> Nilai selengkapnya akan disajikan pada tabel terpisah.

\* *Antiplasticizing effect* pada *plasticizer* yang dapat membuat nilai *trend* tidak sama.

**Tabel 2.** Sifat mekanik bioplastik berbahan dasar gluten.

No.	Sumber	Variabel	Mechanical Properties		
			Thickness (mm)	Tensile Test (MPa)	Elongation at Break (%)
1	[13]	- WG/GL/Aqua - WG/GL/Xhantan Gum <sup>a</sup> - WG/GL/Glyoxal <sup>b</sup> - WG/GL/aqua pH 6 - WG/GL/aqua pH 9	Type IV; ≤ 4 mm ASTM D-638 [19] <sup>c</sup>	- WG/GL/aqua pH 9 > 1 MPa - WG/GL/Aqua ~WG/GL/Xhantan Gum < 1 MPa - WG/GL/Glyoxal ~ 0.5 MPa. <sup>e</sup>	- WG/GL/aqua pH 6 dan WG/GL/aqua pH 9 ~ 2 mm/mm - WG/GL/Xhantan Gum dan WG/GL/Glyoxal ~ ± 0.5 mm/mm <sup>f</sup>
2	[14] <sup>d</sup>	- LBG (0.5, 1.5, 3, 4.5) - MC (0.5, 1, 1.5) - CMC(0.5, 1, 1.5)	Type IV; ≤ 4 mm ASTM D-638 [19] <sup>c</sup>	- LBG (1.75) - MC (2.5) - CMC(2.7) <sup>e</sup>	- LBG (145) - MC (175) - CMC(185) <sup>f</sup>
3	[15]	Thyme Essential Oil 0-15% wt	-	2.4 – 1.1	22.7 – 54.1

Keterangan:

Sebagian besar nilai ditampilkan dari nilai minimum hingga maksimum dengan urutan sesuai dengan nilai variabel yang tertulis

<sup>a)</sup> Jenis Polisakarida.

<sup>b)</sup> Jenis aldehid aditif untuk modifikasi bioplastik dalam hal *cross-linking*.

<sup>c)</sup> Jenis polisakarida - 'LBG': Locust Bean Gum, 'MC': Methyl cellulose, 'CMC': Carboxymethyl cellulose.

<sup>d)</sup> Dimensi spesimen mengacu pada standard ASTM D-638 Type IV.

<sup>e)</sup> σ<sub>m</sub>: maximum tensile stress in MPa,

<sup>f)</sup> ε<sub>m</sub>: maximum elongation in mm/mm.

**Tabel 3.** Sifat mekanik bioplastik berbahan dasar kitosan.

No.	Sumber	Variabel	Mechanical Properties		
			Thickness (mm)	Tensile Test (MPa)	Elongation at Break (%)
1	[16]	Jumlah Chitosan (20, 40, 60, 80, 100%)	100 $\mu$ m	27, 30, 38, 47, dan 53	23, 22, 19, 16, dan 12
2	[17]	- Kitosan (1-2%) - Asam Asetat (1-3%)	- Kitosan 1 g (As. Asetat 1-3%): 0.07, 0.01, 0.15  - Kitosan 2 g (As. Asetat 1-3%):0.15, 0.17, 0.16	- Kitosan 1 g (As. Asetat 1-3%): 16.43, 31.5, 43.5  Kitosan 2 g (As. Asetat 1-3%):15.67, 44.12, 38.24	- Kitosan 1 g (As. Asetat 1-3%): 189, 119, 116  Kitosan 2 g (As. Asetat 1-3%):22.4, 64, 56.1

Keterangan:  
Sebagian besar nilai ditampilkan dari nilai minimum hingga maksimum dengan urutan sesuai dengan nilai variabel yang tertulis

Pembuatan bioplastik campuran pati singkong dan pati jagung dapat meningkatkan sifat fisik bioplastik [8]. Perbedaan karakteristik pati bergantung pada sumber nabati, tingkat kematangan nabati selama ekstraksi pati, kemurnian pati, rasio amilosa dan amilopektin, interaksi dengan *plasticizer* terjadi secara berbeda, mengarah pada variasi dalam sifat-sifat *film* yang diperoleh dari pati dari berbagai sumber [20]. Kekuatan tarik paling besar ada pada pati singkong dengan *microcrystalline cellulose*(MCC)-sorbitol sebesar 9,12 MPa dan elongasi yang lebih rendah daripada campuran pati singkong dan pati jagung [9]. Besarnya kuat tarik disebabkan adanya sifat fisik yang keras dari MCC dan sorbitol. Sorbitol memiliki sifat fisik yang kaku dan mudah pecah saat kering. Hal ini disebabkan sulitnya interaksi sorbitol dengan polimer pati. Yang mana sorbitol memiliki afinitas kecil terhadap air sehingga mengurangi ikatan hidrogen antar polimer pati [22-23]. Berbeda dengan bahan pati singkong dengan *plasticizer* sorbitol, pada pembuatan bioplastik dari pati singkong dioksidasi [10], memiliki nilai elongasi yang rendah. Hal ini disebabkan oleh sifat fisik pati yang teroksidasi memiliki afinitas yang rendah pada air. Sehingga ikatan hidrogen antar molekul pati dan *plasticizer* tidak efektif dalam membentuk *film* saat kering. Penambahan pati pada bioplastik berbahan dasar gluten dapat memberikan kekuatan tarik lebih hingga 1,1 MPa [23]. Sifat plastisasi (gliserol) dan antiplastisasi (sorbitol) pada penelitian Maulida dan Souza [9,11], menunjukkan bahwa penambahan konten gliserol pada bioplastik dapat menurunkan kuat tarik namun menambah elongasi pada bioplastik hal ini dikarenakan gliserol memobilisasi ikatan hidrogen dengan pati secara merata daripada sorbitol [24]. Ada pun penambahan aldehyd (*glyoxal*) pada gluten tidak menambah kekuatan dari bioplastik gluten. Hal ini dikarenakan pada saat proses *thermomoulding* sebagian besar gliserol berikatan dengan rantai protein gluten yang mana lebih homogen [25]. Penambahan polisakarida seperti *methyl cellulose* dan CMC dapat menambah kuat tarik dari bioplastik gluten. MC dan CMC bertindak sebagai *filler* yang mana berinteraksi dengan rantai protein yang mengubah struktur kaku gluten dan mengurangi ikatan hidrogen diantara protein [14]. Pada penambahan sumber pati bioplastik kitosan dapat meningkatkan kekuatan tarik hingga lebih dari 1 MPa. Disebutkan bahwa variasi proses deasetilasi pada kitosan sangat kecil untuk mempengaruhi kuat tarik pada bioplastik kitosan [26]. Adapun penambahan gliserol dalam bioplastik kitosan dapat meningkatkan elongasi yang mana sifat bioplastik menjadi elastik. Penambahan konsentrasi kitosan pada bioplastik dapat meningkatkan kuat tarik. Sebaliknya jika penambahan gliserol lebih banyak, maka kuat tarik pada bioplastik cenderung menurun [27]. Adapun kitosan yang dibuat dalam campuran

(blend) memiliki komposisi yang optimal ketika gliserol yang ditambahkan sebesar 0,5% (wt/wt) [28]. Kitosan diaplikasikan sebagai *coating agent* dengan prinsip *layer by layer* dengan pati singkong telah dilakukan. Didapatkan kuat tarik paling besar  $14,47 \pm 1,25$  MPa dan elongasi sebesar  $9,8 \pm 1,06\%$  pada gliserol sebanyak 2% dan kitosan dalam larutan asam asetat 2% sebesar 4% [29].

### 3.2 Karakterisasi Bioplastik dengan Water Uptake

**Tabel 4.** Water uptake bioplastik berbahan dasar pati singkong.

No.	Sumber	Variabel	Water Uptake (%)
1	[9]	- Sorbitol 20% MCC (0,2, 4, 6%)	- 75, 74, 72, 69
		- Sorbitol 25% MCC (0,2, 4, 6%)	- 73, 74, 67,5, 69
		- Sorbitol 30% MCC (0,2, 4, 6%)	- 72, 71, 62,5, 66
2	[10]	Film0 film20, film40, dan film60	$2.35 \times 10^2$ , $1.86 \times 10^2$ , $1.63 \times 10^2$ dan $1.34 \times 10^2$ %

Keterangan:

<sup>a)</sup> Tidak dilakukan uji tersebut

<sup>b)</sup> Uji water uptake untuk tabel no. 2 dan no. 3 dilakukan dengan perendaman di air selama 24 jam

**Tabel 5.** Water uptake bioplastik berbahan dasar gluten.

No.	Sumber	Variabel	Water Uptake (%)
1	[13] <sup>a</sup>	- WG/GL/Aqua	- (40 71)
		- WG/GL/Xhantan Gum	- (60 59)
		- WG/GL/Glyoxal	- (60 58)
		- WG/GL/aqua pH 6	- (64 65)
		- WG/GL/aqua pH 9	- (82  100)
2	[14] <sup>a</sup>	- LBG (0.5, 1.5, 3, 4.5)	- (40 69)
		- MC (0.5, 1, 1.5)	- (39 70)
		- CMC(0.5, 1, 1.5)	- (38 68)

Keterangan:

<sup>a)</sup> (x|y) 'x' adalah nilai dari waktu perendaman selama 2 jam dan 'y' adalah nilai dari waktu perendaman selama 24 jam.

<sup>b)</sup> Jenis polisakarida - 'LBG': Locust Bean Gum, 'MC': Methyl cellulose, 'CMC': Carboxymethyl cellulose.

<sup>c)</sup> Tidak dilakukan uji tersebut.

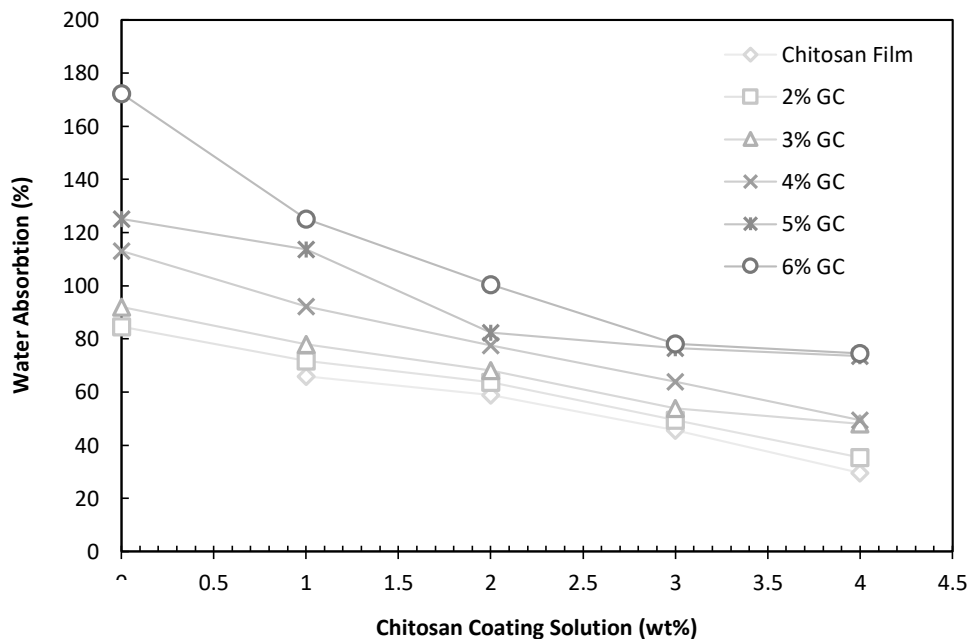
**Tabel 6.** Water uptake bioplastik berbahan dasar kitosan.

No.	Sumber	Variabel	Water Uptake (%)
1	[16]	- Pure Chitosan (2, 10, 30 menit)	- Pure Chitosan (160, 176, 15%)
		- Chitosan + Starch (2, 10, 30 menit)	- Chitosan + Starch (96, 125, 101%)

Daya serap air pada bioplastik dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kadar gliserol dan kadar dari lapisan kitosan. Semakin besar kadar gliserol sebagai *plasticizer* dalam bioplastik maka daya serap air makin meningkat. Hal ini dikarenakan gliserol yang bersifat mudah larut dalam air [30]. Bioplastik pati singkong dengan sorbitol memiliki nilai *water uptake* 60-75% lebih kecil dibandingkan dengan bioplastik pati singkong termodifikasi (pati dioksidasi) sebesar  $2,35 \times 10^2\%$ . Hal ini terjadi karena bioplastik dari pati teroksidasi mempunyai sifat hidrofobik. Sehingga dengan adanya sifat tersebut pati teroksidasi mencegah terjadinya air yang masuk dalam bioplastik berikatan langsung dengan gugus hidroksil bebas pada molekul pati. Hal ini didukung oleh penelitian pembuatan bioplastik pati singkong dengan penambahan MCC. Mikrokrystalin selulosa dapat mengurangi pembengkakan pada *film*. Karena pati lebih hidrofilik daripada selulosa. Adapun nilai *water uptake* kecil pada

penambahan MCC yakni sorbitol. Sorbitol memiliki nilai afinitas yang rendah pada air. Sehingga air yang masuk dalam bioplastik tidak berinteraksi dengan molekul pati melalui ikatan hidrogen [10, 9]. Gluten memiliki sifat hidrofobik pada air. Penambahan bahan seperti selulosa atau mikrokristalin dapat menghambat adanya pembengkakan *film* oleh air pada bioplastik. Penambahan selulosa memiliki nilai 38-39%, penambahan jenis polisakarida dan aldehide memiliki nilai 60%, dan pengkondisian air dengan pH memiliki nilai 64-84%. Bioplastik dari kitosan murni memiliki nilai *water uptake* 15-160% sedangkan kitosan dengan penambahan pati memiliki nilai yang yaitu 96-101%. Penambahan pati dapat menurunkan proses penyerapan air pada bioplastik. Hal ini dikarena pembentukan jaringan antara pati dengan kitosan, yang mencegah molekul air masuk ke dalam *film*. Namun kedua *film* menunjukkan afinitas yang kuat untuk penyerapan air, yang menunjukkan sifat hidrofilik yang kuat. Baik pati maupun kitosan memiliki banyak gugus hidroksil bebas dan sebagai hasilnya dalam beberapa menit sejumlah besar air menembus ke dalam *film* [16]. Adapun bioplastik dari gluten memiliki nilai *water uptake* kecil dikarenakan proses pembentukannya menggunakan metode ekstrusi dan *thermomoulding*. Sehingga *film* atau plastik memiliki tingkat agregasi/ tingkat ikatan silang pada perataan permukaan *film*.

Penelitian pembuatan bioplastik dengan *layer by layer* atau *coating* (pati singkong dan kitosan) memiliki daya serap air bervariasi. Adapun variasi ini dilakukan dengan mengubah konsentrasi *plasticizer* (gliserol) pada pembuatan bioplastik. Pada **Gambar 1**, penyerapan air terjadi paling banyak dengan konsentrasi gliserol dalam bioplastik sebanyak 6%. Hal ini dikarenakan gliserol polar terhadap air karena memiliki gugus -OH. Penyerapan terkecil terjadi ketika konsentrasi gliserol sebanyak 2% dan konsentrasi *coating* kitosan sebesar 4%. *Trend* penurunan grafik penyerapan air dipengaruhi oleh kadar gliserol dalam bioplastik dan kadar *coating* kitosan. Sehingga dapat disetujui bahwa lapisan *coating* kitosan terhadap bioplastik dapat menurunkan daya serap air karena kitosan memiliki gugus asetil hidrofobik.



**Gambar 1.** Pengaruh kandungan lapisan kitosan pada penyerapan air bioplastik *film* yang mengandung 2, 3, 4, 5, dan 6% gliserol [29].

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada pembuatan bioplastik pati singkong, gluten, dan kitosan disimpulkan bahwa penambahan *plasticizer* berlebih dapat menurunkan daya serap air. Hal ini diperkuat oleh adanya sifat hidrofilik pada gliserol. Gliserol memiliki afinitas yang tinggi terhadap air sehingga gliserol dapat larut dalam air dibandingkan sorbitol. Sistem *coating layer by layer* kitosan terhadap air dapat menurun karena adanya *plasticizer* gliserol yang berlebih. Dengan adanya bahan seperti gluten, mikrokristalin, dan selulosa pada bioplastik berbahan dasar pati dapat diaplikasikan untuk mengurangi adanya daya serap air. Hal ini didukung dengan gluten yang bersifat hidrofobik, mikrokristalin yang mempunyai bentuk dan struktur hidrofobik, serta selulosa yang tidak mudah larut dalam air dibandingkan dengan pati. Daya serap air paling kecil didapatkan pada bioplastik berbahan dasar gluten dan gluten-polisakarida dengan rentang 38-65% dibandingkan dengan pati dan kitosan memiliki rentang diatas 60-134%.

Penambahan *plasticizer* berlebih dapat menjadikan kuat tarik bioplastik menjadi berkurang. Pati singkong /kitosan/gelatin memiliki nilai kuat tarik paling maksimum  $8,76 \pm 0,16$  MPa, Pati kentang-kitosan memiliki nilai kuat tarik maksimum 53 MPa, kitosan-serat kelapa 44,12 MPa, dan gluten dengan rata rata nilai kuat tarik sebesar  $\pm 1$  MPa. Adapun Pati singkong terlapsi kitosan dengan sistem *layer by layer* memiliki nilai kuat tarik sebesar yaitu  $14,47 \pm 1,25$  MPa. Meskipun kitosan memiliki gugus hidroksil bebas, penggunaan bahan seperti sorbitol, selulosa, dan gluten dapat membantu mengurangi daya serap air pada bioplastik.

#### REFERENSI

- [1] Ahmed, T., Shahid, M., Azeem, F., Rasul, I., Shah, A. A. , Noman, M., Hameed, A., Manzoor, N., Manzoor, I., and Muhammad, S., 2018, *Biodegradation of Plastics: Current Scenario and Future Prospects for Environmental Safety*, Environmental Science and Pollution Research, Vol. 25, 7287–7298.
- [2] Avérous, L., 2004, *Biodegradable Multiphase Systems Based on Plasticized Starch: A Review*, Journal of Macromolecular Science - Polymer Reviews, Vol.44, No. 3, 231–274.
- [3] Aripin, S., Saing, B., and Kustiyah, E., 2017, *Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik Biodegradable dari Pati Ubi Jalar dengan Plasticizer Gliserol dengan Metode Melt Intercalation*, Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana, Vol. 6, No. 2, 79–84.
- [4] Ban, W., Song, J., Argyropoulos, D. S., and Lucia, L. A., 2006, *Influence Of Natural Biomaterials on The Elastic Properties of Starch-Derived Films: An Optimization Study*, Industrial and Engineering Chemistry Research, Vol.45, No. 2, 627–633.
- [5] Gonzalez-Gutierrez, J., Partal, P., Garcia-Morales, M., and Gallegos, C., 2010, *Development of Highly-Transparent Protein/Starch-Based Bioplastics*, Bioresource Technology, Vol.101, No. 6, 2007–2013.
- [6] Ansorena, M. R., Marcovich, N. E., and Pereda, M., 2019, *Food Biopackaging Based on Chitosan*, Vol.3, In: Martínez L., Kharissova O., Kharisov B. (eds) Handbook of Ecomaterials, Springer International Publishing, 2057–2083.
- [7] Rasheed, F., 2011, *Production of Sustainable Bioplastic Materials from Wheat Gluten Proteins*, Horticulture and Agricultural Science, Vol.3, No. 1, 1–52.
- [8] Luchese, C. L., Spada, J. C., and Tessaro, I. C., 2017, *Starch Content Affects Physicochemical Properties of Corn and Cassava Starch-Based Films*, Vol.109, 619–626.
- [9] Maulida , Siagian, M., and Tarigan, P., 2016, *Production of Starch Based Bioplastic from Cassava Peel Reinforced with Microcrystalline Cellulose Avicel PH101 Using Sorbitol as*

- Plasticizer*, Journal of Physics: Conference Series, Vol.710, No. 1
- [10] Oluwasina, O. O., Olaleye, F. K., Olusegun, S. J., Oluwasina, O. O., and Mohallem, N. D. S. , 2019, *Influence of Oxidized Starch on Physicomechanical, Thermal Properties, and Atomic Force Micrographs of Cassava Starch Bioplastic Film*, International Journal of Biological Macromolecules, Vol.135, 282–293.
- [11] Souza, A. C., Benze, R., Ferrão, E. S., Ditchfield, C., Coelho, A. C. V., and Tadini, C. C., 2012, *Cassava Starch Biodegradable Films: Influence of Glycerol and Clay Nanoparticles Content on Tensile and Barrier Properties and Glass Transition Temperature*, LWT - Food Science and Technology, Vol.46, No.1, 110–117.
- [12] Silva, O. A., Pellá, M. G., Pellá, M. G., Caetano, J., Simões, M. R., Bittencourt, P. R. S., and Dragunski, D. C., 2019, *Synthesis and Characterization of A Low Solubility Edible Film Based on Native Cassava Starch*, International Journal of Biological Macromolecules, Vol.128, 290–296.
- [13] Jiménez-Rosado, M., Zarate-Ramírez, L. S., Romero, A., Bengoechea, C., Partal, P., and Guerrero, A., 2019, *Bioplastics Based on Wheat Gluten Processed by Extrusion*, Journal of Cleaner Production, Vol.239
- [14] Zárata-ramírez, L. S., Romero, A., Bengoechea, C., Partal, P., and Guerrero, A., 2014, *Thermo-Mechanical and Hydrophilic Properties of Polysaccharide / Gluten-Based Bioplastics*, Carbohydrate Polymers, Vol.112, 24–31.
- [15] Ansorena, M. R., Zubeldía, F., and Marcovich, N. E., 2016, *Active Wheat Gluten Films Obtained by Thermoplastic Processing*, LWT - Food Science and Technology, Vol.69, 47–54.
- [16] Akter, N., Khan, R. A., Tuhin, M. O., Haque, M. E., Nurnabi, M., Parvin, F., and Islam, R., 2014, *Thermomechanical, Barrier, and Morphological Properties of Chitosan-Reinforced Starch-Based Biodegradable Composite Films*, Journal of Thermoplastic Composite Materials, Vol.27, No. 7, 933–948.
- [17] S. Bhuvaneshwari, D.Sruthi, Sivasubramanian, V., and Niranjana kalyani and J. Sugunabai, 2011, *Development and Characterization of Chitosan Film*, International Journal of Engineering Research and Applications, Vol.1, No.2, 292–299.
- [18] Wahyuni, E. S. and Arifan, F., 2018, *Optimization of Chitosan Drying Temperature on The Quality and Quantity of Edible Film*, E3S Web of Conferences, Vol.31, 1–5.
- [19] ASTM International, 2016, *Standard Practice for Preparation of Metallographic Specimens (D638)*, ASTM International, Vol.82, No. C, 1–15.
- [20] Borges, J. A., Romani, V. P., Cortez-Vega, W. R., and Martins, V. G., 2015, *Influence of Different Starch Sources and Plasticizers on Properties of Biodegradable Films*, International Food Research Journal, Vol.22, No. 6, 2346–2351.
- [21] Yang, L. and Paulson, A. T., 2000, *Effects of Lipids on Mechanical and Moisture Barrier Properties of Edible Gellan Film*, Food Research International, Vol.33, No. 7, 571–578.
- [22] Bourtoom, T., 2008, *Plasticizer Effect on The Properties of Biodegradable Blend from Rice Starch-Chitosan*, Songklanakarin Journal of Science and Technology, Vol.30, 149–155.
- [23] Kaewtatip, K., Tanrattanakul, V., and Kaewtathip, T., 2013, *Preparation and Characterization of Thermoplastic Starch/Wheat Gluten Composites*, Key Engineering Materials, Vol.531–532, 321–324.
- [24] Shimazu, A. A., Mali, S., and Grossmann, M. V. E., 2007, *Efeitos Plastificante E Antiplastificante Do Glicerol E Do Sorbitol Em Filmes Biodegradáveis De Amido De Mandioca*, Semina: Ciências Agrárias, Vol.28, 79-88.



- [25] Zárate-Ramírez, L. S., Romero, A., Martínez, I., Bengoechea, C., Partal, P., and Guerrero, A., 2014, *Effect of Aldehydes on Thermomechanical Properties of Gluten-Based Bioplastics*, Food and Bioproducts Processing, Vol.92, No. 1, 20–29.
- [26] Clark, R. B. and Averbach, B. L., 1978, *The Mechanical Properties of Chitosan Membranes*, OCEANS: The Ocean Challenge 1978, 82–86.
- [27] Fajar, N., Altway, S., Johar, L., Ayu, D., and Rosita, D., 2015, *The Effect of The Addition of Glycerol and Chitosan in The BiodegradablePlastics Production from “Porang” Flour (Amorphophallus Muelleri Blueme)*, Proceedings of The 9th Joint Conference on Chemistry, 312–316.
- [28] Chillo, S., Flores, S., Mastromatteo, M., Conte, A., Gerschenson, L., and Nobile, M. A. Del , 2008, *Influence of Glycerol and Chitosan on Tapioca Starch-Based Edible Film Properties*, Journal of Food Engineering, Vol.88, No. 2, 159–168.
- [29] Bangyekan, C., Aht-Ong, D., and Srikulkit, K., 2006, *Preparation and Properties Evaluation of Chitosan-Coated Cassava Starch Films*, Carbohydrate Polymers, Vol.63, No. 1, 61–71.
- [30] Zárate-Ramírez, L. S., Martínez, I., Romero, A., Partal, P., and Guerrero, A., 2011, *Wheat Gluten-Based Materials Plasticised with Glycerol and Water by Thermoplastic Mixing and Thermomoulding*, Journal of the Science of Food and Agriculture, Vol.91, No. 4, 625–633.