

Pengaruh Konsentrasi Seng Oksida (ZnO) dan Penambahan Gliserol terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Umbi Gadung (*Dioscorea hispida* Deenst)

Wijaya Saputra, Amna Hartiati*, Bambang Admadi Harsojuwono

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

Diterima 03 Juli 2019 / Disetujui 05 Agustus 2019

ABSTRACT

Bioplastics are a type of plastic made from renewable materials such as starch. A study aims to determine the effect of addition zinc oxide (ZnO) and the of glycerol and this interaction to the characteristics of the bioplastik starch dioscorea hispida and determine the addition of zinc oxide (ZnO) and the of glycerol to produce bioplastiks from starch dioscorea hispida with the best characteristics. This study uses factorial randomized block design. The first factor is the addition of zinc oxide (ZnO) which consists of 3 levels, namely 8, 9 and 10% (from 6 grams of starch). The second factor is the addition of glycerol which consists of 3 levels, namely 1; 1.5 and 2 grams. Each treatment is grouped into 2 based on production time, so that 18 units are obtained. The variables observed were tensile strength, elongation at break, elasticity, biodegradation, water absorption, water vapor transmission rate. The data obtained were analyzed for diversity and continued with a test of Significant Honest Difference. The results showed that the addition of zinc oxide and the glycerol have a very significant effect on tensile strength, elongation at break, elasticity, development and transmission of water vapor. While the interaction of the concentration of zinc oxide (ZnO) and the addition of glycerol have a very significant effect on tensile strength and elongation at break and have a significant effect on elasticity and development. The treatment of 10% addition with 1 gram of glycerol is the best characteristic of bioplastic dioscorea hispida denst with a tensile strength value of 1.385 ± 0.007 MPa; elongation 10.2 ± 0.014 %; elasticity 13.995 ± 0.204 MPa; swelling 13.5 ± 0.007 %; Water Vapour Transmition $0.0053 \pm 0,013$ g/hour.m²; biodegradation ability of 7 days.

Keywords: *bioplastics, ZnO, glycerol, Dioscorea hispida Deenst.*

*Korespondensi Penulis:
Email : amnahartiati@unud.ac.id

PENDAHULUAN

Plastik banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari karena mempunyai sifat yang ringan, mudah dipakai, kuat dan mudah disimpan. Bahan yang digunakan untuk pembuatan plastik sintetis ini adalah polimer-polimer sintetis yang memiliki sifat sulit terurai/degradasi oleh alam. Oleh karena itu sampah plastik sintetik cenderung menumpuk di tempat pembuangan akhir (TPA). Alternatif sebagai upaya pengurangan sampah plastik komersil adalah dengan mengganti plastik komersil dengan plastik yang mudah didegradasi oleh mikroorganisme dengan lebih cepat, biasa dikenal dengan bioplastik (Avella, 2009).

Pati menjadi bahan yang sangat potensial karena keberadaannya mudah didapat, mudah diperbaharui dan mudah diekstrak (Ma *et al.*, 2009). Pati banyak terkandung pada umbi-umbian antara lain umbi gadung (Hartiati dan Yoga, 2015). Umbi gadung memiliki kadar pati sebesar 38,80% (Santoso *et al.*, 2015).

Penelitian tentang pembuatan bioplastik dari pati umbi gadung telah dilakukan oleh Agustina *et al.*, (2014) menghasilkan karakteristik terbaik pada pati 6 gram dan *plasticizer* sorbitol 40% dengan hasil elongasi 0,20% dan kuat tarik sebesar 0,0040 MPa. Gliserol digunakan sebagai pemlastis karena gliserol berfungsi untuk meningkatkan elastisitas dengan mengurangi derajat ikatan hidrogen dan meningkatkan jarak antar molekul dari polimer serta memiliki titik didih yang tinggi sehingga tidak mudah menguap (Sinaga *et al.*, 2014). Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penambahan seng oksida (ZnO) dan penambahan gliserol serta interaksi terhadap karakteristik bioplastik dari pati umbi gadung (*Dioscorea hispida* Dennst) serta menentukan penambahan seng oksida (ZnO) dan penambahan gliserol yang tepat sehingga menghasilkan bioplastik dari pati umbi

gadung (*Dioscorea hispida* Dennst) dengan karakteristik terbaik.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Biokimia dan Nutrisi serta Teknik Industri, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana. Waktu pelaksanaan mulai Februari sampai April 2019.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah pisau, telenan, pipet tetes, lakban, blender (Cosmos), pot plastik, spatula, bejana, teflon ukuran 20 mm, timbangan analitik (ohaus pioneer), oven (Labo Model DO 2116), hot plate (J.P.Selecta), kain saring, ayakan 60 mesh, corong, beker glass 250ml (Herma), beker glass 100ml (Herma), stopwatch, silika gel dan alat uji plastik ASTM D695-90.

Bahan yang digunakan adalah Umbi gadung (*Dioscorea hispida* Dennst) yang diperoleh dari Tabanan, aquadest (air suling), NaCl (Merck), gliserol (Merck) dan seng oksida (ZnO) dari CV. T&T Chemical, Bandung.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok dengan percobaan faktorial. Faktor pertama adalah penambahan seng oksida (ZnO) yang terdiri dari 3 taraf yaitu 8, 9 dan 10% (dari 6 gram pati). Faktor kedua adalah penambahan gliserol yang terdiri dari 3 taraf yaitu 1; 1,5 dan 2 gram. Masing-masing perlakuan dikelompokkan menjadi 2 berdasarkan waktu pembuatan, sehingga didapatkan 18 unit percobaan.

Pelaksanaan Penelitian

Umbi gadung dikupas dan dicuci dengan air mengalir hingga bersih,

selanjutnya umbi dikecilkan ukuranya (3x3cm), selanjutnya direndam pada NaCl 10% selama 10 menit. Umbi gadung dihancurkan menggunakan blender dengan ditambahkan air lalu disaring (6:1), sehingga didapatkan filtrat. Filtrat yang didapat didiamkan selama semalam agar mendapatkan endapan pati yang optimal, kemudian pisahkan air yang berada diatas dengan endapan pati, endapan pati yang didapat dioven dengan menggunakan suhu $80^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}; \pm 8$ jam. Pati yang sudah kering diblender hingga menjadi serbuk kasar, lalu diayak menggunakan ayakan 60 mesh.

Pelaksanaan pembuatan

Pembuatan bioplastik pati umbi gadung menggunakan ZnO dan gliserol dengan penambahan sesuai perlakuan. Pati umbi gadung ditimbang sebanyak 6 gram dimasukan kedalam *beaker glass* dan ditambahkan ZnO sesuai perlakuan 8,9,10% (6g pati) kemudian ditambahkan aquadest hingga 100ml dan ditambahkan gliserol sesuai perlakuan (1;1,5;2g). Dilakukan pengadukan selama 10 menit sampai homogen, lalu dipanaskan pada suhu $75^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ dan dilakukan pengadukan menggunakan stirer dengan waktu ± 20 menit sampai membentuk gel. Selanjutnya larutan dituangkan pada teflon diameter 20 cm. Larutan yang sudah dituang pada teflon dikeringkan menggunakan oven pada suhu $60^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 10 jam (ditandai sampel telah kering semua yang merupakan bioplastik). Setelah pengeringan angkat lalu

dinginkan dalam suhu kamar selama 24 jam dan terbentuk lembaran bioplastik pati yang selanjutnya dipisahkan dari teflon.

Variabel yang diamati

Sifat bioplastik yang terdiri dari kuat tarik (Krochta and Jonston, 1994), perpanjangan saat putus (Krochta and Jonston, 1994), elastisitas (Krochta and Jonston, 1994) menggunakan alat yang mengacu kepada ASTM D638, Biodegradasi bioplastik (Griffin, 1994), Pengembangan (Gontard *et al.*, 1992), Pengukuran Laju Transmisi Uap Air (Gontard *et al.*, 1992) dan uji indeks efektivitas (De Garmo *et al.*, 1984).

Data yang diperoleh dianalisis keragamannya (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (Tukey) menggunakan program minitab 17. Perlakuan terbaik ditentukan berdasarkan kesesuaian variabel dengan SNI. Bila tidak ada yang sesuai, maka ditentukan berdasarkan nilai uji indek efektifitas bioplastik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuat Tarik (*Tensile Strength*)

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan penambahan seng oksida (ZnO) dan gliserol serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap nilai kuat tarik bioplastik. Nilai kuat tarik bioplastik berkisaran antara $0,685\pm 0,021$ sampai $1,375\pm 0,007$ MPa. Nilai rata-rata kuat tarik bioplastik pati umbi gadung dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Kuat tarik bioplastik umbi gadung (MPa).

Berat pengisi (dari 6g pati) (g)	Penambahan gliserol (g)		
	G1 (1)	G2 (1,5)	G3 (2)
Z1 8% (0,48)	$0,835\pm 0,0212$ cd	$0,750\pm 0,042$ de	$0,685\pm 0,021$ e
Z2 9% (0,54)	$0,925\pm 0,007$ c	$0,905\pm 0,021$ c	$0,865\pm 0,007$ c
Z3 10% (0,60)	$1,375\pm 0,007$ a	$1,185\pm 0,014$ b	$1,110\pm 0,042$ b

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

Tabel 3 menunjukkan bahwa penambahan seng oksida 10% (dari 6g pati)

dan penambahan gliserol 1 gram menghasilkan nilai kuat tarik tertinggi

(1,375±0,007 MPa) yang berbeda nyata dengan yang lainnya. Kuat tarik terendah (0,685±0,021 MPa) terdapat pada penambahan seng oksida 8% dan penambahan gliserol 2g yang tidak berbeda nyata dengan kuat tarik bioplastik menggunakan penambahan seng oksida 8% dan gliserol 1,5g (0,750±0,042 Mpa). Kuat tarik terus meningkat seiring bertambahnya pengisi seng oksida. Hal ini disebabkan ion Zn^{2+} akan menjadi jembatan dan pengganti antarmolekul ikatan hidrogen yang hilang saat ditambahkan pati dan gliserol hingga membentuk ikatan kompleks yang membuat kuat tarik bioplastik menjadi lebih kuat. Hasil tersebut juga menunjukkan hal yang sama dengan penelitian yang dilakukan Amni *et al.* (2016) yang menyatakan semakin banyak ditambah pengisi seng oksida, maka nilai kuat tarik semakin meningkat. Sedangkan meningkatnya penambahan gliserol nilai kuat tarik menurun. Hal ini disebabkan pemlastis yang digunakan telah melebihi titik jenuh hingga molekul pemlastis berada pada ikatan tersendiri diluar ikatan pati serta akan menurunkan ikatan intramolekul antar rantai polimer yang menyebabkan rantai polimer bergerak lebih bebas (Hasanah, 2012).

Berdasarkan standar SNI bioplastik (Darni dan Utami, 2010) besarnya nilai kuat tarik untuk plastik 24,7 sampai 302 MPa. Besarnya hasil kuat tarik oleh penelitian ini adalah 0,685 sampai 1,375 MPa sehingga belum memenuhi kriteria SNI. Pencapaian mutu tersebut mungkin bisa dilakukan dengan meningkatkan seng oksida (ZnO) lebih tinggi sampai titik optimum, seperti dijelaskan oleh Sinambela dan Maulida (2018) semakin meningkatnya penambahan seng oksida (ZnO) maka kuat tarik semakin meningkat dibandingkan dengan komposit tanpa menggunakan seng oksida (ZnO) sebagai pengisi.

Perpanjangan saat Putus (*Elongation at Break*)

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan penambahan seng oksida (ZnO) dan penambahan gliserol serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap perpanjangan saat putus bioplastik. Nilai perpanjangan saat putus bioplastik berkisaran antara 10,2±0,014 sampai 26,0±0,014%. Nilai rata-rata perpanjangan saat putus bioplastik pati umbi gadung dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perpanjangan saat putus (*elongation at break*) bioplastik umbi gadung (%)

Berat pengisi (dari 6g pati) (g)	Penambahan gliserol (g)		
	G1 (1)	G2 (1,5)	G3 (2)
Z1 8% (0,48)	15,6±0,021 bc	19,5±0,014 b	26,0±0,014 a
Z2 9% (0,54)	15,0±0,007 bc	16,5±0,007 bc	18,4±0,014 b
Z3 10% (0,60)	10,2±0,014 e	13,0±0,007 cd	13,5±0,007 cd

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

Tabel 4 menunjukkan bahwa penambahan seng oksida 8% (dari 6g pati) dan penambahan gliserol 2 gram menghasilkan nilai rata-rata perpanjangan saat putus tertinggi (26±0,014%). Sedangkan penambahan seng oksida 10% (dari 6g pati) dan penambahan gliserol 1 menghasilkan perpanjangan saat putus yang paling rendah (10,2±0,014%). Hal ini terjadi karena adanya

kecenderungan sifat ZnO yang saling berikatan yang dapat membuat bioplastik menjadi kaku. Hasil tersebut juga sama dengan penelitian yang telah dilakukan Syahputra *et al.* (2017) dengan judul pengaruh ZnO, gliserol dan nisbah terhadap bioplastik pati sagu menyatakan semakin banyak pengisi, maka interaksi antara matrik bioplastik dan pengisi akan semakin kuat,

sehingga membuat bioplastik kaku. Tetapi persen perpanjangan saat putus meningkat seiring dengan penambahan gliserol, hal ini disebabkan zat pemlastis akan terletak diantara rantai polimer sehingga jarak antar rantai pati semakin renggang yang menyebabkan meningkatnya nilai persen perpanjangan (Naufal *et al.* 2016).

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) (Darni dan Herti, 2010) mempunyai nilai minimal perpanjangan saat putus sebesar 21 sampai 220%. Pada penelitian ini nilai perpanjangan saat putus adalah $10,2 \pm 0,01$ sampai $26 \pm 0,014$ % masih ada yang belum memenuhi standar bioplastik SNI. Pencapaian mutu tersebut mungkin bisa

dilakukan dengan menggunakan pati termodifikasi seperti yang dilakukan oleh Harsojuwono *et al.* (2016).

Elastisitas (*modulus young*)

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan penambahan seng oksida (ZnO) dan penambahan gliserol berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) dan interaksinya berpengaruh nyata terhadap elastisitas bioplastik ($p < 0,05$). Nilai elastisitas bioplastik berkisar antara $2,640 \pm 0,226$ sampai $13,995 \pm 0,204$ MPa. Nilai rata-rata elastisitas bioplastik pati umbi gadung dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Elastisitas (*modulus young*) bioplastik umbi gadung (MPa)

Berat pengisi (dari 6g pati) (g)	Penambahan gliserol (g)		
	G1 (1)	G2 (1,5)	G3 (2)
Z1 8% (0,48)	$5,445 \pm 0,884$ cd	$3,855 \pm 0,361$ de	$2,640 \pm 0,226$ e
Z2 9% (0,54)	$6,195 \pm 0,629$ cd	$5,495 \pm 0,361$ cd	$4,680 \pm 0,141$ de
Z3 10% (0,60)	$13,995 \pm 0,204$ a	$9,125 \pm 0,884$ b	$8,225 \pm 0,120$ bc

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

Tabel 5 menunjukkan bahwa penambahan seng oksida 10 % (dari 6g pati) dengan penambahan gliserol 1 gram menghasilkan nilai rata-rata elastisitas tertinggi ($13,9\% \pm 0,204$ MPa). Penambahan seng oksida 8% dengan penambahan gliserol 2 gram menghasilkan nilai rata-rata elastisitas yang rendah ($2,640 \pm 0,226$ MPa) dan tidak berbeda nyata dengan nilai rata-rata elastisitas bioplastik pati umbi gadung yang menggunakan penambahan seng oksida 8% dan penambahan gliserol 1,5 gram ($3,855 \pm 0,361$ MPa). Marbun *et al.*, (2012) menjelaskan bahwa semakin tinggi konsentrasi seng oksida (ZnO) yang ditambahkan akan berbanding lurus dengan peningkatan nilai elastisitasnya. Sedangkan penambahan gliserol dapat menurunkan tingkat kekakuannya sehingga plastik menjadi tidak mudah pecah. Huri dan Nisa, (2014) menjelaskan bahwa pemlastis gliserol

dapat berinteraksi terhadap pati dengan cara membentuk suatu ikatan molekul hidrogen yang akan meningkatkan elastisitas pada bioplastik.

Berdasarkan standar plastik Internasional (ASTM D638) (Averous, 2004) besarnya nilai elastisitas untuk plastik *Polycaprolactone* (PCL) dari Inggris adalah 200 MPa. Pada penelitian ini nilai perpanjangan saat putus adalah 2,6 sampai 13 MPa yang belum memenuhi standar ASTM D638.

Uji Pengembangan (*Swelling*)

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan penambahan seng oksida (ZnO) dan penambahan gliserol berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) serta interaksinya berpengaruh nyata terhadap Pengembangan bioplastik ($p < 0,05$). Nilai pengembangan bioplastik berkisaran antara $13,5 \pm 0,007$

sampai $82,5 \pm 0,021$ %. Nilai rata-rata pengembangan bioplastik dari pati umbi

gadung dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengembangan (swelling) bioplastik umbi gadung (%).

Berat pengisi (dari 6g pati) (g)	Penambahan gliserol (g)		
	G1 (1)	G2 (1,5)	G3 (2)
Z1 8% (0,48)	$62 \pm 0,014$ c	$76 \pm 0,000$ b	$82,5 \pm 0,021$ a
Z2 9% (0,54)	$43 \pm 0,014$ e	$52,5 \pm 0,007$ d	$60 \pm 0,014$ c
Z3 10% (0,60)	$13,5 \pm 0,007$ f	$27,5 \pm 0,021$ f	$40,5 \pm 0,021$ e

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

Tabel 6 menunjukkan bahwa penambahan seng oksida 8 % dengan penambahan gliserol 2 gram menghasilkan nilai rata-rata pengembangan tertinggi ($82,5 \pm 0,021$ %). Sedangkan penambahan seng oksida 10% dengan penambahan gliserol 1 gram menghasilkan nilai rata-rata pengembangan yang rendah ($13,5 \pm 0,007$ %) dan tidak berbeda nyata dengan nilai rata-rata pengembangan bioplastik umbi gadung yang menggunakan penambahan seng oksida 10% dan penambahan gliserol 1,5 gram ($27,5 \pm 0,021$ %). Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat semakin tinggi penambahan gliserol maka jumlah air yang diserap juga semakin tinggi. Hal ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan Inayatul dan Erna, (2015) menjelaskan bahwa penambahan gliserol berbanding lurus dengan nilai pengembangan atau semakin mengembang, hal ini karena ikatan hidrogen pada molekul gliserol cenderung membentuk ikatan intramolekul dengan air. Penambahan ZnO yang semakin tinggi berbanding terbalik dengan nilai pengembangan. Seperti

dijelaskan pada penelitian Agustin *et al.* (2016) bahwa bioplastik dengan penambahan ZnO cenderung mengalami penurunan daya serap air karena ZnO mempunyai sifat hidrofobik yang sulit meresap air, ZnO juga dapat menutupi rongga yang terdapat pada permukaan bioplastik.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) (Darni dan Herti, 2010) mempunyai nilai maksimal pengembangan sebesar 0,01 %. Pada penelitian ini nilai pengembangannya adalah 40,5 sampai 82,5 % yang belum memenuhi standar bioplastik.

Uji Laju Transmisi Uap Air

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan penambahan seng oksida (ZnO) dan penambahan gliserol berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap laju transmisi uap air sedangkan interaksinya tidak berpengaruh nyata. Nilai laju transmisi uap air bioplastik berkisar antara $0,0053 \pm 0,013$ sampai $0,0182 \pm 0,053$ g/jam.m². Nilai rata-rata laju transmisi uap air bioplastik pati umbi gadung dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Laju transmisi uap air bioplastik pati umbi gadung (g/jam.m²)

Berat pengisi (dari 6g pati) (g)	Penambahan gliserol (gram)			Rerata
	G1 (1)	G2 (1,5)	G3 (2)	
Z1 8% (0,48)	$0,0098 \pm 0,001$	$0,0149 \pm 0,065$	$0,0182 \pm 0,053$	$0,0143 \pm 0,032$ a
Z2 9% (0,54)	$0,0095 \pm 0,023$	$0,0120 \pm 0,056$	$0,0139 \pm 0,034$	$0,0118 \pm 0,041$ a
Z3 10% (0,60)	$0,0053 \pm 0,013$	$0,0063 \pm 0,074$	$0,0111 \pm 0,067$	$0,0076 \pm 0,006$ b
Rerata	$0,0082 \pm 0,045$ b	$0,0111 \pm 0,039$ b	$0,0144 \pm 0,056$ a	

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

Tabel 7 menunjukkan bahwa penambahan 10% menghasilkan rerata

transmisi uap air terkecil ($0,0076 \pm 0,006$ g/jam.m²) yang berbeda nyata dengan rerata penambahan 9% ($0,0118 \pm 0,041$ g/jam.m²). Sedangkan penambahan gliserol 1 gram menghasilkan nilai rata-rata laju transmisi uap air terkecil ($0,0082 \pm 0,045$ g/jam.m²) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan penambahan gliserol 1,5 gram yaitu $0,0111 \pm 0,039$ g/jam.m². Berdasarkan hasil semakin tinggi penambahan gliserol semakin kuat pula nilai laju transmisi air. Hal ini dikarenakan semakin tinggi gliserol yang ditambahkan dapat mengikat air dan dapat melewati bioplastik dengan mudah. Penelitian yang dilakukan Agustin *et al.* (2016) menyatakan bahwa semakin tinggi gliserol yang ditambahkan maka semakin tinggi pula air yang dapat terikat pada bioplastik. Sedangkan penambahan seng oksida (ZnO) akan membuat penurunan pada laju uap air karena seng oksida (ZnO) mempunyai sifat hidrofobik dan resistensi tinggi yang membuat uap air sulit untuk lewat

atau masuk dalam molekul bioplastik, yang artinya dengan penambahan seng oksida (ZnO) yang tinggi kualitas plastik semakin baik (Wiriyanata *et al.*, 2016).

Berdasarkan *Japan International Standart (JIS) 2-1707* (Rohman *et al.*, 2016) mempunyai nilai maksimal laju transmisi uap air $0,0292$ g/jam.m². Pada penelitian ini nilai pengembangan adalah $0,0053$ sampai $0,0182$ g/jam.m² yang telah memenuhi *Japan International Standart (JIS) 2-1707*.

Laju Biodegradasi Bioplastik

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan penambahan seng oksida (ZnO) dan penambahan gliserol serta interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap degradasi bioplastik pati umbi gadung. Nilai laju biodegradasi bioplastik berkisaran antara $6,5 \pm 0,0043$ sampai $7 \pm 0,000$ hari. Data nilai rata-rata laju degradasi bioplastik pati umbi gadung dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Laju degradasi bioplastik pati umbi gadung (Hari)

Berat pengisi (dari 6g pati) (g)	Penambahan gliserol (gram)			Rerata
	G1 (1)	G2 (1,5)	G3 (2)	
Z1 8% (0,48)	$7 \pm 0,000$	$6,5 \pm 0,707$	$6,5 \pm 0,707$	$6,66 \pm 0,471$ a
Z2 9% (0,54)	$7 \pm 0,000$	$7 \pm 0,000$	$7 \pm 0,000$	$7 \pm 0,000$ a
Z3 10% (0,60)	$7 \pm 0,000$	$7 \pm 0,000$	$7 \pm 0,000$	$7 \pm 0,000$ a
Rerata	$7 \pm 0,000$ a	$6,83 \pm 0,707$ a	$6,83 \pm 0,707$ a	

Keterangan : huruf yang sama di belakang nilai rata-rata menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada taraf kesalahan 5% ($p < 0,05$).

Tabel 8 menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan laju biodegradasi dari bioplastik penambahan seng oksida 8, 9 dan 10 % berkisar antara 6 sampai 7 hari. Tabel 8 juga menunjukkan bahwa rata-rata biodegradasi bioplastik dengan penambahan 1; 1,5 dan 2 gram gliserol semuanya tidak berbeda nyata. Kemampuan laju biodegradasi bioplastik menunjukkan lama waktu yang dibutuhkan bioplastik untuk terdegradasi oleh alam/mikroorganisme pendegradasi secara sempurna. Bioplastik diharapkan memiliki waktu degradasi lebih singkat/rendah.

Menurut Syaputra *et al.* (2017) meningkatnya penambahan seng oksida (ZnO) yang digunakan semakin meningkat juga ikatan hidrogen yang terjadi pada bioplastik sehingga molekul air sukar/sulit untuk berikatan.

Standar bioplastik internasional (ASTM D638) lama degradasi pada plastik polikaprolakton (PCL) dari Inggris membutuhkan waktu 60 hari untuk terdegradasi secara keseluruhan (100%). Lama waktu yang digunakan bioplastik pada penelitian ini 7 hari hingga terurai secara

maksimal (100%), sehingga kemampuan degradasi tersebut sesuai dengan standar yang digunakan oleh plastik PCL dari Inggris maupun plastik PLA dari Jepang (Averous, 2004).

Uji Indek Efektifitas

Uji indeks efektivitas bertujuan untuk menentukan perlakuan terbaik dalam

menghasilkan karakteristik bioplastik umbi gadung (*Dioscorea hispida* D.). Nilai variabel yang diamati dalam uji indeks efektivitas ialah kuat tarik, perpanjangan saat putus, elastisitas, pengembangan, laju transmisi uap air dan laju biodegradasi. Hasil uji indeks efektivitas bioplastik dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil uji indeks efektivitas bioplastik

Perlakuan	V	Kuat Tarik	Perpanjangan Saat putus	Elastisitas	Pengembangan	Transmisi Uap Air	Degradasi	Jumlah
	BV	1,00	0,50	0,44	0,28	0,72	0,56	3,50
	BN	0,29	0,14	0,13	0,08	0,21	0,16	
ZnO 8%; gliserol 1g	Ne	0,21	0,34	0,25	0,30	0,97	0,00	
	Nh	0,06	0,05	0,03	0,02	0,20	0,00	0,36
ZnO 8%; gliserol 1,5g	Ne	0,09	0,59	0,11	0,09	0,38	1,00	
	Nh	0,03	0,08	0,01	0,01	0,08	0,16	0,37
ZnO 8%; gliserol 2g	Ne	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	
	Nh	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,16	0,30
ZnO 9%; gliserol 1g	Ne	0,35	0,30	0,31	0,57	1,00	0,00	
	Nh	0,10	0,04	0,04	0,05	0,21	0,00	0,43
ZnO 9%; gliserol 1,5g	Ne	0,32	0,40	0,25	0,43	0,71	0,00	
	Nh	0,09	0,06	0,03	0,03	0,15	0,00	0,36
ZnO 9%; gliserol 2g	Ne	0,26	0,52	0,18	0,33	0,49	0,00	
	Nh	0,07	0,07	0,02	0,03	0,10	0,00	0,30
ZnO 10%; gliserol 1g	Ne	1,00	0,00	1,00	1,00	1,48	0,00	
	Nh	0,29	0,00	0,13	0,08	0,31	0,00	0,80
ZnO 10%; gliserol 1,5g	Ne	0,72	0,18	0,57	0,80	1,37	0,00	
	Nh	0,21	0,03	0,07	0,06	0,28	0,00	0,65
ZnO 10%; gliserol 2g	Ne	0,62	0,21	0,49	0,61	0,00	0,00	
	Nh	0,18	0,03	0,06	0,05	0,00	0,00	0,32

Hasil uji indeks efektivitas menunjukkan bahwa perlakuan penambahan seng oksida (ZnO) 10% dan penambahan gliserol 1g merupakan perlakuan terbaik untuk menghasilkan karakteristik bioplastik umbi gadung (*Dioscorea hispida* D.). Hal tersebut dikarenakan perlakuan penambahan seng oksida (ZnO) 10% dengan penambahan gliserol 1g memiliki nilai hasil paling tinggi

yaitu 0,80 dibandingkan dengan perlakuan lain. Menurut De Garmo *et al.* (1984) mengatakan bahwa perlakuan terbaik memiliki jumlah nilai hasil (Nh) tertinggi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah

dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Penambahan seng oksida dan penambahan gliserol berpengaruh sangat nyata terhadap kuat tarik, perpanjangan saat putus, elastisitas dan pengembangan. Tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap laju transmisi uap air (WVTR) dan laju degradasi bioplastik. Interaksi antar perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap kuat tarik dan perpanjangan saat putus, berpengaruh nyata terhadap elastisitas dan pengembangan serta berpengaruh tidak nyata terhadap transmisi uap air dan laju degradasi.
2. Penambahan seng oksida 10% (dari 6g pati) dan penambahan gliserol 1 gram menghasilkan bioplastik umbi gadung terbaik, namun belum memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) dengan karakteristik kuat tarik $1,385 \pm 0,007$ MPa; perpanjangan saat putus $0,102 \pm 0,014$ %; elastisitas $13,995 \pm 0,204$ MPa; pengembangan $13,5 \pm 0,007$ %; laju transmisi air $0,0053 \pm 0,013$ g/jam.m²; waktu degradasi 7 hari.

Saran

Saran dari penelitian ini yaitu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut agar mencapai Standar Nasional Indonesia dan standar Internasional bioplastik dengan cara menambahkan bahan lain menjadi komposit yang bertujuan untuk memperbaiki sifat mekanik bioplastik yang berbahan baku pati umbi gadung

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, S.P., Sofiyah dan I. Silviyati. 2014. Pembuatan plastik biodegradasi menggunakan pati dari umbi gadung. *Jurnal Agroindustri*.5(2): 11-41.
- Amni, C., Marwan dan Mariana. 2015. Pembuatan bioplastik dari pati ubi kayu berpenguat nano serat jerami dan ZnO. *Jurnal Litbang Industri*.5(2): 91-99.
- Anggarini, F., Laifah dan S. Sundari. 2013. Aplikasi plasticizer gliserol pada pembuatan plastik biodegradable dari biji nangka. *Jurnal Kimia*. 6(3): 11-31.
- Avella, M. 2009. Eco-challenges of bio-based polymer composites material, *Journal scien* 2(3): 911-925.
- Averous, L. 2004. Biodegradable multiphase system based on plasticized starch. *J Macromol SCI*. 12(2):123-130.
- Darni, Y. dan H. Utami. 2010. Studi pembuatan dan karakteristik sifat mekanik dan hidrofobilitas bioplastik dari pati sorgum. *Jurnal rekayasa kimia dan lingkungan*. 7(4): 191-199.
- De Garmo, E.P., W.G. Sullivan dan C.R. Canada. 1984. *Engineering Economy*. Macmilan Publiser, New York
- Gibson, R.F. 1994. *Principles of composite mechanisme material*. New york: McGraw-Hill. inc.
- Griffin, J.G. 1994. *Chemitry and Technology of Biodegradable Polymers*. Blakie Academic and Profesional, London.
- Gontard, N., N. Guilbert and J.L. Cuq. 1993. Water and glyserol as pmlastis affect mechanical and water vapor barrier properties of edible wheat gluten film. *Journal Food Science*. 7(29): 10-17.
- Hartiati, A dan I.W.G.S. Yoga. 2015. Proses liquifikasi pati ubi talas menggunakan enzim α amilase. *Jurnal agroindustri*. 4(3): 1-13.
- Harsojuwono, B.A. dan I.W. Arnata. 2016. Karakteristik fisik dan mekanik bioplastik (studi konsentrasi tapioka dan perbandingan campuran pmlastis). *Media Ilmiah Teknologi Pangan*. 3(1):1-7.
- Hasanah, N., T. Kemala dan A. Sjahriza.

- Pembuatan dan pencirian plastik pati tapioka dengan pemlastis gliserol. *Jurnal Teknik Kimia*. 3(5): 31-36.
- Huri, D. dan F.C. Nisa. 2014. Pengaruh konsentrasi gliserol dan ekstrak ampas kulit apel terhadap karakteristik fisik dan kimia edible film. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(4): 29-40.
- Santoso, B., F. Pratama, B. Hamzah. dan R. Pembayung. 2015. Karakteristik fisik dan kimia pati ganyong dan gadung termodifikasi metode ikatan silang. *Jurnal AGRITECH*. 35(3):273-279.
- Sinaga, R.F., G.M. Ginting dan R. Hasibuan. 2014. Pengaruh penambahan gliserol terhadap sifat kekuatan tarik dan pemanjangan saat putus bioplastik dari pati umbi talas. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 3(6):19-24.
- Syaputra, A. F., Bahruddin dan H. Irdoni. 2017. Pengaruh kadar filler zno, plasticizer gliserol dan nisbah air terhadap sifat dan morfologi bioplastik berbasis pati sagu. *Jurnal FTEKNIK*. 4(2): 1-9.
- Krochta, J.M. and M. Johnston. 1994. Edible coatings and film to improve food quality. Economic Publ. Co. Inc, USA.
- Ma, X., P.R. Chang, J. Yang, and J. Yu. 2009. Preparation and properties of glycerol plasticized-pea starch/seng oksida bionanocomposite. *Carbohydrate Polymers*. (75): 472-478.
- Marbun, E.S., H. Hermansyah dan T.S. Utami. 2012. Sistesis Bioplastik dari Pati Umbi jalar Menggunakan Penguat ZnO dan Penguat Alami Selulosa. Skripsi. Tidak dipublikasi. Fakultas Teknik. Jurusan Teknik Industri. Universitas Indonesia.
- Rohman, M. A., L. Sulmartiwi dan K. T. Pursetyo. 2016. Pengaruh Penambahan Gultaraldehida Terhadap Karakteristik Film Bioplastik Kitosan Terplastis Carboxy Methyl Cellulose (CMC). Skripsi. Tidak publikasi. Fakultas Teknik. Jurusan Teknik Industri. Universitas airlangga.
- Wiriyana, M. F., W. Tantan dan N. Afifah. 2016. Perbandingan pati garut dengan karagenan serta konsentrasi lipid cocoa butter terhadap pembuatan edible film komposit. *Jurnal Litbang*. 3(2): 1-15.