

Pengaruh Konsentrasi Campuran Maizena dan Glukomanan dengan Lama Pengeringan terhadap Karakteristik Komposit Bioplastik

Effect of Concentration of Maizena - Glucomannan Mixture and Drying Time on the Characteristics of Bioplastic Composites

Rio Rambo Siallagan, Bambang Admadi Harsojuwono*, Lutfi Suhendra

Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana

Email: bambang.admadi@unud.ac.id

Abstract

The purpose of this study was to determine whether the concentration of a mixture of cornstarch and glucomannan with drying time and the interaction between the two had an effect on the characteristics of bioplastics and to determine the concentration of the cornstarch-glucomannan mixture with the best drying time. This study is a study using a Randomized Factorial Experimental Group Design. The first factor is the concentration of the cornstarch-glucomannan mixture from 4 levels, namely 4%, 5%, 6%, and 7% (w/w). The second factor is the drying time which consists of 4 levels, namely 5,6,7, and 8 hours. From the research, it was found that the concentration of cornstarch-glucomannan mixture with drying time had a very significant effect on tensile strength testing, thickness expansion and elongation at break, but had no significant effect on biodegradation testing. The interaction of the two treatments significantly affected the tensile strength and the rate of water vapor transmission. Stearic acid concentration of 6% and drying time of 6 hours produced the best characteristics of bioplastic composites with a tensile strength value of 22.82 MPa, elongation at break of 11.01%, elasticity value of 353.50 MPa, water absorption value of 87.98% , the value of the water vapor transmission rate of 1.42 g/m².hour and the rate of biodegradation for 7 days. The results of functional group analysis showed that the cornstarch-glucomannan bioplastic composite had carbonyl (C=O), hydroxyl (OH), carboxyl (CO) and -(CH₂)_n hydrocarbon groups.

Keywords: *Bioplastic, glucomannan, mixed concentration, drying time, cornstarch.*

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan apakah konsentrasi campuran maizena dan glukomanan dengan lama pengeringan serta interaksi keduanya berpengaruh terhadap karakteristik bioplastik serta menentukan konsentrasi campuran maizena-glukomanan dengan lama pengeringan yang terbaik. Penelitian ini adalah penelitian yang menggunakan Rancangan Acak Kelompok Percobaan Faktorial. Faktor pertama merupakan konsentrasi campuran maizena-glukomanan dari 4 taraf, yaitu 4%, 5%, 6%, dan 7% (b/b). Faktor kedua adalah lama waktu pengeringan yang terdiri dari 4 taraf, yaitu 5,6,7, dan 8 jam. Dari penelitian mendapatkan hasil konsentrasi campuran maizena-glukomanan dengan lama pengeringan berpengaruh sangat nyata terhadap pengujian kuat tarik, pengembangan tebal dan perpanjangan saat putus tetapi, tidak berpengaruh nyata untuk pengujian biodegradasi. Interaksi dari kedua perlakuan berpengaruh nyata terhadap kuat tarik dan laju transmisi uap air. Konsentrasi asam stearat 6% dan lama pengeringan 6 jam menghasilkan karakteristik komposit bioplastik terbaik dengan nilai kuat tarik sebesar 22,82 MPa, perpanjangan saat putus sebesar 11,01 %, nilai elastisitas sebesar 353,50 MPa, nilai penyerapan air sebesar 87,98%, nilai laju transmisi uap air sebesar 1,42 g/m².jam dan laju biodegradasi selama 7 hari. Hasil analisis gugus fungsi menunjukkan komposit bioplastik maizena-glukomanan memiliki gugus karbonil (C=O), hidroksil (O-H), karboksil (C-O) dan hidrokarbon -(CH₂)_n.

Kata kunci: *Bioplastik, glukomanan, konsentrasi campuran, lama pengeringan, maizena.*

PENDAHULUAN

Plastik adalah polimer sintesis yang banyak dipergunakan dalam kehidupan sehari-hari. Seiring perkembangan waktu, penggunaan plastik terus meningkat bersamaan dengan peningkatan jumlah penduduk. Hal ini ternyata berdampak buruk karena

sampah plastik semakin tinggi (Arini et al., 2017). Guna mengatasi permasalahan tersebut, perlu dikembangkan plastik berbasis biodegradable berbahan alami. Maizena dan glukomanan merupakan bahan yang potensial sebagai bahan baku komposit bioplastik karena harganya yang murah sehingga banyak mencari dan barang mudah

didapatkan. Faktor yang mempengaruhi karakteristik komposit bioplastik diantaranya ialah konsentrasi bahan polimer, bahan tambahan dan jenis pemlastisnya (Pratami et al., 2021). Jika konsentrasi bahan polimer terlalu tinggi akan menyebabkan bioplastik yang tebal dan terlalu kaku, sedangkan konsentrasi bahan polimernya rendah akan menyebabkan bioplastik yang tipis, rapuh dan mudah sobek. Kekurangan menggunakan pati saja dalam pembuatan komposit bioplastik ialah memiliki sifat mekanis yang rendah, sehingga pada penelitian ini pati dicampurkan dengan polimer lain untuk memperbaiki sifat tersebut. Glukomanan adalah salah satu bahan yang dapat dipergunakan untuk campuran pati dalam pembuatan komposit bioplastik. Menurut Indrawati et al., (2019), Gugus asetil yang dimiliki glukomanan akan mengikat amilopektin pati dan menjadikan bioplastik mempunyai ikatan yang kuat dan diharapkan dapat melindungi produk dari kerusakan. Menurut Harsojuwono et al., (2018) Ratio pati singkong termodifikasi serta glukomanan (4,5 : 1,5 g) dengan larutan asam cuka 1% (93 g) dan gliserol 1 g merupakan perlakuan rasio terbaik. Sehingga menjadikan dasar penentuan rasio komposit maizena dan glukomanan penelitian ini. Begitu juga dengan waktu pengeringan, jika waktu pengeringan dilakukan terlalu lama akan menyebabkan karakteristik bioplastik menjadi kering, mudah patah dan tidak elastis sedangkan waktu pengeringan dilakukan terlalu singkat akan menyebabkan bioplastik menjadi lengket dan lembek. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh konsentrasi campuran maizena - glukomanan dan lama waktu pengeringan serta interaksi kedua perlakuan kepada karakteristik komposit bioplastik dan menentukan konsentrasi campuran maizena - glukomanan dan lama pengeringan yang optimal sehingga dihasilkan karakteristik komposit bioplastik yang terbaik dan memenuhi SNI dan standar internasional.

METODE

Tempat dan waktu

Pembuatan sampel, uji WVTR, uji *swelling* dan biodegradasi bertempat di Laboratorium Biokimia dan Nutrisi, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana. Uji FTIR bertempat di Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana. Uji kuat tarik, perpanjangan saat putus dilakukan di Laboratorium Fisika, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Penelitian dilakukan pada bulan April-Juni 2021.

Alat dan Bahan

Pada penelitian ini alat yang digunakan yaitu sendok, cetakan teflon ukuran 20 cm, pipet tetes, pinset, alat untuk mengaduk, termometer, gelas ukur, kompor gas, panci, oven, gelas beker 100 ml dan 250 ml, silica gel, cawan, timbangan analitik, desikator. Komposit bioplastik diuji menggunakan alat: (ASTM D638) *Strength ZP Recorder 50 N Imada* dan alat uji FTIR Spektrometer.

Pada penelitian ini bahan yang digunakan terdiri dari bahan baku dan bahan kimia. Bahan baku yang dipakai: tepung maizena (maizenaku) dan glukomanan dari umbi porang (konjac) dari CV. Nura Jaya, Malang. Pada penelitian ini menggunakan bahan kimia: gliserol, asam asetat/asam cuka dan aquadest.

Rancangan percobaan

Pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) percobaan faktorial dengan 2 faktor. Faktor I adalah Konsentrasi campuran maizena dan glukomanan dengan 4 taraf yaitu: 4% (3 : 1 g), 5% (3,75 : 1,25 g), 6% (4,5 : 1,5 g) dan 7% (5,25 : 1,75 g) (b/b) dari berat total. Faktor II adalah waktu lama pengeringan: 4 jam, 5 jam, 6 jam dan 7 jam. Dengan demikian terdapat 16 perlakuan kombinasi dan dikelompokkan dalam 2 waktu proses untuk membuat komposit bioplastik, sehingga terdapat 32 unit percobaan.

Pelaksanaan penelitian

Tahap yang dilakukan untuk pembuatan bioplastik. Tahapan awal yang dilakukan yaitu menyediakan alat dan bahan baku agar dapat membuat komposit bioplastik yaitu maizena, glukomanan, gliserol dan larutan asam asetat 1%. Tahapan kedua bahan baku ditimbang maizena dan glukomanan dengan perbandingan 3:1 (maizena : glukomanan) 4% (3 : 1 g), 5% (3,75 : 1,25 g), 6% (4,5 : 1,5 g) dan 7% (5,25 : 1,75 g) dari total bahan (100 g). kemudian ditimbang juga 1 g gliserol dan larutan asam asetat 1% sesuai kebutuhan hingga total bahan 100 g. Tahapan selanjutnya menyiapkan dua *beaker glass* dan membagi dua bagian larutan asam asetat 1% lalu memasukkan ke dalam masing-masing *beaker glass*. Maizena ditaruh ke dalam *beaker glass* pertama kemudian diaduk memakai batang pengaduk ± 7 menit dan glukomanan ke dalam *beaker glass* kedua kemudian diaduk memakai batang pengaduk ± 5 menit sehingga terbentuklah suspensi homogen. Pada suhu $75 \pm 1^\circ\text{C}$ selama 5 menit *beaker glass* yang berisikan Maizena dan larutan asam cuka 1% dipanaskan dan diaduk, ditambahkan berturut-turut suspensi glukomanan dan 1 g gliserol dan tetap dipanaskan dan diaduk pada suhu yang sama selama 5 menit hingga terbentuk gel. Gel tadi kemudian dicetak kedalam teflon berukuran 20 cm. Selanjutnya, bioplastiknya dikeringkan

menggunakan mesin pengering blower otomatis pada suhu 50°C dengan lama waktu pengeringan sesuai perlakuan (5,6,7 dan 8 jam). Komposit bioplastik yang terbentuk, diambil dari mesin pengering dan ditaruh pada suhu ruangan dalam waktu 24 jam, pada kondisi ini bioplastik diharapkan tidak bereaksi lingkungan sekitar karena bioplastik dalam keadaan inert sehingga tidak dilakukan pengujian kondisioning. Bioplastik dilepas dari teflon dan siap dilakukan pengujian.

Variabel yang diamati

Penelitian ini variabel yang diamati ialah sifat mekanik bioplastik yang dimana dilihat dari kekuatan tarik (*tensile strength*) (SNI 7818:2014), perpanjangan saat putus (*tensile elongation*) (SNI 7818:2014), Elastisitas (*Modulus young*) (ASTM D368), Uji pengembangan tebal (Darni *et al.*, 2010),

laju transmisi uap air (JIS 2-1707), Uji Biodegradasi (ASTM D5988) dan analisis gugus fungsi (Gable, 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuat tarik

Hasil yang didapat dari analisis keberagaman bahwa perlakuan konsentrasi campuran maizena dan glukomanan dengan lama pengeringan memiliki pengaruh sangat nyata ($p < 0,01$), dan interaksinya memiliki pengaruh nyata ($p < 0,05$) untuk kuat tarik bioplastik dari maizena dan glukomanan. Besar nilai kuat tarik komposit bioplastik dari maizena-glukomanan ialah 11,20-22,82 MPa terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Besar nilai kuat tarik (MPa) bioplastik dari campuran maizena dan glukomanan pada perlakuan konsentrasi campuran dan Waktu lama pengeringan.

Konsentrasi campuran (%)	Waktu lama pengeringan (jam)			
	5	6	7	8
4	11,20±1,13e	11,38±0,56e	11,92±0,61e	11,89±1,06e
5	17,03±1,15cd	17,84±0,76c	18,33±0,69c	17,95±0,92c
6	21,33±0,35b	22,82±0,36a	20,59±0,83b	20,26±0,36b
7	16,36±0,00d	16,89±0,63d	17,33±0,08cd	16,37±0,10d

Keterangan: Nilai pada baris maupun kolom memiliki notasi huruf yang memperlihatkan beda nyata pada taraf kesalahan 5% ($p < 0,05$)

Tabel 1 terlihat komposit bioplastik maizena dan glukomanan dengan konsentrasi campuran 6% pada lama pengeringan 6 jam mendapatkan nilai kuat tarik tertinggi sebesar 22,82±0,36 MPa yang memiliki pengaruh nyata dengan lainnya. Sementara itu, nilai kuat tarik yang rendah diperoleh pada konsentrasi campuran maizena-glukomanan 4% dengan lama pengeringan 5-8 jam dengan nilai kuat tarik sebesar 11,20±1,13-11,92±0,61 MPa.

Pada penelitian ini dapat dilihat bahwa konsentrasi campuran maizena dan glukomanan dan lama waktu pengeringan mempengaruhi nilai kuat tarik komposit bioplastik. Menurut Nikmah, (2020), jika konsentrasi bahan polimer bertambah akan menyebabkan pembentukan matriks menjadi banyak sehingga struktur matriks semakin kuat dan kekuatan yang diberikan semakin besar untuk memutuskan ikatan matriks. Selain pengaruh konsentrasi bahan polimer, lama waktu dan suhu pengeringan juga berpengaruh karakteristik karakteristik komposit bioplastik karena mempengaruhi besarnya penguapan. Jika waktu pengeringan nya terlalu cepat akan menyebabkan bioplastik masih lengket dan lembek. Sedangkan waktu pengeringan yang lama

menyebabkan penguapan menjadi besar sehingga bahan bioplastik menjadi mudah sobek dan kering. Hasil penelitian ini sudah memenuhi standar menurut Standar Nasional Indonesia SNI 7818: (2014) minimal besar nilai untuk kuat tarik bioplastik adalah 13,7 MPa. Komposit bioplastik yang sudah memenuhi standar SNI 7818: (2014) pada penelitian ini adalah sampel dengan konsentrasi campuran maizena-glukomanan 5-7% dan lama waktu pengeringan 5-8 jam. Sedangkan komposit yang belum memenuhi standar SNI 7818: (2014) ada pada komposit dengan konsentrasi campuran 4% dengan lama waktu pengeringan 5-8 jam.

Perpanjangan saat putus

Uji perpanjangan saat putus bertujuan untuk mengetahui maksimal panjang awal hingga bioplastik robek karena adanya penarikan. Hasil yang didapat dari analisis keberagaman bahwa perlakuan konsentrasi campuran maizena dan glukomanan memiliki pengaruh sangat nyata ($p < 0,01$), namun lama pengeringan dan interaksinya tidak memiliki pengaruh yang nyata kepada perpanjangan saat putus komposit maizena-glukomanan. Besar nilai

perpanjangan saat putus komposit maizena-glukomanan ialah 5,64-11,09 terlihat di Tabel 2

Tabel 2. Besar nilai perpanjangan putus (%) komposit bioplastik konsentrasi campuran maizena-glukomanan dengan lama pengeringan

Konsentrasi campuran (%)	Lama pengeringan (jam)			
	5	6	7	8
4	6,52±0,00ef	6,38±0,20ef	6,16±0,51ef	6,52±1,02ef
5	5,64±2,89f	7,58±0,55def	8,48±0,31bcd	8,41±1,64bcd
6	10,36±0,72abc	10,87±0,10a	9,86±0,20abcd	10,22±0,31abc
7	10,72±0,00ab	11,05±0,26a	10,47±0,56abc	11,09±0,51a

Keterangan: Nilai pada baris maupun kolom memiliki notasi huruf yang memperlihatkan beda nyata pada taraf kesalahan 5% ($P < 0,05$)

Tabel 2 terlihat komposit bioplastik konsentrasi campuran maizena-glukomanan 6-7% dengan lama waktu pengeringan 6 jam dan konsentrasi 7% pada waktu pengeringan 8 jam menghasilkan nilai perpanjangan putus yang tinggi (10,87±0,10 - 11,09±0,51%) tidak memiliki perbedaan nyata dengan perpanjangan saat putus pada konsentrasi 6-7% pada lama pengeringan 5 dan 7 jam dan konsentrasi 6% pada waktu pengeringan 8 jam. Sementara, komposit bioplastik dengan konsentrasi campuran maizena-glukomanan 5% dengan lama pengeringan 5 jam memiliki perpanjangan saat putus terendah sebesar 5,64±2,89 % yang tidak memiliki perbedaan nyata dari komposit bioplastik dengan lama waktu pengeringan 6 jam dan konsentrasi campuran 4% dengan lama waktu pengeringan 5-8 jam.

Berdasarkan hasil nilai perpanjangan putus, terlihat jika semakin tinggi nilai konsentrasi bahan polimer, semakin besar pula nilai perpanjangan putus yang didapatkan. Hal ini terjadi akibat bahan polimer pada komposit bersifat hidrofilik yang mengikat banyak air sehingga membuat film menjadi semakin elastis. Dapat dilihat bahwa semakin bertambah waktu lama pengeringan maka nilai dari perpanjangan putus juga

akan semakin besar. Menurut Purwanti, (2010) besar nilai pemanjangan berasal dari pengaruh deformasi, semakin tinggi besar kuat tarik menyebabkan semakin besar nilai pemanjangannya.

Hasil perpanjangan saat putus komposit bioplastik maizena-glukomanan terbaik pada penelitian ini adalah (11,09%) belum memenuhi standar SNI 7818 (2014) karena nilai dari perpanjangan saat putus belum mencapai 400-1120%. Namun, sesuai dengan penelitian (Situmorang et al., 2019) bioplastik dengan elongasi 10-20% sudah memenuhi standar plastik *biodegradable* yang termasuk dalam golongan *moderate properties*.

Elastisitas

Hasil yang didapat dari analisis keberagaman bahwa perlakuan konsentrasi campuran maizena dan glukomanan memiliki pengaruh sangat nyata ($p < 0,01$), namun perlakuan lama pengeringan dan interaksinya tidak memiliki pengaruh sangat nyata terhadap karakteristik elastisitas bioplastik maizena-glukomanan. Besar nilai elastisitas komposit bioplastik maizena-glukomanan ialah 147,87-353,50 MPa. Terlihat di Tabel 3.

Tabel 3. Besar nilai elastisitas (MPa) komposit bioplastik konsentrasi campuran maizena-glukomanan dengan lama pengeringan

Konsentrasi campuran (%)	Lama pengeringan (jam)			
	5	6	7	8
4	171,77±17,30b	178,36±3,01b	194,67±26,05b	183,37±12,51b
5	353,50±201,37a	236,23±27,19b	216,16±0,33b	216,59±31,27b
6	206,44±17,72b	209,92±5,23b	208,85±4,08b	198,29±2,52b
7	152,58±0,00b	152,81±2,15b	165,79±9,73b	147,87±7,73b

Keterangan: Nilai pada baris maupun kolom memiliki notasi huruf yang memperlihatkan beda nyata pada taraf kesalahan 5% ($p < 0,05$)

Tabel 3 terlihat nilai komposit bioplastik konsentrasi campuran maizena-glukomanan 5% dengan lama pengeringan 5 jam menghasilkan elastis tertinggi sebesar 353,50±201,37 MPa yang memiliki perbedaan nyata dengan lainnya. Sementara itu nilai

elastisitas yang rendah dimiliki oleh komposit bioplastik dengan konsentrasi campuran maizena-glukomanan 7% dan lama waktu pengeringan 8 jam sebesar 147,87±7,73 MPa yang tidak berbeda nyata dengan konsentrasi campuran 4% dengan lama

pengeringan 5-8 jam, konsentrasi campuran 5% pada waktu pengeringan 6-8 jam, konsentrasi 6% pada waktu pengeringan 5-8 jam dan konsentrasi 7% pada waktu pengeringan 5-7 jam dengan nilai elastisitas sebesar (152,58±0,00-236,23±27,19 Mpa).

Menurut Setiani et al., (2013) banyaknya pati yang digunakan akan membuat plastik menjadi rapuh sehingga menyebabkan kuat tarik dan elastisitas nya rendah. Coniwanti et al., (2014) menyatakan bahwa penurunan elastisitas jika molekul *plasticizer* berlebihan terletak di dalam fase sendiri akan menyebabkan penurunan gaya intermolekuler antar rantai sehingga pergerakannya lebih bebas. Lama waktu pengeringan juga dapat mempengaruhi karakteristik komposit bioplastik, jika suhu yang digunakan tinggi dan waktu pengeringan yang digunakan lama akan menyebabkan bahan semakin kering sehingga kekakuan bahan menjadi meningkat dan mudah koyak maka semakin menurun pula elastisitas bahan tersebut (Purwanti, 2010).

Pada Standar Internasional ASTM D638 minimal nilai elastisitas suatu bioplastik adalah 200 MPa. Maka, nilai elastisitas komposit bioplastik didapatkan oleh sampel dengan konsentrasi 5% dengan lama pengeringan 5-8 jam dan konsentrasi 6% dengan lama pengeringan 5-7 sudah memenuhi Standar Internasional ASTM D638.

Pengembangan tebal

Hasil yang didapat dari analisis keberagaman bahwa perlakuan konsentrasi campuran maizena dan glukomanan memiliki pengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) untuk pengembangan tebal komposit bioplastik maizena-glukomanan. Namun, interaksinya tidak memiliki pengaruh nyata terhadap karakteristik pengembangan tebal bioplastik maizena-glukomanan. Nilai penyerapan air komposit bioplastik maizena-glukomanan berkisar 19,88-87,98 %. Terlihat di Tabel 4.

Tabel 4. Besar nilai pengembangan tebal (%) komposit bioplastik konsentrasi campuran maizena-glukomanan dengan lama pengeringan

Konsentrasi campuran (%)	Lama pengeringan (jam)			
	5	6	7	8
4	64,51±1,24abc	56,85±25,66bc	68,30±20,44abc	87,98±7,25a
5	71,14±3,38abc	72,51±21,73abc	55,13±12,69cd	69,98±22,81abc
6	44,43±11,41cde	46,39±9,04cde	65,69±2,55abc	84,72±5,89ab
7	23,88±7,09cde	19,88±3,64e	49,22±6,76cd	69,99±4,37abc

Keterangan: Nilai pada baris maupun kolom memiliki notasi huruf yang memperlihatkan beda nyata pada taraf kesalahan 5% ($p < 0,05$)

Tabel 4. memperlihatkan komposit bioplastik konsentrasi campuran maizena-glukomanan 4% pada lama waktu pengeringan 8 jam nilai pengembangan tebal yang tinggi sebesar 87,98±7,25 % yang tidak memiliki perbedaan nyata terhadap komposit bioplastik dengan konsentrasi campuran 4% pada lama waktu pengeringan 5 dan 7 jam, konsentrasi campuran 5% dengan lama pengeringan 5 dan 6, konsentrasi campuran 6% dengan lama pengeringan 7 jam dan konsentrasi campuran 5-7% pada lama waktu pengeringan 8 jam dengan nilai pengembangan tebal sebesar (64,51±1,24-84,72±5,89%). Sementara itu nilai pengembangan yang kecil dimiliki komposit bioplastik dengan konsentrasi campuran maizena-glukomanan 7% pada lama waktu pengeringan 6 jam sebesar 19,88±3,64 % yang tidak memiliki perbedaan nyata dengan komposit bioplastik pada perlakuan konsentrasi campuran 6-7% dengan lama pengeringan 5 jam dan konsentrasi campuran 6% dengan lama pengeringan 6 jam dengan nilai pengembangan tebal sebesar (23,88±7,09-46,39±9,04).

Pada penelitian ini bahan polimer maizena yang digunakan memiliki amilopektin dan ikatan rantai cabang yang banyak, sehingga banyak ruang kosong

pada percabangan ini yang menyebabkan mengakibatkan ketahanan terhadap airnya rendah karena pengembangan tebal terhadap airnya cukup besar akibat ikatan antar rantai dalam amilopektin yang lemah (Setiani et al., 2013). Selain pengaruh bahan polimer, suhu dan lama waktu pengeringan juga berpengaruh terhadap karakteristik komposit bioplastik. Kandungan air pada plastik akan menguap akibat proses pengeringan yang dilakukan. Bioplastik akan memiliki sifat hidrofilik (sukar air) karena penguapan air yang besar, sehingga jika diletakkan pada media dengan kelembaban tinggi akan menjadikan komposit semakin menyerap banyak air (Utomo et al., 2013)

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

Laju transmisi uap air

Hasil yang didapat dari analisis keberagaman bahwa perlakuan konsentrasi campuran maizena dan

glukomanan memiliki pengaruh sangat nyata ($p < 0,01$), sedangkan lama pengeringan tidak memiliki pengaruh nyata kepada karakteristik laju transmisi uap air komposit maizena-glukomanan. dan interaksinya memiliki pengaruh nyata kepada laju

transmisi uap air bioplastik maizena-glukomanan. Nilai laju transmisi uap air komposit maizena dan glukomanan sebesar $0,42 - 1,42 \text{ g/m}^2 \cdot \text{jam}$. Terlihat di Tabel 5.

Tabel 5. Besar nilai transmisi uap air ($\text{g/m}^2 \cdot \text{jam}$) komposit bioplastik konsentrasi campuran maizena-glukomanan dengan lama pengeringan

Konsentrasi campuran (%)	Lama pengeringan (jam)			
	5	6	7	8
4	$0,95 \pm 0,20b$	$0,42 \pm 0,07b$	$1,02 \pm 0,00b$	$1,04 \pm 0,00b$
5	$1,00 \pm 0,09b$	$1,09 \pm 0,07b$	$0,77 \pm 0,24b$	$1,02 \pm 0,33b$
6	$1,26 \pm 0,28b$	$0,98 \pm 0,13b$	$1,00 \pm 0,09b$	$0,62 \pm 0,04b$
7	$1,22 \pm 0,18b$	$1,05 \pm 0,02b$	$1,42 \pm 0,36a$	$1,09 \pm 0,04b$

Keterangan: Nilai pada baris maupun kolom memiliki notasi huruf yang memperlihatkan beda nyata pada taraf kesalahan 5% ($p < 0,05$)

Tabel 5 dapat dilihat komposit bioplastik konsentrasi campuran maizena-glukomanan 7% dengan lama pengeringan 7 jam menghasilkan nilai laju transmisi uap air tertinggi sebesar $1,42 \pm 0,36 \text{ g/m}^2 \cdot \text{jam}$ yang berbeda nyata dengan lainnya. Sementara itu nilai laju transmisi uap air yang rendah dimiliki oleh komposit bioplastik dengan konsentrasi campuran maizena-glukomanan konsentrasi 4-6 % pada lama pengeringan 5-8 jam dan konsentrasi 7% pada lama waktu pengeringan 5,6 dan 8 jam. Dengan nilai laju transmisi uap air sebesar ($0,42 \pm 0,07 - 1,26 \pm 0,28 \text{ g/m}^2 \cdot \text{jam}$).

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 5, Peningkatan jumlah konsentrasi pati akan berbanding lurus dengan jumlah amilosa yang terkandung didalam bahan sehingga semakin banyak jumlah kelompok hidroksil bebas, menjadikan nilai laju transmisi uap airnya semakin tinggi (Harkoyo et al., 2014). Maizena tergolong senyawa hidrokoloid, sehingga lemah ketika menahan transmisi laju uap air karena memiliki sifat *hidrofilik*. Suhu dan waktu pengeringan juga mempengaruhi karakteristik komposit bioplastik. Laju transmisi uap air rendah jika pengeringan dilakukan dengan suhu yang tinggi

yang menyebabkan struktur menjadi lemah sehingga volume bioplastik menjadi rendah dan kepadatan menjadi tinggi. Transmisi uap air yang rendah biasanya berhubungan dengan kepadatan yang tinggi (Pan et al., 2010).

Berdasarkan hasil penelitian ini nilai laju transmisi uap air komposit bioplastik yang dihasilkan belum memenuhi standar yang berlaku. Berdasarkan *Japan Internasional Standar* (JIS 2-1707) nilai laju transmisi uap air bioplastik adalah $0,292 \text{ g/m}^2 \cdot \text{jam}$ sementara laju transmisi uap air pada penelitian ini sebesar $1,42 \text{ g/m}^2$.

Biodegradasi

Hasil yang didapat dari analisis keberagaman bahwa perlakuan konsentrasi campuran maizena dan glukomanan dengan lama waktu pengeringan tidak memiliki pengaruh sangat nyata nyata terhadap kemampuan biodegradasi. Begitu juga dengan interaksinya tidak memiliki pengaruh nyata kepada kemampuan biodegradasi. Besar nilai biodegradasi komposit bioplastik maizena glukomanan antara 6-7 hari yang dapat dilihat di Tabel 6.

Tabel 6. Kemampuan biodegradasi (hari) komposit bioplastik konsentrasi campuran maizena-glukomanan dengan lama waktu pengeringan

Konsentrasi campuran (%)	Lama pengeringan (jam)			
	5	6	7	8
4%	$7,00 \pm 0,00b$	$7,50 \pm 1,00ab$	$6,00 \pm 0,00c$	$7,00 \pm 0,00b$
5%	$7,50 \pm 1,00ab$	$7,00 \pm 0,00b$	$7,00 \pm 0,00b$	$7,00 \pm 0,00b$
6%	$7,50 \pm 1,00ab$	$7,00 \pm 0,00b$	$7,00 \pm 0,00b$	$7,00 \pm 0,00b$
7%	$7,00 \pm 0,00b$	$7,50 \pm 1,00ab$	$7,50 \pm 0,00a$	$7,50 \pm 1,00ab$

Keterangan: Nilai pada baris maupun kolom memiliki notasi huruf yang memperlihatkan beda nyata pada taraf kesalahan 5% ($p < 0,05$)

Pada Tabel 6 terlihat bahwa kemampuan biodegradasi komposit bioplastik tidak ada perbedaan signifikan pada konsentrasi 4-7 % dengan lama pengeringan 5-8 jam. Hal ini disebabkan karena

bakteri akan memutuskan rantai polimer bioplastik yang mengandung pati menjadi monomer dengan enzim yang dihasilkan dari bakteri tersebut. Suhu yang tinggi juga dapat menyebabkan perubahan

fisikokimia pada partikel plastik sehingga plastik memiliki strukturnya jadi rapat akibat homogen, sehingga plastik akan sulit diuraikan oleh mikroorganisme (Utomo et al., 2013). Pati dan gliserol memiliki sifat hidrofilik sehingga akan mempercepat proses biodegradasi. Bioplastik memiliki kandungan gugus karbonil (CO) dan gugus hidroksil (OH) sehingga membuat bioplastik mudah terdegradasi (Utami dan Widiarti, 2014). Sehingga, mikroorganisme pada molekul akan terbawa masuk ke dalam matriks plastik tersebut karena gugus tersebut bersifat hidrofilik.

Menurut SNI bioplastik dapat terdegradasi 60% selama satu minggu. Berdasarkan standar SNI komposit bioplastik maizena-glukomanan yang sudah dilakukan pada penelitian ini telah memenuhi

standar karena bioplastik yang dihasilkan mencapai degradasi lebih dari 60% pada hari ke-7.

Gugus fungsi

Uji FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) berkonsentrasi mengetahui kandungan bahan kimia yang terdapat didalam bahan polimer (Darni & Utami, 2010). Pada penelitian ini sampel yang digunakan untuk pengujian FTIR adalah maizena, glukomanan dan sampel bioplastik dengan kuat tarik tertinggi (22,82 MPa) dari sampel bioplastik dengan konsentrasi campuran 6% pada lama waktu pengeringan 6 jam. Nilai uji FTIR terlihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Daerah serapan gugus fungsi komposit bioplastik (Pavia et al. 2019)

ilangan Gelombang Maizena	Bilangan Gelombang Glukomanan	Bilangan GelombangDaerah Komposit Bioplastik	serapan (cm ⁻¹) [*]	Gugus Fungsi [*]	Tipe Senyawa
3605,11	3602,22	3619,58	3100-3700	O-H	Alkohol
2915,53	2896,24	-	2850-2970	C-H	Alkana
-	-	2347,47	3300-3500	N-H	Amina
-	-	1682	1680-1760	-COOH	Gugus Karboksil
1651,14	1655	-	1610-1680	C=C	Alkena
-	-	1519,01	1480-1570	C=C	Cincin aromatik
1139,98 dan 1269,22	1252,82	1113,94	1050-1300	C-O	Alkohol, ester, asam karboksilat dan ester
-	913,33	953,84	675-995	C-H	Alkena
582,53	469,69 dan 573,85	389,64	<600	-(CH ₂) _n	Hidrokarbon

Pada Tabel 9 menunjukkan bahwa adanya penambahan senyawa pada bilangan gelombang komposit bioplastik 2347,47 yaitu senyawa amina dengan gugus fungsi N-H, pada bilangan gelombang komposit bioplastik 1682 yaitu senyawa gugus karboksil dengan gugus fungsi -COOH dan pada bilangan gelombang komposit bioplastik 1519,01 yaitu senyawa cincin aromatik dengan gugus fungsi C=C. Namun ada juga senyawa yang hilang komposit bioplastik maizena dan glukomanan yaitu senyawa alkana dengan gugus fungsi C-H dan senyawa alkena dengan gugus fungsi C=C.

Bioplastik yang memiliki gugus fungsi karbonil (CO) dari ester akan menjadikan bioplastik dapat di Biodegradasi (Darni & Utami, 2010). Menurut Darni dan Utami, (2010) bahwa jenis ikatannya dan jumlah ikatan molekul dapat menyebabkan ikatan kimia kuat, jika semakin banyak ikatan antar molekul maka bahan yang dihasilkan akan semakin kuat. Pada penelitian (Harsojuwono et al., 2018) menghasilkan komposit bioplastik dengan gugus fungsi O-H, C-H, C-O, dan -(CH₂)_n yang memiliki kesamaan dengan

maizena-glukomanan pada penelitian ini yaitu gugus fungsi O-H, C-O, dan -(CH₂)_n.

KESIMPULAN

Hasil dari penelitian yang sudah dilakukan, dapat dinyatakan bahwa penambahan konsentrasi maizena dan glukomanan berbanding lurus dengan peningkatan sifat mekanik bioplastik yang dihasilkan terlihat pada kuat tarik, perpanjangan saat putus dan elastisitas. Batas peningkatan terjadi hingga konsentrasi 6 % dengan rasio campuran maizena dan glukomanan (4,5 : 1,5) karena kons-entrasi 7% pada rasio campuran maizena dan glukomanan (5,25 : 1,75) terjadi penurunan. Begitu juga dengan lama pengeringan, pada lama pengeringan 5-7 jam sifat mekanik bioplastik mengalami peningkatan. Namun, pada lama pengeringan 8 jam mengalami penurunan akibat dari waktu pengeringan yang lama sehingga mempengaruhi besarnya penguapan dan sifat mekanik menjadi rendah.

DAFTAR PUSTAKA

A, W., Utomo, B. D. A. dan M. B. H. (2013). Karakteristik

- fisikokimiawi plastik biodegradable dari komposit pati lidah buaya (aloe vera) - kitosan Effect of Temperature and Drying Duration toward Psychochemical Characteristic of Biodegradable Plastic from Starch Composite of. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 1(1).
- Arini, D., Ulum, M. S., & Kasman, K. (2017). Pembuatan dan Pengujian Sifat Mekanik Plastik Biodegradable Berbasis Tepung Biji Durian. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 6(3), 276–283. <https://doi.org/10.22487/25411969.2017.v6.i3.9202>
- Coniwanti, P., Laila, L., & Alfira, M. R. (2014). Pembuatan Film Plastik Biodegradable Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan Dan Pemplastis Gliserol. *Jurnal Teknik Kimia*, 20(4), 22–30.
- Darni, Y., & Utami, H. (2010). Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 7(2), 1–1.
- Fernández-Pan, I., Ziani, K., Pedroza-Islas, R., & Maté, J. I. (2010). Effect of drying conditions on the mechanical and barrier properties of films based on Chitosan. *Drying Technology*, 28(12), 1350–1358. <https://doi.org/10.1080/07373937.2010.482692>
- Indrawati, C., Harsojuwono, B. A., & Hartiati, A. (2019). Karakteristik Komposit Bioplastik Glukomanan Dan Maizena Dalam Pengaruh Variasi Suhu Dan Waktu Gelatinisasi. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 7(3), 468. <https://doi.org/10.24843/jrma.2019.v07.i03.p14>
- Nikmah, M. (2020). Pengaruh konsentrasi pati garut pada pembuatan edible film skripsi. *Teknologi Hasil Pertanian*.
- Pertanian, J. T., Pertanian, F. T., Mada, U. G., Teknologi, J., Pertanian, H., Pertanian, F. T., & Mada, U. G. (2014). Sifat fisik, mekanik dan barrier edible film berbasis pati umbi kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) yang diinkorporasi dengan kalium sorbat. *Agritech*, 34(01), 72–81. <https://doi.org/10.22146/agritech.9525>
- Pratami, N. L. F. P., Hartiati, A., & Harsojuwono, B. A. (2021). Karakteristik Komposit Bioplastik dalam Variasi Rasio Pati Gadung (*Dioscorea hispida* D.) - Glukomanan dan Suhu Gelatinisasinya. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 9(2), 166. <https://doi.org/10.24843/jrma.2021.v09.i02.p02>
- Purwanti, A. (2010). Analisis Kuat Tarik dan Elongasi Plastik Kitosan Terplastisasi Sorbitol. *Jurnal Teknologi*, 3(2), 99–106.
- Setiani, W., Sudiarti, T., & Rahmidar, L. (2013). Preparasi Dan Karakterisasi Edible Film Dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan. *Jurnal Kimia VALENSI*, 3(2). <https://doi.org/10.15408/jkv.v3i2.506>
- Situmorang, F. U., Hartiati, A., & Harsojuwono, B. A. (2019). Pengaruh konsentrasi pati ubi talas (*Colocasia esculenta*) dan jenis plasticizer terhadap karakteristik bioplastik. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 7(3), 457. <https://doi.org/10.24843/jrma.2019.v07.i03.p13>
- The Surface Profile and Functional Group of Bio-Plastic Composites in Variations of Ratio of Starch, Glucomannan and Carrageenan. (2018). *Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 9(5), 1088.
- Utami, M. R., & Widiarti, N. (2014). Sintesis Plastik Biodegradable Dari Kulit Pisang Dengan Penambahan Kitosan Dan Plasticizer Gliserol. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 3(2).