

## Karakteristik Komposit Bioplastik Maizena dan Glukomanan pada Perlakuan Jenis dan Konsentrasi Bahan Pengisi

*Characteristics of Cornstarch and Glucomannan Bioplastik Composites on Treatment of Type and Concentration of Filler*

**Anissa Fitri Nur Aini, Bambang Admadi Hasojuwono\*, Lutfi Suhendra**

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

Diterima 27 September 2021 / Disetujui 04 November 2021

### ABSTRACT

*This study aims to know the effect of the type and concentration of filler on the characteristics of cornstarch and glucomannan bioplastic composites, and determine the type and concentration of fillers that can produce bioplastic composites that meet the Indonesian National Standard (SNI) and International Standard. This study used a randomized block design with two factors. Factor I is a type of filler consisting of ZnO, CaCO<sub>3</sub>, clay, nanocellulose. Factor II is the concentration of filler which consists of 4 levels, namely 0%; 5%; 10%; 15%. This experiment resulted in 16 treatment combinations and were grouped into 2 groups so that 32 experimental units were obtained. The data were analyzed for diversity and continued with the Tukey test using Minitab17 software. The results showed that the type and concentration of filler had a very significant effect on tensile strength, elongation, modulus young, swelling, biodegradation and had a significant effect on WVTR. The interaction has a very significant effect on tensile strength, modulus young, swelling, WVTR and has a significant effect on elongation and biodegradation. Cornstarch and glucomannan bioplastic composites that meet the Indonesian National Standard (SNI) and International Standard on tensile strength and biodegradation variables using nanocellulose fillers with concentrations of 10% and 15% which have tensile strength characteristics of 15,23 and 16,93 MPa, elongation at break of 11,47 and 10,76 %, modulus young of 132,81 and 158,61 MPa, swelling of 68,93 and 69,58 %, WVTR 1,18 and 1,24 g/m<sup>2</sup>.hr, biodegradation rate for a long time 7 days. Maizene and glucomannan bioplastic composites contain hydrocarbon functional groups -(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>, carboxyl (C-O), alkene (C=C), alkyne (C≡C), hydroxyl carboxylic acid (O-H), hydroxyl alcohol (O-H), carbonyl (C=O) and aromatic compounds (C-H).*

**Keywords:** *bioplastic composite, cornstarch, glucomannan, ZnO, CaCO<sub>3</sub>, clay, nanocellulose*

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis dan konsentrasi bahan pengisi terhadap karakteristik komposit bioplastik maizena dan glukomanan, serta menentukan jenis dan konsentrasi bahan pengisi yang dapat menghasilkan komposit bioplastik yang memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Standar Internasional. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok dengan dua faktor. Faktor I adalah jenis bahan pengisi yang terdiri dari ZnO, CaCO<sub>3</sub>, clay, nanoselulosa. Faktor II adalah konsentrasi bahan pengisi

---

\*Korespondensi Penulis:

Email: bambang.admadi@unud.ac.id

yang terdiri dari 4 taraf yaitu 0%; 5%; 10%; 15%. Percobaan ini menghasilkan 16 kombinasi perlakuan dan dikelompokkan menjadi 2 kelompok sehingga diperoleh 32 satuan percobaan. Data dianalisis keragamannya dan dilanjutkan dengan uji Tukey menggunakan software Minitab17. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis dan konsentrasi bahan pengisi berpengaruh sangat nyata terhadap kuat tarik, perpanjangan saat putus, elastisitas, pengembangan tebal, biodegradasi serta berpengaruh nyata terhadap WVTR. Interaksinya berpengaruh sangat nyata terhadap kuat tarik, elastisitas, pengembangan tebal, WVTR serta berpengaruh nyata terhadap perpanjangan saat putus dan biodegradasi. Komposit bioplastik maizena dan glukomanan yang memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Standar Internasional pada variabel kuat tarik dan biodegradasi adalah menggunakan bahan pengisi nanoselulosa dengan konsentrasi 10% dan 15% yang memiliki karakteristik kuat tarik sebesar 15,23 dan 16,93 MPa, perpanjangan saat putus 11,47 dan 10,76 %, elastisitas 132,81 dan 158,61 MPa, pengembangan tebal 68,93 dan 69,58 %, WVTR 1,18 dan 1,24 g/m<sup>2</sup>.jam, laju biodegradasi dengan lama waktu 7 hari. Komposit bioplastik maizena dan glukomanan mengandung gugus fungsi hidrokarbon  $-(CH_2)_n$ , karboksil (C-O), alkena (C=C), alkuna (C≡C), hidroksil asam karboksilat (O-H), hidroksil alkohol (OH), karbonil (C=O) dan senyawa aromatik (C-H).

**Kata Kunci:** komposit bioplastik, maizena, glukomanan, ZnO, CaCO<sub>3</sub>, clay, nanoselulosa

## PENDAHULUAN

Salah satu bahan baku yang dapat digunakan sebagai bioplastik adalah pati jagung atau maizena. Berdasarkan kementerian pertanian, produksi jagung pada tahun 2020 mencapai 24,16 juta ton. Pada umumnya maizena mengandung 74-76% amilopektin dan 24-26% amilosa. Amilopektin mempunyai struktur rantai bercabang dan amilosa berstruktur lurus. Selain maizena, bahan baku potensial yang dapat digunakan dalam pembuatan bioplastik adalah glukomanan. Glukomanan merupakan polisakarida yang disusun dari monomer galaktosa, glukosa, dan mannanosa (Afriani *et al.*, 2013). Oleh sebab itu glukomanan berpotensi digunakan sebagai bahan baku komposit bioplastik (Siswanti *et al.*, 2013).

Maizena dan glukomanan selama ini dimanfaatkan dalam pembuatan bioplastik secara terpisah dan belum mendapatkan hasil yang memenuhi standar. Upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki karakteristiknya adalah dengan menggabungkan kedua bahan tersebut membentuk komposit bioplastik. Struktur rantai bercabang amilopektin yang terkandung pada maizena jika dikomposit dengan glukomanan akan membentuk ikatan silang karena terdapat gugus asetil pada struktur rantai glukomanan dan gugus hidroksil pada

struktur rantai amilopektin, sehingga dapat membentuk ikatan yang kuat (Sakinah dan Kurniawansyah, 2018).

Pengembangan komposit bioplastik maizena dan glukomanan telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Situmorang *et al.* (2019) dengan topik penelitian karakteristik komposit bioplastik dalam variasi rasio maizena-glukomanan dan variasi pH pelarut mendapatkan hasil terbaik pada rasio maizena-glukomanan (4,5:1,5) dan pelarut pH 5 yang menghasilkan komposit bioplastik dengan nilai kuat tarik 3,04 MPa, perpanjangan saat putus 18%, elastisitas 16,89 MPa, swelling 64,08% dan lama degradasi 5 hari.

Hal tersebut menunjukkan bahwa komposit bioplastik dari maizena dan glukomanan masih mempunyai kelemahan dan belum memenuhi standar yang ditetapkan, oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan karakteristiknya, salah satunya menggunakan bahan pengisi atau filler. Menurut Darni dan Utami (2010), bahan pengisi yang ditambahkan ke dalam matriks polimer akan memberikan ketahanan dan kekuatan mekanisnya. Sementara itu menurut Bayandori *et al.* (2009) adanya bahan pengisi dalam biopolimer akan memberikan pengaruh pada sifat-sifat komposit yang terbentuk. Jenis bahan pengisi yang sering

digunakan dalam pembuatan bioplastik antara lain Seng Oksida (ZnO), clay/tanah liat, CaCO<sub>3</sub>, dan nanoselulosa.

Pengembangan bioplastik maupun komposit bioplastik menggunakan bahan pengisi telah dilakukan. Hal tersebut dijelaskan oleh Marbun (2012) bahwa konsentrasi ZnO berbanding lurus dengan nilai kuat tarik bioplastik dari pati ubi jalar. Nilai kuat tarik tertinggi (64,18 MPa) dimiliki oleh bioplastik yang menggunakan ZnO 9% dari masa pati yang digunakan. Penelitian lain terkait jenis bahan pengisi dilakukan oleh Maryam *et al.* (2019) menunjukkan pemakaian 2% mikroselulosa bakteri pada pembuatan komposit bioplastik dengan Polyvinyl alcohol (PVA) menghasilkan kuat tarik 15,72 MPa, modulus young 16,3 MPa, densitas 0,13 g/cm<sup>3</sup> dengan tingkat degradasi 100%. Sedangkan menurut Rifaldi *et al.* (2017) dalam pembuatan bioplastik berbasis pati sagu menggunakan 3% clay sebagai bahan pengisi dan 14% gliserol menghasilkan kuat tarik 2.891 MPa, elongasi 30,99%, modulus young sebesar 9,39%, hidrofobisitas 85,71%, residual 60-80% per 8 hari. Penelitian Haryati *et al.* (2017) dalam pembuatan bioplastik dari pati biji durian menggunakan 1,5 g CaCO<sub>3</sub> dan 25% gliserol menghasilkan kuat tarik yaitu 0,71 MPa.

Uraian tersebut di atas menunjukkan bahwa pemakaian bahan pengisi (*filler*) dalam pembuatan komposit bioplastik berbahan baku maizena dan glukomanan belum ada informasinya. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk memanfaatkan dan mengoptimalkan penggunaan bahan pengisi terutama jenis dan konsentrasi bahan pengisi agar dihasilkan karakteristik yang memenuhi standar.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis dan konsentrasi bahan pengisi serta interaksi keduanya terhadap karakteristik komposit bioplastik maizena dan glukomanan dan menentukan jenis dan konsentrasi bahan pengisi manakah

yang menghasilkan karakteristik komposit bioplastik maizena dan glukomanan yang memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Standar Internasional.

## 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), air destilata, asam asetat/asam cuka 1% (Merck), gliserol pa (Merck), ZnO (Merck), CaCO<sub>3</sub> (Merck), clay (Planet Kimia), nanoselulosa (tandan kelapa sawit) dan silica gel (Merck).

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: timbangan analitik (*Ohaus*), gelas beker 100 mL dan 250 mL, sendok pengaduk, *hotplate* (JP. SELECTA), gelas ukur 100 mL, cetakan teflon berdiameter 20 cm, termometer, pipet tetes, oven, cawan, desikator dan tabung reaksi.

### Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) percobaan faktorial dengan 2 faktor. Faktor I adalah jenis bahan pengisi, yaitu: ZnO, CaCO<sub>3</sub>, clay, nanoselulosa. Faktor kedua adalah konsentrasi bahan pengisi, yaitu: 0%; 5%; 10%; 15% dari total bahan polimer. Dengan demikian terdapat 16 perlakuan kombinasi dan dikelompokkan dalam 2 waktu proses pembuatan komposit bioplastik, sehingga terdapat 32 unit percobaan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis keragamannya

(ANOVA), dan dilanjutkan dengan uji Tukey menggunakan perangkat lunak Minitab 17.

### Pelaksanaan Penelitian

Proses pembuatan bioplastik dilakukan dengan menimbang maizena-glukomanan sebanyak 6g (4,5g:1,5g) berdasarkan Indrawati *et al.*, (2019), 1 g gliserol; bahan pengisi (ZnO, CaCO<sub>3</sub>, clay, nanoselulosa) dengan berat 0g; 0,3g; 0,6g; 0,9g dan larutan asam cuka 1% (93 g; 92,7 g; 92,4 g; 92,1 g) sehingga total bahan 100 g. Membagi larutan asam cuka 1% menjadi tiga bagian sama rata masing-masing dalam 3 gelas beker yang berbeda, kemudian memasukkan 4,5 g maizena pada gelas beker 1, 1,5 g glukomanan pada gelas beker 2 dan bahan pengisi sesuai perlakuan pada gelas beker 3. Selanjutnya ketiga gelas beker diaduk isinya hingga rata, lalu gelas beker yang berisi maizena dan larutan asam cuka 1% dipanaskan sambil tetap diaduk hingga mengental kemudian dimasukkan berturut-turut campuran glukomanan dan larutan asam cuka 1%, campuran bahan pengisi dan larutan asam cuka 1%, serta 1 g gliserol dalam pemanasan dan pengadukan pada suhu 80±1°C hingga membentuk gel selama 8 menit. Setelah gel terbentuk dituang ke cetakan teflon berdiameter 20 cm yang

selanjutnya dikeringkan dengan suhu 50°C menggunakan oven selama 8 jam sampai sampel terlepas dari cetakan. Sampel yang sudah mengering didiamkan pada suhu ruang selama 24 jam, selanjutnya komposit bioplastik dipisahkan dari teflon dan siap diuji (Harsojuwono *et al.*, 2017).

### Variabel yang Diamati

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

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kuat tarik

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa jenis dan konsentrasi bahan pengisi serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap kuat tarik komposit bioplastik maizena dan glukomanan. Nilai kuat tarik komposit bioplastik maizena dan glukomanan berkisar antara 8,67-16,93 MPa. Nilai kuat tarik komposit bioplastik maizena dan glukomanan dapat dilihat pada Tabel 1.

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

Jenis Bahan Pengisi	Konsentrasi Bahan Pengisi			
	0%	5%	10%	15%
ZnO	9,67efg	8,67g	9,38fg	11,67cdef
CaCO <sub>3</sub>	9,58efg	9,93defg	12,33cd	12,95bc
Clay	9,50efg	11,25cdef	12,33cd	12,07cde
Nanoselulosa	9,68efg	13,33bc	15,23ab	16,93a

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata pada baris dan kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5%

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai kuat tarik tertinggi (16,93 MPa) ditunjukkan oleh komposit bioplastik yang menggunakan bahan pengisi nanoselulosa dengan konsentrasi 15% yang tidak berbeda nyata dengan kuat tarik (15,23 MPa) dari komposit bioplastik yang menggunakan bahan pengisi

nanoselulosa dengan konsentrasi 10%. Sedangkan nilai kuat tarik terendah (8,67 MPa) dimiliki oleh komposit bioplastik dengan jenis bahan pengisi ZnO dengan konsentrasi 5% yang tidak berbeda nyata dengan komposit bioplastik dengan jenis bahan pengisi ZnO dengan konsentrasi 10%,

Clay, CaCO<sub>3</sub>, ZnO dan nanoselulosa dengan konsentrasi 0% dan CaCO<sub>3</sub> 5%. Nilai kuat tarik pada masing-masing bahan pengisi menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan konsentrasi bahan pengisi, maka nilai kuat tariknya juga semakin meningkat. Hal ini terjadi karena penambahan bahan pengisi ke dalam matriks polimer dinilai dapat memberikan ketahanan dan kekuatan mekanisnya (Darni dan Utami, 2010). Nilai kuat tarik pada jenis bahan pengisi nanoselulosa menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasinya maka semakin besar pula nilai kuat tarik yang terbentuk. Hal tersebut dikarenakan nanoselulosa merupakan selulosa yang berukuran nano yang dinilai dapat meningkatkan luas permukaan partikel dengan mengisi celah-celah kosong pada saat proses gelatinisasi, sehingga terjadi peningkatan kekuatan pada komposit yang terbentuk. Selain itu juga terjadi homogenitas yang baik antara bahan pati dengan nanoselulosa, sehingga penyebaran selulosa lebih merata di atas permukaan bahan plastik (Lismeri *et al.*, 2018). Menurut Silvério *et al.* (2013), penambahan selulosa dalam ukuran nano pada beberapa matriks polimer akan menghasilkan karakteristik fisik dan mekanik yang jauh lebih baik. Peningkatan kuat tarik

ini diharapkan dapat memperbaiki karakteristik komposit sehingga dapat digunakan pada aplikasi yang membutuhkan kuat mekanik yang lebih baik.

Berdasarkan Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2014 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 maizena dan glukomanan yang menggunakan jenis bahan pengisi nanoselulosa dengan konsentrasi 10% dan 15% pada penelitian ini sudah memenuhi standar nilai dari kuat tarik plastik pada Standar Nasional Indonesia (SNI) plastik 7818:2014.

#### Perpanjangan Saat Putus

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa jenis dan konsentrasi bahan pengisi berpengaruh sangat nyata ( $p < 0,01$ ) sedangkan interaksinya berpengaruh nyata terhadap perpanjangan saat putus komposit bioplastik maizena dan glukomanan. Nilai perpanjangan saat putus komposit bioplastik maizena dan glukomanan berkisar antara 10,47% sampai 16,06%. Nilai perpanjangan saat putus komposit bioplastik maizena dan glukomanan dapat dilihat pada Tabel 2.

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

Jenis Bahan Pengisi	Konsentrasi Bahan Pengisi			
	0%	5%	10%	15%
ZnO	14,03abcd	13,72abcd	13,04abcd	12,68abcd
CaCO <sub>3</sub>	14,70ab	14,12abcd	12,68abcd	10,47d
Clay	14,44abc	15,75a	15,81a	16,06a
Nanoselulosa	14,19abcd	12,37abcd	11,47bcd	10,76cd

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata pada baris dan kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5%.

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai perpanjangan saat putus yang tinggi dimiliki oleh komposit bioplastik yang menggunakan bahan pengisi clay dengan konsentrasi 5, 10 dan 15% yang tidak berbeda nyata dengan komposit bioplastik pada seluruh perlakuan

kecuali komposit bioplastik yang menggunakan bahan pengisi nanoselulosa 10 dan 15% dan CaCO<sub>3</sub> 15%. Sementara nilai perpanjangan putus yang terendah (10,47%) ditunjukkan oleh komposit bioplastik dengan bahan pengisi CaCO<sub>3</sub> dengan konsentrasi

15% yang berbeda nyata dengan komposit bioplastik dengan bahan pengisi clay dan  $\text{CaCO}_3$  konsentrasi 0%, clay 5, 10 dan 15%. Nilai persen perpanjangan saat putus berbanding terbalik dengan nilai kuat tarik. Semakin kecil nilai perpanjangan saat putus maka semakin plastis dan semakin bagus karakteristik dari bioplastik yang terbentuk. Pada komposit bioplastik dengan bahan pengisi ZnO,  $\text{CaCO}_3$  dan nanoselulosa menunjukkan bahwa konsentrasi bahan pengisi 0% menghasilkan nilai tertinggi, sedangkan pada konsentrasi 15% menghasilkan perpanjangan yang rendah. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi bahan pengisi yang digunakan, interaksi antara bahan pengisi dan matriks juga akan semakin kuat, sehingga bioplastik akan semakin kaku (Ma *et al.*, 2009). Penurunan presentase perpanjangan diduga karena adanya interaksi kuat antara campuran bahan komposit yaitu maizena dan glukomanan dengan bahan pengisi. Ikatan antara maizena-glukomanan dan bahan pengisi semakin rapat dan kompak sehingga menyebabkan komposit menjadi kuat sehingga film komposit semakin sulit untuk meregang atau memanjang hal ini tentunya

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

Jenis Bahan Pengisi	Konsentrasi Bahan Pengisi			
	0%	5%	10%	15%
ZnO	68,89ef	63,19f	71,92ef	92,15def
$\text{CaCO}_3$	65,15f	70,36ef	97,41cde	123,83bc
Clay	65,78f	71,54ef	78,11def	75,17ef
Nanoselulosa	68,85ef	108,07bcd	132,81ab	158,61a

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata pada baris dan kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5%.

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai elastisitas tertinggi (158,62 MPa) ditunjukkan oleh komposit bioplastik yang menggunakan bahan pengisi nanoselulosa dengan konsentrasi 15% yang tidak berbeda nyata dengan komposit bioplastik dengan bahan pengisi nanoselulosa dengan konsentrasi 10%. Sedangkan nilai elastisitas terendah (63,19 MPa) dimiliki oleh komposit

akan memperkecil presentase perpanjangan film (Iriani *et al.*, 2013). Penambahan bahan pengisi menyebabkan komposit memiliki ikatan antar molekul yang kuat sehingga membuat persen perpanjangan menjadi rendah dengan kuat tarik yang besar (Lismeri *et al.*, 2018).

Berdasarkan Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2014 Standar Nasional Indonesia (SNI) plastik 7818:2014 bahwa besarnya nilai perpanjangan saat putus untuk plastik adalah 21-220%. Sedangkan nilai perpanjangan saat putus dari komposit bioplastik maizena dan glukomanan pada penelitian ini belum memenuhi standar nilai dari perpanjangan saat putus plastik.

### Elastisitas

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa jenis dan konsentrasi bahan pengisi serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap elastisitas komposit bioplastik maizena dan glukomanan. Nilai elastisitas komposit bioplastik maizena dan glukomanan berkisar antara 63,19 MPa sampai 158,62 MPa. Nilai elastisitas komposit bioplastik maizena dan glukomanan dapat dilihat pada Tabel 3.

bioplastik dengan jenis bahan pengisi ZnO dengan konsentrasi 5% yang tidak berbeda nyata dengan komposit bioplastik dengan jenis bahan pengisi  $\text{CaCO}_3$ , nanoselulosa dan ZnO konsentrasi 0%,  $\text{CaCO}_3$  dan clay 5%, ZnO 10 dan 15% dan clay 10 dan 15%. Pada komposit bioplastik dengan bahan pengisi  $\text{CaCO}_3$ , clay dan nanoselulosa menunjukkan bahwa semakin kecil konsentrasi bahan

pengisi maka nilai elastisitas semakin kecil pula. Nilai elastisitas atau Modulus young dari suatu film berbanding lurus dengan kuat tarik (*tensile strength*) dan berbanding terbalik dengan persen perpanjangan saat putus (*elongation*) (Darni dan Utami, 2010).

Berdasarkan Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2014 Standar Nasional Indonesia (SNI) plastik 7818:2014 bahwa besarnya nilai elastisitas untuk plastik adalah 400-1120 MPa. Sedangkan nilai elastisitas dari komposit bioplastik maizena dan glukomanan pada penelitian ini adalah 158,62 MPa yang berarti belum memenuhi

standar nilai dari elastisitas plastik.

### Pengembangan Tebal

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa jenis dan konsentrasi bahan pengisi serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap pengembangan tebal komposit bioplastik maizena dan glukomanan. Nilai pengembangan tebal komposit bioplastik maizena dan glukomanan berkisar antara 48,45% sampai 69,58%. Nilai pengembangan tebal komposit bioplastik maizena dan glukomanan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai pengembangan tebal komposit bioplastik maizena dan glukomanan (%)

Jenis Bahan Pengisi	Konsentrasi Bahan Pengisi			
	0%	5%	10%	15%
ZnO	65,74abc	57,46cd	53,00de	48,45e
CaCO <sub>3</sub>	65,33abc	61,67abcd	59,97bcd	57,79cd
Clay	65,38abc	66,74ab	67,54ab	68,14ab
Nanoselulosa	65,88abc	67,10ab	68,93a	69,58a

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata pada baris dan kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5%.

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai pengembangan tebal yang tertinggi (68,93 dan 69,58%) ditunjukkan oleh komposit bioplastik yang menggunakan bahan pengisi nanoselulosa dengan konsentrasi 10 dan 15% yang tidak berbeda nyata dengan komposit bioplastik dengan bahan pengisi ZnO 0%, CaCO<sub>3</sub> 0 dan 5%, clay 0, 5, 10 dan 15% dan nanoselulosa 0 dan 5%. Sedangkan nilai terendah (48,45%) dimiliki oleh komposit bioplastik yang menggunakan bahan pengisi ZnO dengan konsentrasi 15% yang tidak berbeda nyata dengan komposit bioplastik yang menggunakan bahan pengisi ZnO dengan konsentrasi 10%. Pada komposit bioplastik dengan bahan pengisi clay dan nanoselulosa menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasinya maka nilai pengembangan tebal akan semakin besar pula. Hal ini disebabkan oleh penyerapan air pada komposit tersebut masih tergolong tinggi. Hal ini terjadi karena adanya gugus

hidroksida (OH<sup>-</sup>) pada selulosa yang mempengaruhi komposit ini bersifat hidrofilik (John dan Thomas, 2008). Sedangkan pada komposit bioplastik yang menggunakan bahan pengisi ZnO menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasinya maka nilai pengembangan tebal semakin kecil. Hal ini disebabkan oleh semakin banyak ikatan hidrogen yang terjadi dalam matriks sehingga molekul air lebih sulit berikatan dengan matriks (Nafchi *et al.*, 2013).

Berdasarkan Standar Internasional (SI) (EN 317) bahwa besarnya nilai pengembangan tebal untuk plastik adalah maksimal 1,44%. Sedangkan nilai pengembangan tebal dari komposit bioplastik maizena dan glukomanan pada penelitian ini adalah 48,45% yang berarti belum memenuhi standar nilai dari pengembangan tebal plastik.

### Laju Transmisi Uap Air

Hasil analisis keragaman

menunjukkan bahwa jenis bahan pengisi dan interaksinya berpengaruh sangat nyata ( $p < 0,01$ ) sedangkan konsentrasi bahan pengisi berpengaruh nyata terhadap WVTR komposit bioplastik maizena dan Tabel 5. Nilai WVTR komposit bioplastik maizena dan glukomanan ( $\text{g/m}^2 \cdot \text{jam}$ )

glukomanan. Nilai WVTR komposit bioplastik maizena dan glukomanan berkisar antara 0,76-1,24  $\text{g/m}^2 \cdot \text{jam}$ . Nilai WVTR komposit bioplastik maizena dan glukomanan dapat dilihat pada Tabel 5.

Jenis Bahan Pengisi	Konsentrasi Bahan Pengisi			
	0%	5%	10%	15%
ZnO	0,94de	0,83ef	0,81ef	0,76f
CaCO <sub>3</sub>	0,96cde	0,95de	0,92de	0,89ef
Clay	0,95de	1,07bcd	1,12abc	1,13ab
Nanoselulosa	0,92de	1,08abcd	1,18ab	1,24a

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata pada baris dan kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5%.

Pengujian *Water Vapour Transmission Rate* (WVTR) atau laju transmisi uap air dari komposit bioplastik bertujuan untuk mengetahui besar laju transmisi masuknya uap air ke dalam komposit bioplastik.

Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai WVTR tertinggi (1,24  $\text{g/m}^2 \cdot \text{jam}$ ) ditunjukkan oleh komposit bioplastik yang menggunakan bahan pengisi nanoselulosa dengan konsentrasi 15% yang tidak berbeda nyata dengan komposit bioplastik dengan bahan pengisi nanoselulosa dengan konsentrasi 5 dan 10% dan clay 10 clay 15%. Sedangkan nilai WVTR terendah (0,76  $\text{g/m}^2 \cdot \text{jam}$ ) dimiliki oleh komposit bioplastik dengan jenis bahan pengisi ZnO dengan konsentrasi 15% yang tidak berbeda nyata dengan komposit bioplastik dengan jenis bahan pengisi ZnO dengan konsentrasi 5 dan 10% dan CaCO<sub>3</sub> 15%. Hasil terbaik ditunjukkan oleh komposit bioplastik yang menggunakan bahan pengisi ZnO sebanyak 15%. Hal ini dikarenakan ZnO memiliki sifat hidrofobik sehingga dapat menahan uap air yang lewat pada material (Agustin dan Padmawijaya, 2016). Laju transmisi uap air berkaitan erat dengan ketebalan bioplastik, semakin tebal

bioplastik maka bioplastik akan semakin kaku dan keras sehingga kemampuan bioplastik untuk menahan uap air semakin baik (Jacoeb *et al.*, 2014).

Berdasarkan Japan International Standar (JIS) 2-1707 bahwa besarnya nilai WVTR untuk plastik adalah maksimal 0,0292  $\text{g/m}^2 \cdot \text{jam}$ . Sedangkan nilai WVTR dari komposit bioplastik maizena dan glukomanan pada penelitian ini adalah 0,76  $\text{g/m}^2 \cdot \text{jam}$  yang berarti belum memenuhi standar nilai dari WVTR plastik.

### Biodegradasi

Pengukuran bioedegradasi bertujuan untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan komposit bioplastik yang dihasilkan dapat terurai di lingkungan. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa jenis dan konsentrasi bahan pengisi berpengaruh sangat nyata ( $p < 0,01$ ) sedangkan interaksinya berpengaruh nyata terhadap biodegradasi komposit bioplastik maizena dan glukomanan. Nilai biodegradasi komposit bioplastik maizena dan glukomanan berkisar antara 7-8 hari. Nilai biodegradasi komposit bioplastik maizena dan glukomanan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai biodegradasi komposit bioplastik maizena dan glukomanan (hari)

Jenis Bahan Pengisi	Konsentrasi Bahan Pengisi			
	0%	5%	10%	15%

ZnO	7,00b	8,00a	8,00a	8,00a
CaCO <sub>3</sub>	7,00b	7,50ab	7,50ab	8,00a
Clay	7,00b	7,00b	7,00b	7,00b
Nanoselulosa	7,00b	7,00b	7,00b	7,00b

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 nilai biodegradasi berkisar antara 7 sampai 8 hari. Nilai biodegradasi yang tertinggi dimiliki oleh komposit bioplastik yang menggunakan bahan pengisi CaCO<sub>3</sub> 15%, ZnO 5, 10 dan 15% yang tidak berbeda nyata dengan komposit bioplastik dengan bahan pengisi CaCO<sub>3</sub> konsentrasi 5 dan 10% tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Komposit bioplastik mudah terdegradasi karena tersusun oleh komponen bahan alam yaitu maizena dan glukomanan. Komposit bioplastik mudah terurai di alam dengan bantuan mikroorganisme dalam tanah. Bioplastik mengandung gugus fungsi Hidroksil (O-H), Karbonil (C=O), Karboksil (C-O) dan Ester (Utami *et al.*, 2014). Gugus tersebut bersifat hidrofilik sehingga molekul air yang terkandung dapat mengakibatkan mikroorganisme pada lingkungan memasuki matriks bioplastik tersebut. Kandungan air yang tinggi dapat mengakibatkan bioplastik menjadi lebih mudah terdegradasi karena menjadi media tumbuh bagi sebagian besar mikroba (Alif *et al.*, 2018). Gugus hidroksil (O-H) yang terkandung pada bahan akan terdekomposisi sehingga menyebabkan bahan menjadi potongan-potongan kecil dan menghilang dalam tanah. Polimer akan terdegradasi karena proses kerusakan atau penurunan mutu karena putusnya ikatan rantai pada polimer (Marhamah, 2008)

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

D5988).

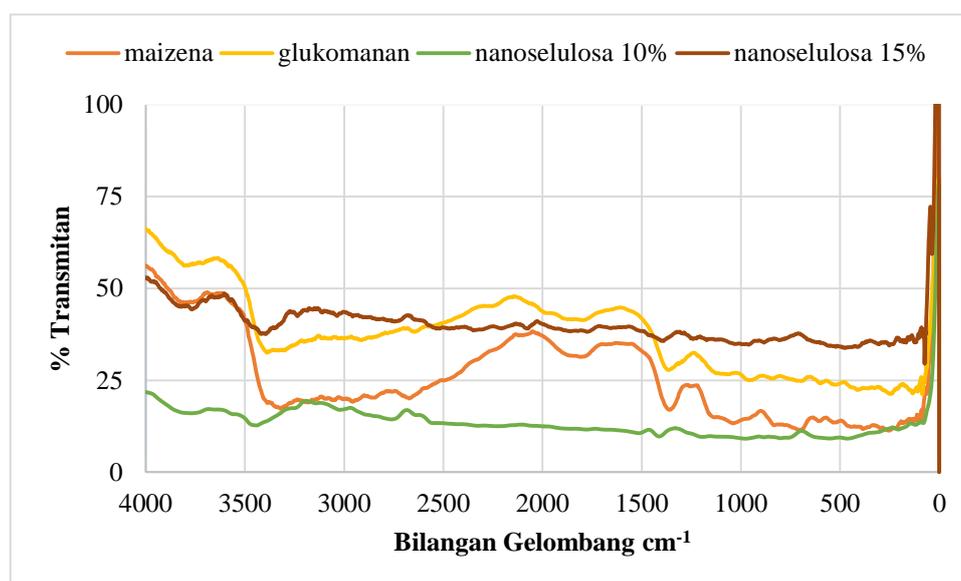
### Gugus Fungsi

Pengujian gugus fungsi menggunakan FTIR Spectroscopy untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang tidak diketahui dan menentukan banyaknya komponen dalam suatu campuran. Pada penelitian ini dilakukan identifikasi interaksi antara maizena dan glukomanan dengan bahan pengisi dalam sampel komposit bioplastik. Sampel yang digunakan untuk pengujian FTIR pada penelitian ini adalah tepung maizena, tepung glukomanan dan sampel bioplastik yang memenuhi standar pada karakteristik kuat tarik 15,23 dan 16,93 MPa yaitu sampel komposit bioplastik maizena dan glukomanan dengan konsentrasi bahan pengisi nanoselulosa sebesar 10% dan 15%. Hasil pengujian FTIR spectroscopy pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan bilangan gelombang tiap sampel yang dianalisis. Hasil menunjukkan bahwa gugus fungsi pada komposit bioplastik yang memenuhi standar merupakan gabungan dari gugus fungsi yang terdapat pada maizena dan glukomanan. Dari hasil interpretasi gugus fungsi pada komposit bioplastik memiliki kesamaan dengan gugus fungsi pada maizena dan glukomanan yaitu gugus fungsi hidrokarbon  $-(CH_2)_n$ , karboksil (C-O), alkena (C=C), alkana (C-H) dan gugus fungsi hidroksil (O-H). Daerah serapan senyawa hidrokarbon  $-(CH_2)_n$  terdapat pada daerah serapan di bawah  $600\text{ cm}^{-1}$  (Pavia *et al.*, 2009). Hasil analisis pada komposit bioplastik dengan kuat tarik 16,93 MPa menunjukkan adanya serapan gugus hidrokarbon  $-(CH_2)_n$  pada bilangan gelombang  $460,04\text{ cm}^{-1}$ , gugus alkena (C-H) pada bilangan gelombang  $776,38\text{ cm}^{-1}$ , gugus

karboksil (C-O) pada bilangan gelombang 1190,13  $\text{cm}^{-1}$ , gugus alkena (C=C) pada bilangan gelombang 1535,4 dan 1678,14  $\text{cm}^{-1}$ , gugus alkuna (C≡C) pada bilangan gelombang 2343,61  $\text{cm}^{-1}$ , gugus fungsi asam karboksilat (O-H) pada bilangan gelombang 2603,05  $\text{cm}^{-1}$ , gugus fungsi fenol (O-H) pada bilangan gelombang 3458,52  $\text{cm}^{-1}$  dan gugus hidroksil (O-H) pada regangan alkohol pada bilangan gelombang 3617,65  $\text{cm}^{-1}$ . Sedangkan hasil analisis pada komposit

bioplastik dengan kuat tarik 15,23 MPa menghasilkan daerah serapan yang tidak berbeda jauh dengan komposit bioplastik dengan kuat tarik 16,93 MPa. Perbedaan terdapat pada daerah serapan gugus karbonil (C=O) pada bilangan gelombang 1699,36  $\text{cm}^{-1}$ , alkana (C-H) pada bilangan gelombang 2799,8  $\text{cm}^{-1}$  dan senyawa aromatik (C-H) yang terletak pada bilangan gelombang 3001,37  $\text{cm}^{-1}$ .



Gambar 1. Bilangan gelombang maizena, glukomanan, dan komposit bioplastik maizena dan glukomanan dengan bahan pengisi nanoselulosa 10% dan 15%

Hasil interpretasi gugus fungsi komposit bioplastik menunjukkan perbedaan gugus hidroksil (O-H) pada gelombang 1007,85  $\text{cm}^{-1}$  yang terdapat pada maizena. Gugus fungsi pada komposit bioplastik yang memenuhi standar pada variabel kuat tarik dan biodegradasi terbentuk karena adanya proses modifikasi pati yang disebut grafting (pencangkakan) yang menyebabkan terjadinya perubahan pada letak gugus fungsi.

Uraian di atas menjelaskan bahwa

bioplastik maizena dan glukomanan yang menggunakan bahan pengisi nanoselulosa 10% dan 15% mengandung gugus fungsi hidrokarbon  $-(\text{CH}_2)_n$ , karboksil (C-O), alkena (C=C), alkuna (C≡C), hidroksil asam karboksilat (O-H), hidroksil alkohol (O-H), karbonil (C=O) dan senyawa aromatik (C-H). 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 maizena	Bilangan gelombang glukomanan	Bilangan gelombang komposit bioplastik (15,23 MPa)	Bilangan gelombang komposit bioplastik (16,93 Mpa)	Daerah serapan ( $\text{cm}^{-1}$ )	Gugus Fungsi	Tipe senyawa
582,53	469,69 dan 573,85	415,68	460,04	<600	-(CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub>	Hidrokarbon
-	913,33	785,06 dan 870,9	776,38	650-1000	C-H	Alkana
1007,85	-	-	-	1000-1350	O-H	Gugus hidroksil
1139,98 dan 1269,22	1252,82	1278,86	1190,13	1050-1300	C-O	Alkohol, Eter, Asam Karboksilat, dan Ester
1651,14	1655	1487,18	1535,4 dan 1678,14	1500-1680	C=C	Alkena
-	-	1699,36	-	1690-1760	C=O	Aldehid, Keton, Ester
-	-	2131,43	2343,61	2100-2400	C≡C	Alkuna
-	-	2578,94 dan 2678,28	2603,05	2500-2700	O-H	Asam Karboksilat
2915,53	2896,24	2799,8	-	2850-2970	C-H	Alkana
-	-	3001,37	-	3000-3100	C-H	Aromatik
-	-	3251,16	3458,52	3200-3600	O-H	Monomer Alkohol
3605,11	3602,22	3658,16	3617,65	3590-3685	O-H	Monomer Alkohol

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

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

1. Jenis dan konsentrasi bahan pengisi berpengaruh sangat nyata terhadap kuat tarik, perpanjangan saat putus, elastisitas, pengembangan tebal, biodegradasi serta berpengaruh nyata terhadap WVTR. Interaksinya berpengaruh sangat nyata terhadap kuat tarik, elastisitas, pengembangan tebal, WVTR serta berpengaruh nyata terhadap perpanjangan saat putus dan biodegradasi.
2. Komposit bioplastik maizena dan glukomanan yang hanya memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) dan

Standar Internasional pada variabel kuat tarik dan biodegradasi adalah yang menggunakan bahan pengisi nanoselulosa dengan konsentrasi 10% dan 15% yang mempunyai karakteristik kuat tarik sebesar 15,23 dan 16,93 MPa, perpanjangan saat putus 11,47 dan 10,76 %, elastisitas 132,81 dan 158,61 MPa, pengembangan tebal 68,93 dan 69,58 %, WVTR 1,18 dan 1,24  $\text{g/m}^2 \cdot \text{jam}$  , laju biodegradasi dengan lama 7 hari dan mengandung gugus fungsi hidrokarbon - (CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>, karboksil (C-O), alkena (C=C), alkuna (C≡C), hidroksil asam karboksilat (O-H), hidroksil alkohol (O-H), karbonil (C=O) dan senyawa aromatik (C-H).

### Saran

Perlu penelitian untuk memperbaiki

karakteristik komposit bioplastik diantaranya menggunakan bahan penguat yang bersifat hidrofob dengan kompactibilizer untuk memperbaiki variabel perpanjangan saat putus, elastisitas, pengembangan tebal dan WVTR sehingga komposit bioplastik maizena dan glukomanan dapat memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) maupun Standar Internasional.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afriyani, Y. D., A. Nirmala dan N. Aryanti. 2013. Pemisahan konjak glukomanan menggunakan membran ultrafiltrasi. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 2(4) :164-169.
- Agustin, Y. E. dan K. S. Padmawijaya. 2016. Sintesis bioplastik dari kitosan-pati kulit pisang kepok dengan penambahan zat aditif. *Jurnal Teknik Kimia*. 10(2): 40-48.
- Alif, M., N. Wijayanti dan S. Mursiti. 2018. Pembuatan bioplastik dari pati biji alpukat-kitosan dengan *plasticizer* sorbitol. *Indonesia Journal of Chemical Science*. 7(2) : 102-109.
- Bayandori, A. M. 2009. Synthesis of ZnO nanoparticles and electrodeposition of Polypyrrole/ZnO nanocomposite film. *Int Electrochem Sci*. 4:247-257.
- Darni, Y. dan H. Utami. 2010. Studi pembuatan dan karakterisasi sifat mekanik dan hidrofobisitas bioplastik dari pati sogum. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 7(4): 88-93.
- Harsojuwono, B. A., I. W. Arnata dan S. Mulyani. 2017. Biodegradable plastic characteristics of cassava starch modified in variations temperature and drying time. *Chemical and Process Engineering Research*. 49: 1-5
- Haryati, S., A. S. Rini., Y. Safitri. 2017. Pemanfaatan biji durian sebagai bahan baku plastik biodegradable dengan *plasticizer* gliserol dan bahan pengisi CaCO<sub>3</sub>. *Jurnal Teknik Kimia*. 23(1): 1-8.
- Hasanah, Y. R. dan Haryanto. 2017. Pengaruh penambahan filler kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) dan clay terhadap sifat mekanik dan biodegradable plastik dari limbah tapioka. *Jurnal Techno*. 18(2): 096-107.
- 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 Agroindustri*. 7(3): 468-477.
- Iriani, E. S., K. Wahyuningsih., T. C. Sunarti. Dab A. W. Permana. 2015. Sintesis nanoselulosa dari serat nanas dan aplikasinya sebagai nanofiller pada film berbasis polivinil alcohol. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*. 12(1): 11-19.
- Lismeri, L., G. Irmalinda., Y. Darni. dan N. Herdiana. 2018. Aplikasi fiber selulosa dari limbah batang ubi kayu sebagai film komposit berbasis *Low Density Polyethylene* (LDPE). *Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet, dan Plastik ke-7*.: 69-82.
- Marbun, E. S. 2012. Sintesis Bioplastik dari Pati Ubi Jalar Menggunakan Penguat Logam ZnO dan Penguat Alami Selulosa. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Program Studi Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Marhamah. 2008. Biodegradasi Plasticizer Poligliserol Asetat (PGA) dan Dioktil Ftalat (DOP) dalam Matrik Polivinil Klorida (PVC) dan Toksisitasnya Terhadap Pertumbuhan Mikroba.

- Tesis. Tidak dipublikasikan. Kimia. Sekolah Pascasarjana. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Nafchi, A. M., R. Nassiri., S. Sheiban., F. Ariffin., A. A. Karim. 2013. Preparation and characterization of bionanocomposite films filled with nanorod\_rich Zinc Oxide. *Carbohydrate Polymers*. 96(1): 233-239.
- Pavia, D. L., G. M. Lampman, G. S. Kriz Dan D. R. Vyvyan. 2009. *Introduction to Spectroscopy*. Saunders College, Philadelphia.
- Rifaldi, A., I. Hs., Bahruddin. 2017. Sifat dan morfologi bioplastik berbasis pati sagu dengan penambahan filler clay dan plasticizer gliserol. *Jom FTEKNIK*. 4(1): 1-7.
- Sakinah, A. R. Dan I. S. Kurniawansyah. 2018. Isolasi, karakterisasi sifat fisikokimia, dan aplikasi pati jagung dalam bidang farmasetik. *Farmaka*. 16(2): 430-442.
- Sanjaya, I. G. dan T. Puspita. 2011. Pengaruh penambahan khitosan dan plasticizer gliserol pada karakteristik plastic biodegradable dari pati limbah kulit singkong. *Jurnal FTI-ITS*. 2(1): 13-21.
- Siswanti, R. B., K. Anandito dan G. J. Manuhara. 2013. Karakteristik *edible* film komposit dari glukomanan umbi iles-iles (*Amorphopallus muelleri blume*) dan maizena. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 6(2): 1-7.
- Situmorang, B. D., B. A. Harsojuwono dan A. Hartiati. 2019. Karakteristik komposit bioplastik dalam variasi rasio maizena-glukomanan dan variasi pH pelarut. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 7(3): 391-400.