

KARAKTERISTIK KOMPOSIT BIOPLASTIK DALAM VARIASI RASIO MAIZENA-GLUKOMANAN DAN VARIASI pH PELARUT

*Characteristics of Bioplastic Composites in Variations Ratio of Cornstarch-Glucomannan
and Variations pH of Solvent*

Boy Darwin Situmorang, Bambang Admadi Harsojuwono*, Amna Hartiati

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

Diterima 13 Mei 2019 / Disetujui 24 Juni 2019

ABSTRACT

The purpose of this research is 1) to know the influence of the variation ratio of cornstarch-glucomannan and variation in solvent conditions to the characteristics of bioplastics, 2) to find out how the variation ratio of cornstarch-glucomannan and variation in pH of solvent that produce bioplastic composites with the best characteristics. This research uses factorial random block designs with 2 factors. Factor I is a variation ratio of cornstarch-glucomannan consisting 5:1, 4.5:1.5, 4:2. Factor II is a variation in pH of solvent consisting of 3 levels of pH 5, pH 7 and pH 9. Each treatment combination is grouped into 2 based on time of the bioplastic composites making process, so that are 18 experimental units. The data obtained were analyzed of variant and continued with the BNJ (Beda Nyata Jujur) test. The observed variables include mechanical test consisting of tensile strength, elongation of break and modulus young test, biodegradation test, swelling and FTIR. The results showed that the interaction of ratio cornstarch-glucomannan and pH of solvent had a very significant effect on tensile strength, elongation at break and modulus young. In the biodegradation test, pH of solvent had very significant effect on the duration of degradation. While, in the swelling test, ratio cornstarch-glucomannan had a significant effect on power swelling. Ratio cornstarch-glucomannan (4.5:1.5) at pH 5 in solvents produces the best characteristics of bioplastic composites. Tensile strength 3.04 MPa, elongation at break 18%, modulus Young 16.89 MPa, duration of degradation 5 days and percent of volumen swelling 64.08%. Bioplastic composites contain hydroxyl (O-H), Amines (N-H), Alkynes (C≡C), Carboxyl (-COOH), Alkanes (C-H), Amines (C-N), Alcohol (C-O) dan Alkene (C=C).

Keywords: *Bioplastic Composites, Ratio of Cornstarch-Glucomannan, pH of Solvent.*

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

PENDAHULUAN

Penggunaan plastik tidak pernah lepas dari kehidupan sehari-hari. Plastik banyak digunakan untuk berbagai hal, seperti pembungkus makanan dan minuman, keperluan alat dapur, alat kantor dan berbagai sektor lainnya. Hal ini dikarenakan plastik memiliki banyak keunggulan antara lain: fleksibel, ekonomis, transparan, kuat, tidak mudah pecah, bentuk laminasi yang dapat dikombinasikan dengan bahan kemasan lain dan sebagian ada yang tahan panas dan stabil (Nurminah, 2002).

Penggunaan plastik sebagai bahan pengemas menghadapi berbagai persoalan lingkungan, antara lain bahan utama pembuatan plastik yang berasal dari minyak bumi, keberadaannya semakin menipis dan tidak dapat diperbaharui. Persoalan lain yaitu limbah plastik tidak dapat didaur ulang dan tidak dapat diuraikan secara alami oleh mikroba di dalam tanah. Sampah yang tidak dapat didaur ulang dan tidak dapat diuraikan mengakibatkan pencemaran tanah.

Solusi yang dapat ditawarkan untuk mengatasi masalah pencemaran tanah adalah dengan pembuatan plastik *biodegradable* (bioplastik). Menurut Averous (2004), bahan-bahan yang digunakan untuk membuat bioplastik adalah senyawa-senyawa yang terdapat pada tanaman seperti pati, selulosa dan lignin serta pada hewan seperti kitosan, kasein dan kitin. Polisakarida yang ada dalam hasil pertanian terdapat dalam berbagai bentuk, seperti dalam bentuk pati dan glukomanan (Pradipta dan Lizda, 2012).

Pati dan glukomanan sangat potensial sebagai bioplastik karena diproduksi secara massal. Salah satu jenis pati yang potensial sebagai bahan pembuat bioplastik adalah maizena/pati jagung. Sementara itu, glukomanan yang potensial berasal dari umbi porang. Maizena diperoleh dari jagung. Maizena dipilih sebagai bahan utama pembentuk *film* karena sifat higroskopisnya

dengan *Relative Humidity* (RH) 50% lebih rendah yaitu sekitar 11%, dibandingkan dengan pati singkong (13%), pati beras (14%) maupun pati kentang (18%). Selain itu, pati jagung mengandung amilosa 27% sedangkan pati kentang 22% dan pati singkong hanya 17%. Amilosa berperan dalam kelenturan dan kekuatan *film* pada sediaan *edible film* (Amaliya dan Widya, 2014). Selain itu pati jagung mengandung zein yang memiliki kemampuan untuk membentuk *film* yang kaku, mengkilap, tahan lecet, dan tahan lemak. Senyawa zein dalam maizena merupakan penyusun asam amino non polar seperti leusin, prolin, dan alanine (Shewry dan Mifflin, 1985). Menurut Susilowati (2001), glukomanan memiliki peranan yang sangat penting dalam pembuatan *edible film*, karena glukomanan dapat membentuk gel yang bersifat elastis. Menurut Pradipta dan Mawarni (2012), salah satu material yang dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan plastik *biodegradable* adalah material polimer yang bersumber dari biomassa pertanian (*agro-resources*) yang berbentuk polisakarida. Polisakarida yang ada dalam hasil pertanian terdapat dalam berbagai bentuk, seperti dalam bentuk pati dan glukomanan. Pada penelitian ini akan digunakan perpaduan maizena dan glukomanan yang diharapkan dapat menghasilkan komposit bioplastik dengan karakteristik yang lebih baik

Penelitian dari Harsojuwono *et al.* (2018), formulasi komposit bioplastik terbaik adalah pati termodifikasi 4,5%; glukomanan 1,5%; asam asetat 93% dan gliserol 1%. Pembentukan gel dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah pH pelarut. Pembentukan gel optimum terjadi pada pelarut pH 4 sampai pH 7. Bila pH terlalu tinggi, pembentukan gel makin cepat tercapai tapi cepat turun lagi, sedangkan bila pH terlalu rendah terbentuknya gel lambat dan bila pemanasan diteruskan viskositasnya akan turun lagi (Winarno, 1991). Oleh sebab

itu, pembuatan komposit bioplastik pada penelitian ini menggunakan variasi rasio maizena-glukomanan dan variasi pH pelarut pada pH 5, pH 7 dan pH 9 untuk mengetahui formula komposit bioplastik terbaik.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi rasio maizena-glukomanan dan pH pelarut terhadap karakteristik bioplastik dan untuk menentukan rasio maizena-glukomanan dan pH pelarut yang menghasilkan komposit bioplastik dengan karakteristik terbaik.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah glukomanan (konjac), *plasticizer* gliserol (emsure), maizena (hawai), asam asetat glasial 96% PA (emsure), aquades (adesta) dan natrium hidoksida PA (emsure).

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu *hot plate stirrer (thermolyne cimERIC)*, timbangan analitik (Shimadzu AUW 220), gelas ukur (*pyrex*), gelas beaker 100 ml (Herma), labu ukur (*pyrex*), batang pengaduk, pipet tetes, termometer, bejana, teflon diameter 20cm (Maxim), pH meter (PHS-3D), oven (Labo Model DO 2116), *stop watch*, ASTM D638 (*Automatic System Tester Machine*).

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan pada penelitian ini yaitu Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor yaitu: rasio maizena-glukomanan dan kondisi pelarut. Adapun perlakuannya, sebagai berikut:

Faktor I: Rasio maizena-glukomanan (R)

P1 = Pelarut pH 5

P2 = Pelarut pH 7

P3 = Pelarut pH 9

Faktor II: Kondisi Pelarut (P)

R1 = 5 : 1

R2 = 4,5 : 1,5

R3 = 4 : 2

Kedua faktor menghasilkan 9 perlakuan kombinasi dan dibuat menjadi 2 kelompok berdasarkan waktu proses pembuatan, sehingga terdapat 18 unit percobaan. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis variansi (ANOVA) dan dilanjutkan menggunakan metode BNJ (Beda Nyata Jujur) apabila berbeda nyata. Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak Minitab 17.

Pelaksanaan Kegiatan

Pembuatan Larutan

Pembuatan pelarut asam, netral dan basa menggunakan larutan asam asetat 1%, aquades dan NaOH 1%. Pelarut pH 5 dibuat dengan menggunakan larutan asam asetat 1% yang ditambahkan NaOH 1% hingga mencapai pH 5. Pelarut pH 7 menggunakan aquades dan pelarut pH 9 dibuat dengan menggunakan larutan NaOH 1% yang ditambahkan asam asetat 1% hingga mencapai pH 9. Pengukuran pH pelarut dilakukan dengan menggunakan pH meter.

Pembuatan Komposit Bioplastik.

Pembuatan komposit bioplastik diawali dengan persiapan dan penimbangan bahan. Setelah itu, dilanjutkan dengan pembuatan gel campuran maizena-glukomanan. Jumlah masing-masing maizena dan glukomanan dibuat sesuai dengan variasi rasio (5:1 ; 4,5:1,5 dan 4:2). Bahan kemudian dilarutkan dalam 93 g pelarut sesuai perlakuan (pH 5, pH 7 dan pH 9), ditambahkan *plasticizer* gliserol 1g dan diaduk menggunakan *hot plate stirrer* pada suhu 75⁰C selama 30 detik sehingga diperoleh campuran gel maizena-glukomanan. Gel campuran yang telah dihasilkan kemudian dituang pada cetakan Teflon dan dikeringkan pada suhu 60⁰C selama 16 jam. Film plastik yang sudah kering kemudian diangkat dari cetakan Teflon dan diletakkan pada suhu ruang selama 24 jam.

Variabel yang Diamati

Varibel yang diamati meliputi sifat mekanik yang terdiri dari kuat tarik (*tensile strength*) (Harsojuwono, 2011), perpanjangan saat putus (*elongation at break*) (Harsojuwono, 2011), modulus elastisitas (*modulus young*) (Harsojuwono, 2011), dengan menggunakan alat uji tarik ASTM D638, uji pengembangan (*swelling*), uji biodegradasi (Harnist dan Darni, 2011) serta analisis gugus fungsi dengan FTIR.

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

Rasio Maizena-Glukomanan	P1 (Asam)	Kondisi Pelarut P2 (Netral)	P3 (Basa)
R1 (5:1)	2,10 ± 0,170c	1,73 ± 0,078c	0,95 ± 0,042d
R2 (4,5:1,5)	3,04 ± 0,120ab	2,93 ± 0,078b	1,02 ± 0,134d
R3 (4:2)	3,37 ± 0,078a	2,97 ± 0,035ab	0,99 ± 0,064d

Keterangan: huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5%.

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai kuat tarik tertinggi (3,37 MPa) dimiliki oleh komposit bioplastik dengan rasio maizena-glukomanan (4:2) dan pH 5 pada pelarut yang tidak berbeda nyata dengan rasio maizena-glukomanan (4,5:1,5) pH 5 pada pelarut dan rasio maizena-glukomanan (4:2) dengan pH 7. Sedangkan nilai kuat tarik yang paling rendah terdapat pada komposit bioplastik dengan rasio maizena-glukomanan (5:1), (4,5:1,5) dan (4:2) dengan pH 9 pada pelarut yaitu 0,95 MPa, 1,02 MPa dan 0,99 MPa.

Pengukuran kuat tarik dilakukan untuk mengetahui besarnya gaya yang dicapai untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap satuan luas area film untuk merenggang atau memanjang (Krochta dan Johnstone, 1997). Bioplastik terbaik dinilai berdasarkan kekuatan tarik. Semakin tinggi kekuatan tarik maka semakin baik karakteristik bioplastik tersebut. Kuat tarik tertinggi pada komposit bioplastik penelitian ini (3,37 MPa) belum memenuhi SNI (Standart Nasional Indonesia) yaitu 24,7-302 MPa, tetapi komposit bioplastik ini sudah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuat Tarik (*Tensile Strength*)

Berdasarkan hasil analisis keragaman, rasio maizena-glukomanan dan pH pelarut serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kuat tarik komposit bioplastik. Nilai kuat tarik komposit bioplastik ini berkisar antara 0,95 – 3,37 MPa. Nilai Kuat tarik bioplastik berbahan maizena-glukomanan secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 1.

memenuhi golongan *moderate properties* (standart plastik biodegradable) yaitu 1-10 MPa.

Sejalan dengan penelitian Harsojuwono *et al.* (2017), kuat tarik komposit bioplastik dengan variasi pH pelarut gelatinisasi 4, 5, 6 dan 7 diperoleh kuat tarik terbaik dengan pH 5 pada pelarut gelatinisasinya. Hasil kuat tarik pada pH 4 meningkat hingga ke pH 5, setelah itu terus mengalami penurunan pada pH 6 dan pH 7 pada pelarut gelatinisasi.

Perpanjangan Saat Putus (*Elongation of break*)

Berdasarkan hasil analisis keragaman, rasio maizena-glukomanan dan pH pelarut berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap perpanjangan saat putus komposit bioplastik sedangkan interaksinya tidak berpengaruh nyata. Nilai perpanjangan saat putus komposit bioplastik ini berkisar antara 16,5 – 36,5 (%). Nilai perpanjangan saat putus komposit bioplastik ini secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 2.

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

Rasio maizena-glukomanan	P1 (Asam)	Kondisi Pelarut		Rata-rata
		P2 (Netral)	P3 (Basa)	
R1 (5:1)	22 ± 0,028	27 ± 0,021	36 ± 0,007	28a
R2 (4,5:1,5)	18 ± 0,014	24 ± 0,021	36 ± 0,021	26b
R3 (4:2)	17 ± 0,021	20 ± 0,007	35 ± 0,014	24b
Rata-rata	19c	24b	36a	

Keterangan: huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5%.

Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata perpanjangan saat putus dari komposit bioplastik pada rasio maizena-glukomanan (5:1) menghasilkan nilai tertinggi (28%) yang berbeda nyata dengan rasio maizena-glukomanan (4,5:1,5). Sedangkan komposit bioplastik pada rasio maizena-glukomanan (4:2) menghasilkan nilai terendah (24%) yang tidak berbeda nyata dengan rasio maizena-glukomanan (4,5:1,5).

Perpanjangan saat putus merupakan persentase perubahan panjang mulai dari bioplastik ditarik hingga putus. Semakin rendah perpanjangan saat putus bioplastik, maka akan semakin baik pula karakteristik bioplastik tersebut. Perpanjangan saat putus komposit bioplastik terbaik pada penelitian ini (18%) belum memenuhi SNI (Standart

Nasional Indonesia) yaitu 21-220 %, tetapi komposit bioplastik ini sudah memenuhi golongan *moderate properties* (standart plastik biodegradable) yaitu 10-20 %. Nilai perpanjangan saat putus berbanding terbalik dengan nilai kuat tarik (Setiani *et al.*, 2013).

Modulus Elastisitas (*Modulus Young*)

Berdasarkan hasil analisis keragaman, rasio maizena-glukomanan dan pH pelarut serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap modulus elastisitas komposit bioplastik. Nilai modulus elastisitas komposit bioplastik ini berkisar antara 0,95 – 3,37 MPa. Nilai Kuat tarik bioplastik berbahan maizena-glukomanan secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 3.

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

Rasio Maizena-Glukomanan	P1 (Asam)	Kondisi Pelarut	
		P2 (Netral)	P3 (Basa)
R1 (5:1)	8,77 ± 0,325cd	6,28 ± 0,198de	2,61 ± 0,163e
R2 (4,5:1,5)	16,89 ± 0,658ab	12,52 ± 1,46bc	2,88 ± 0,544e
R3 (4:2)	20,60 ± 3,12a	15,22 ± 0,735b	2,81 ± 0,071e

Keterangan: huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5%.

Tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata modulus elastisitas dari komposit bioplastik pada rasio maizena-glukomanan (4:2) dengan pelarut pH 5 menghasilkan nilai tertinggi (20,60 MPa) yang tidak berbeda nyata dengan rasio maizena-glukomanan (4,5:1,5) pada pelarut pH 5. Sedangkan nilai modulus elastisitas yang paling rendah terdapat pada bioplastik dengan rasio maizena-glukomanan (5:1), (4,5:1,5) dan (4:2) pada pelarut pH 9

yaitu 2,61 MPa ; 2,88 MPa ; 2,81 MPa.

Elastisitas merupakan ukuran perbandingan antara kuat tarik dengan perpanjangan saat putus saat putus (Setiani *et al.*, 2013). Modulus elastis berbanding lurus dengan kuat tarik dan berbanding terbalik dengan perpanjangan saat putus saat putus. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 3, kuat tarik dan modulus elastis tertinggi terdapat pada komposit bioplastik dengan

komposisi rasio maizena-glukomanan 4:2 dan pelarut pH 5. Sedangkan Tabel 2. menunjukkan bahwa, komposit bioplastik dengan rasio maizena-glukomanan 4:2 dan pH 5 pelarut mempunyai nilai perpanjangan saat putus saat putus yang paling rendah. Elastisitas komposit bioplastik terbaik pada penelitian ini (20,60 MPa) belum memenuhi standart internasional ISO 527/1 yaitu 6019 MPa.

Uji Pengembangan (*Swelling*)

Berdasarkan hasil analisis keragaman, rasio maizena-glukomanan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap uji pengembangan komposit bioplastik sedangkan pH pelarut dan interaksinya tidak berpengaruh nyata. Kemampuan uji penyerapan bioplastik berkisar antara 16,23% – 172,9%. Kemampuan uji penyerapan komposit bioplastik secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 4.

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

Rasio maizena-glukomanan	Kondisi Pelarut			Rata-rata
	P1 (Asam)	P2 (Netral)	P3 (Basa)	
R1 (5:1)	44,11 ± 0,018	66,30 ± 0,144	16,23 ± 0,069	42,21b
R2 (4,5:1,5)	64,08 ± 0,062	89,52 ± 0,111	37,56 ± 0,216	63,72ab
R3 (4:2)	131,85 ± 0,896	172,99 ± 1,041	105,44 ± 0,619	136,76a

Keterangan: huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5%.

Tabel 4 menunjukkan bahwa rata-rata nilai penyerapan air dari komposit bioplastik pada rasio maizena-glukomanan adalah berbeda nyata yaitu. Sementara itu, Tabel 4 juga menunjukkan bahwa rata-rata nilai penyerapan air tertinggi (136,76%) dimiliki komposit bioplastik yang menggunakan rasio maizena-glukomanan (4:2) yang berbeda nyata dengan komposit bioplastik yang menggunakan rasio 5:1. Formula komposit bioplastik dengan rasio maizena-glukomanan (4:2) menghasilkan nilai penyerapan air tertinggi karena komposit bioplastik yang dihasilkan memiliki kandungan glukomanan yang paling besar dibandingkan yang lainnya. Hal ini mengakibatkan komposit bioplastik dengan rasio maizena-glukomanan (4:2) memiliki kemampuan menyerap air yang paling besar. *Swelling* atau pengembangan adalah kemampuan bioplastik dalam menyerap air. Komposit bioplastik yang diharapkan adalah komposit bioplastik dengan dengan nilai kekuatan penyerapan air yang terkecil.

Semakin tinggi kadar glukomanan dalam komposit bioplastik, maka akan meningkatkan nilai penyerapan air. Glukomanan terdiri dari glukosa, manosa dan gugus asetil yang memiliki peran dalam pembentukan gel. Gugus asetil berperan dalam pembentukan rantai silang didalam granula selama proses gelatinisasi. Hal tersebut menyebabkan glukomanan memiliki kemampuan menyerap air hingga 200 kali beratnya (Dwiyanti *et al.*, 2015).

Uji Kemampuan Biodegradasi

Berdasarkan hasil analisis keragaman, pH pelarut berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kemampuan biodegradasi komposit bioplastik sedangkan rasio maizena-glukomanan dan interaksinya tidak berpengaruh nyata. Kemampuan biodegradasi komposit bioplastik ini berkisar antara 5 – 7 hari. Kemampuan biodegradasi komposit bioplastik ini secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai rata-rata kemampuan biodegradasi (Waktu) komposit bioplastik.

Rasio maizena-glukomanan	Kondisi Pelarut			Rata-rata
	P1 (Asam)	P2 (Netral)	P3 (Basa)	
R1 (5:1)	5.0 ± 0,000	6.0 ± 0,000	7.0 ± 0,000	6.0a
R2 (4,5:1,5)	5.0 ± 0,000	6.0 ± 0,000	7.0 ± 0,000	6.0a
R3 (4:2)	5.5 ± 0,707	6.0 ± 0,000	7.0 ± 0,000	6.2a
Rata-rata	5.2c	6.0b	7.0a	

Keterangan: huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5%.

Tabel 5 menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan biodegradasi dari komposit bioplastik pada rasio maizena-glukomanan (5:1), (4,5:1,5) dan (4:2) tidak berbeda nyata yaitu 6 hari, 6 hari dan 6,2 hari. Sementara itu, Tabel 5 juga menunjukkan bahwa rata-rata nilai kemampuan biodegradasi tertinggi (5 hari) dimiliki komposit bioplastik yang menggunakan pelarut pH 5 yang berbeda nyata dengan komposit bioplastik yang menggunakan pelarut pH 7 dan pH 9. Hal ini disebabkan karena pelarut pH 5 menyebabkan adanya proses hidrolisis pati yang mempersepat proses penguraian komposit bioplastik.

Kemampuan biodegradasi menunjukkan berapa lama waktu yang dibutuhkan komposit bioplastik agar dapat

terurai sempurna. Komposit bioplastik yang diharapkan memiliki nilai degradasi tertinggi/waktu terpendek. Kemampuan biodegradasi komposit bioplastik terbaik pada penelitian (5 hari) sudah memenuhi standart plastik PCL inggris dan PLA jepang yaitu < 60 hari.

Menurut Harsojuwono *et al* (2017), pH gelatinisasi yang semakin rendah menyebabkan waktu degradasi bioplastik semakin pendek. Hal ini disebabkan adanya proses hidrolisis pati oleh asam yang mempercepat proses penguraiannya. Hal ini terbukti dalam penelitiannya yang menggunakan variasi pH pelarut gelatinisasi 4-7, pada pH 4 hingga pH 7 lama degradasi terus mengalami peningkatan.

Tabel 6. Hubungan waktu degradasi dan persen susut bobot komposit bioplastik

No	Perlakuan	Y	R ²
1	R1P1	16,343x - 6,8667	0,9342
2	R1P2	13,929x - 3	0,9828
3	R1P3	9,6905x - 17,393	0,9531
4	R2P1	15,866x - 4,9333	0,9267
5	R2P2	4,6548x - 24,679	0,1177
6	R2P3	9,5952x - 17,071	0,9502
7	R3P1	15,893x - 6,2857	0,9851
8	R3P2	14,964x - 5	0,9916
9	R3P3	9,4405x + 11,643	0,8406

Tabel 6. menunjukkan bahwa komposit bioplastik yang memiliki laju degradasi tertinggi yaitu komposit bioplastik dengan rasio maizena-glukomanan 5:1 pada pelarut

pH 5 sedangkan laju degradasi terendah yaitu pada komposit bioplastik dengan rasio maizena-glukomanan 4,5:1,5 dengan pelarut pH 7. Menurut Harsojuwono *et al.* (2017), pH

pelarut gelatinisasi yang semakin rendah menyebabkan waktu degradasi bioplastik semakin pendek. Hal ini sedikit berbeda dengan penelitian ini, dimana laju degradasi komposit bioplastik terendah terdapat pada pH 7 pelarut. Hal ini berbeda kemungkinan disebabkan oleh adanya perbedaan suhu, kelembaban, mikroorganisme, substrat dan lain lain.

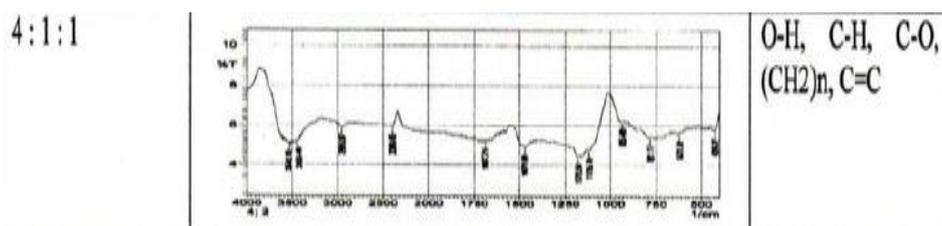
Gugus Fungsi

Uji FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) digunakan untuk

mengidentifikasi bahan kimia yang terkandung dalam suatu polimer (Darni dan Utami, 2010). Pembuatan komposit bioplastik menggunakan bahan utama maizena-glukomanan, larutan pH 5 dan gliserol. Hal tersebut menyebabkan adanya perubahan gugus fungsi akibat adanya reaksi. Pembacaan menggunakan IR PRESTIGE-21 sehingga diperoleh bilangan gelombang 3600,10; 3525,88; 3410,15; 3253,91; 2150,63; 1689,64; 1469,76; 1265,30; 1193,94; 1095,57; 850,61; 725,23; 596,00 dan 522,71 cm^{-1} .

Tabel 7. Data Spektrum FTIR Komposit Bioplastik

Hasil	Bilangan gelombang	Referensi rentang bilangan gelombang
	Interpretasi gugus fungsi	
3601,10	Gugus Hidroksil (O-H)	3.500 - 3.650
3525,88	Gugus Hidroksil (O-H)	3.500 - 3.650
3410,15	Amina (N-H)	3.300 - 3.500
3253,91	Amina (N-H)	3.300 - 3.500
2150,63	Alkuna ($\text{C}\equiv\text{C}$)	2.100 - 2.260
1689,64	Gugus Karboksil ($-\text{COOH}$)	1.680 - 1.760
1469,76	Alkana (C-H)	1.350 - 1.470
1265,30	Amina (C-N)	1.180 - 1.360
1193,94	Amina (C-N)	1.180 - 1.360
1095,57	Alkohol (C-O)	1.080 - 1.300
850,61	Alkena ($\text{C}=\text{C}$)	675 - 995
725,23	Alkena ($\text{C}=\text{C}$)	675 - 995



Gambar 1. Spektrum FTIR Komposit Bioplastik (Harsojuwono *et al.*, 2018)

Tabel 7 dan Gambar 1 menunjukkan bahwa komposit bioplastik yang dibuat dari maizena-glukomanan memiliki persamaan dan perbedaan dengan komposit bioplastik yang terbuat dari glukomanan-karagenan. Pada bilangan gelombang komposit bioplastik yang terbuat dari maizena-glukomanan, dihasilkan interpretasi gugus fungsi Hidroksil (O-H), Amina (N-H),

Alkuna ($\text{C}\equiv\text{C}$), Gugus Karboksil ($-\text{COOH}$), Alkana (C-H), Amina (C-N), Alkohol (C-O) dan Alkena ($\text{C}=\text{C}$). Sedangkan komposit bioplastik yang terbuat dari glukomanan-karagenan memiliki bilangan gelombang yang menghasilkan interpretasi gugus fungsi hidroksil (O-H), Alkana (C-H), Alkohol (C-O), $(\text{CH}_2)_n$ dan Alkena ($\text{C}=\text{C}$). Adanya kesamaan gugus yang dimiliki komposit

bioplastik berbahan maizena-glukomanan dan berbahan glukomanan-karagenan adalah adanya gugus Hidroksil (O-H), Alkohol (C-O), Alkana (C-H) dan Alkena (C=C).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

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

1. Rasio maizena-glukomanan berpengaruh nyata terhadap uji pengembangan dan berpengaruh sangat nyata terhadap kuat tarik, perpanjangan saat putus serta elastisitas. pH pelarut berpengaruh sangat nyata terhadap uji biodegradasi, kuat tarik, perpanjangan saat putus dan elastisitas. Sedangkan Interaksi rasio maizena-glukomanan dan pH pelarut berpengaruh sangat nyata terhadap kuat tarik, persen perpanjangan dan modulus elastisitas.
2. Rasio maizena-glukomanan (4,5:1,5) dan pelarut pH 5 menghasilkan komposit bioplastik terbaik yaitu dengan karakteristik sebagai berikut: kuat tarik 3,04 MPa; perpanjangan saat putus 18%; elastisitas 16,89 MPa; kekuatan pengembangan 64,08% dan lama degradasi 5 hari. Kuat tarik, perpanjangan saat putus dan elastisitas pada komposit bioplastik terbaik ini belum memenuhi Standart Nasional Indonesia (SNI).

Saran

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan, maka pada penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan penambahan kadar glukomanan dalam pembuatan komposit bioplastik agar memperoleh komposit bioplastik dengan nilai kuat tarik dan elastisitas yang lebih tinggi, sehingga dapat dipergunakan sebagai bahan utama untuk pengganti benda-benda yang berbahan

plastik atau bahan yang sukar terurai lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaliya, R.R. dan W.D.R. Putri. 2014. Karakteristik *Edible* Film Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Filtrat Kunyit Putih Sebagai Antibakteri. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(3):43-53.
- Averous, L. 2004. Biodegradable multiphase system based on plasticized starch : a review. *Journal of Macromolecular Science*. 44(3):231-274.
- Darni, Y. dan H. Utami. 2010. Studi pembuatan dan karakteristik sifat mekanik dan hidrofobisitas bioplastik dari pati sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 7(4):88-93.
- Dewi, I.G.A.A.M.P. 2011. Pengaruh Campuran Bahan Komposit dan Konsentrasi Gliserol Terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Kulit Singkong dan Kitosan. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Fakultas Teknologi Pertanian Unud, Bukit Jimbaran.
- Dwiyanti, E.R., S.B. Widjanarko dan I. Purwatiningrum. 2015. Pengaruh Penambahan Gel Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Pada Pembuatan Kerupuk Puli. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(5):1521-1530.
- Epriyani, M.E., B.A. Harsojuwono dan I.W. Arnata. 2016. Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Komposit Plastik Biodegradable dari Pati Kulit Singkong dan Kitosan. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 4(1):21-30.
- Harsojuwono, B.A., I.W. Arnata dan S. Mulyani. 2017. Bio-Plastic Characteristics from Cassava Strach

- Modified in Variations The Temperature and pH of Gelatinization. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sains*. 9(2):290-296.
- Harsojuwono, B.A., I.W. Arnata dan S. Mulyani. 2018. The Surface Profile and Functional Group of Bio-Plastic Composites in Variations of Ratio of Strach, Glucomannan and Carrageenan. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sains*. 9(5):1088-1094.
- Krochta, J.M. and M. Johnstone. 1997. Edible and biodegradable polymer film: challenges and opportunities. *Journal Food Techno*. 51(2):61-74.
- Nurminah, M. 2002. Penelitian Sifat Berbagai Bahan Kemasan Plastik dan Kertas serta Pengaruhnya terhadap Bahan yang Dikemas. *Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian USU*.
- Pradipta, I.M.D. dan L.J. Mawarni. 2012. Pembuatan dan Karakterisasi Polimer Ramah Lingkungan Berbahan Dasar Glukomanan Umbi Porang. *Fakultas Teknologi Industri. ITS*.
- Setiani, W., T. Sudiarti dan L. Rahmidar. 2013. Preparasi dan Karakterisasi Edible Film Dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan. Skripsi. Tidak dipublikasi. *Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Sunan Gunung Djati Bandung*.
- Susilowati, E.D. 2001. Komposisi Kimia Berbagai Tepung Iles-Iles dan Kekukuhan Gel Tepung Iles-Iles *Ammorphophallus variabilis* dengan Variasi Tambahan Ca(OH)₂. Skripsi. Tidak Dipublikasi. *Fakultas Teknologi Pertanian UGM. Yogyakarta*.
- Winarno, F.G. 1991. *Kimia Pangan Dan Gizi*. PT. Gramedia Pusaka Utama, Jakarta.