Karakteristik Kuat Tarik dan Elongasi Bioplastik Berbahan Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Variasi Jenis Pemlastis

Lailatin Nuriyah[1)*], Gancang Saroja[1)], M. Ghufron[1)], Arvi Razanata[1)], Nova Fathur Rosid[1)]

[1)] Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya

Diterima 13 September 2018, direvisi 30 September 2018

ABSTRAK

Saat ini, para peneliti melakukan riset tentang plastik yang mudah terdegradasi dengan cara menganti bahan polimer sintetis dengan polimer alami untuk menghasilkan bioplastik. Salah satu bahan alami yang banyak digunakan adalah pati. Pati merupakan bahan polimer alami yang dapat dijadikan produk bioplastik dengan penambahan pemlastis. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemlastis terhadap kuat tarik dan elongasi bioplastik berbahan dasar pati ubi jalar cilembu dengan variasi jenis pemlastis berupa gliserol, sorbitol, dan putih telur. Pembuatan bioplastik dilakukan dengan tahapan pembuatan pati, pemanasan dan penambahan pemlastis, kemudian pencetakan dengan metode *casting*. Tahapan pembuatan pati dimulai dengan proses penghancuran ubi jalar cilembu, pengendapan, penyaringan, dan terakhir pengeringan. Proses selanjutnya adalah pemanasan dan penambahan pemlastis. Proses penambahan pemlastis gliserol atau sorbitol dilakukan pada temperatur 45 °C hingga mencapai suhu gelatinasi. Sedangkan untuk pemlastis putih telur dilakukan pada temperatur 50 °C, hingga mencapai suhu gelatinisasi. Tahapan terakhir adalah pencetakan dan kemudian pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi jenis pemlastis mempengaruhi nilai kuat tarik dan elongasi bioplastik. Penambahan pemlastis gliserol dan sorbitol akan menurunkan kuat tarik bioplastik. Penambahan pemlastis sebanyak 2,8% akan menurunkan nilai kuat tarik bioplastik sebesar 90% untuk gliserol dan 75% untuk sorbitol. Sedangkan, penambahan pemlastis putih telur justru meningkatkan nilai kuat tarik hingga 49% untuk penambahan sebanyak 2,2%. Sebaliknya, penambahan pemlastis sebanyak 2,8% akan menurunkan nilai elongasi sebesar 32,8% untuk gliserol dan 16,1% untuk sorbitol. Sedangkan untuk pemlastis putih telor, nilai elongasinya sedikit berubah dengan pola fluktuatif.

Kata kunci: bioplastik; pati ubi cilembu; pemlastis; gliserol; sorbitol; putih telor

ABSTRACT

Nowadays, many researchers are doing research in the field of degradable plastics with replacing synthetic polymers with natural synthetics for resulting the bioplastics. A natural raw that often used by the researcher is starch. For producing the bioplastic, the starch is mixed with plasticizers. The aims of this research are for observing the influences of the plasticizer to the tensile strength and elongation of bioplastic that made from the starch of Cilembu sweet potato. The plasticizers that used in this research are glycerol, sorbitol, and egg white. The bioplastics are produced in four stages, such as starch producing, heating and adding of the plasticizers, casting, and measuring the tensile strength and elongation. In the producing process of starch, firstly, the potato was destroyed, then it was blended with fresh water, after that it was settled down, followed by filtering and drying. The next stage was heating and adding of the plasticizers. The process of glycerol and sorbitol adding did at 45 ºC while the heating process performed until gelatinization temperature was reached. However, while using egg white as a plasticizer, the process was started at 50 ºC. After that, the casting stage was done, followed by the last stage, the testing of bioplastic samples. The results of the experiment show that the variation of the plasticizer affects the tensile strength and elongation of the bioplastic. The addition of plasticizer as many as 2,8% reduces the tensile strength of the bioplastic by 90% for glycerol and 75% for sorbitol. Whereas with the addition of the egg white, the tensile strength of the bioplastic is increased to 49%. For elongation property of the bioplastic, both glycerol and sorbitol as many as 2,8% will decrease the elongation value 32,8% and 16,1% respectively. However, the elongation values of the bioplastic fluctuated for the white egg plasticizer.

Keywords: bioplastic; starch of Cilembu sweet potato; plasticizer; glycerol; sorbitol; egg white

PENDAHULUAN

Masyarakat Indonesia banyak menggunakan kantong plastik dalam segala kemasan. Plastik mempunyai keunggulan dalam segi ketahanan air, memiliki kekuatan, transparan, ringan dan harganya murah [1]. Namun, kelemahannya, plastik merupakan sampah anorganik yang jumlahnya luar biasa banyaknya, mencapai 4,7 juta ton di Indonesia pada tahun 2015, dan berbahaya pada lingkungan karena sulit terurai secara alamiah oleh lingkungan [2,3]. Salah satu upaya alternatif mengatasinya adalah dengan mengembangkan plastik biodegradabel.

Plastik biodegradabel disebut juga bioplastik, merupakan plastik yang dapat terurai secara alami. Hal tersebut dapat terjadi oleh karena bahan dasar bioplastik adalah pati yang memiliki kandungan karbohidrat yang komponen utamanya adalah amilosa dan amilopektin. Kandungan tersebut mudah diurai oleh lingkungan. Namun demikian, ukuran, bentuk granula, struktur, perbandingan amilosa, amilopektin, dan tingkatan kristanilitas dari pati mempengaruhi sifat fungsional karbohidrat[4]. Ubi jalar Cilembu berpotensi untuk bahan pembuatan bioplastik karena memiliki kandungan amilosa 33% dan amilopektin 56% sehingga total kandungan karbohidratnya mencapai 89% [5,6]. Namun, untuk menjadikan ubi jalar Cilembu sebagai bioplastik perlu ditambahkan pemlastis yang biasa berfungsi sebagai penguat dan elastisitasnya.

Pemlastis merupakan bahan kimia yang digunakan untuk campuran pembuatan bioplastik. Gliserol dan sorbitol banyak digunakan sebagai pemlastis karena secara kimia memiliki tiga dan enam atom karbon pada kerangka masing-masing dan satu gugus hidroksil terikat pada setiap karbon [7,8]. Selain bahan tersebut, dapat juga digunakan putih telur. Karakter pemlastis berupa putih telur dapat ditentukan dari seberapa banyak kandungan proteinnya. Putih telur yang dihasilkan ayam ras petelur memiliki kandungan protein sangat besar dibandingkan putih telur yang lain. Kandungan protein pada putih telur ayam ras petelur sebesar 11% disetiap 100 g [9].

Secara umum, penggunaan pemlastis pada pembuatan bioplastik berfungsi untuk meningkatkan sifat mekanik dari bioplastik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemlastis terhadap kuat tarik bioplastik berbahan dasar pati ubi jalar cilembu dengan variasi jenis pemlastis berupa gliserol, sorbitol, dan putih telur

----
*Corresponding author:
E-mail: lailatin@ub.ac.id

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ubi jalar cilembu, gliserol, sorbitol, putih telur, dan aquades. Peralatan yang digunakan yaitu, saringan 60 mesh dan 150 mesh, timbangan digital kapasitas (200,000±0,001) g, *blender*, *hot magnetic stirer* sebagai pengaduk dan proses gelatinisasi, gelas ukur (500 ml, 50 ml, dan 10 ml), termometer alkohol, higrometer, *Coating Thickness Gauge* (CTG), oven suhu maksimum 250 ^{o}C, cetakan akrilik ukuran 20 cm x 20 cm, alat uji tarik *strength ZP Recorder* 50 N Imada dan unit komputer untuk pengolahan data.

Prosedur Penelitian. Secara keseluruhan tahapan-tahapan penelitian ini berupa pembuatan pati, pemanasan dan penambahan pemlastis, kemudian pencetakan dengan metode *casting* serta terakhir pengujian. Pada tahapan pembuatan pati, mula-mula dilakukan pemilihan ubi jalar Cilembu. Ubi yang digunakan adalah ubi yang sehat dengan usia layak konsumsi pada umumnya. Proses pembuatan pati dilakukan dengan memblender ubi yang sudah dikupas bersih, dan ditambahkan air. Hasil blender berupa bubur ubi yang telah halus. Kemudian, ditambahkan aquades dan diperas hingga menghasilkan pati yang masih bercampur dengan aquades.

Gambar 1. Endapan pati berada dibagian bawah campuran ubi yang diblender dan aquades

Langkah berikutnya, hasil campuran tersebut diendapkan selama satu malam. Setelah itu, air

pada bagian atas dibuang. Endapan ditambah air, diaduk dan diendapkan kembali. Setelah pati mengendap, air di atasnya dibuang. Proses ini diulang sebanyak tiga kali untuk memperoleh pati yang murni. Hasil proses pengendapan pati diperlihatkan pada Gambar 1. Setelah diperoleh pati hasil pengendapan, langkah berikutnya adalah pati dijemur selama 3 hari dan dioven selama 30 menit pada temperatur 100 °C. Pati kering kemudian ditumbuk dan diayak dengan ayakan 150 mesh untuk menghasilkan pati kering yang halus.

Tahapan selanjutnya adalah proses pemanasan campuran pati dengan aquades serta penambahan pemlastis. Dalam eksperimen ini, perbandingan yang digunakan adalah sebagai berikut. Massa pati ubi jalar cilembu sebanyak 3,5 g ditambah aquades 70 ml, dimasukkan beker glas 250 ml. Pengadukan dilakukan dengan menggunakan *hot magnetic strirer* selama 5 menit pada suhu ruang agar pati homogen. Kemudian dilakukan proses pemanasan untuk menaikan suhu campuran sebelum dilakukan penambahan pemlastis. Sementara itu, jumlah pemlastis yang digunakan bervariasi mulai 1 ml hingga 3 ml dengan variasi penambahan 0,5 g.

Tabel 1. Jenis pemlastis dan temperatur proses yang digunakan dalam eksperimen

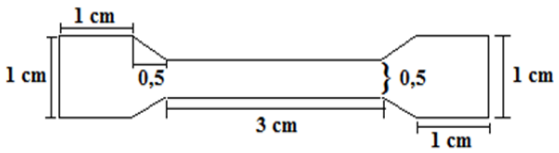
No.	Jenis Pemlastis	Suhu* (°C)	Waktu** (menit)
1.	Gliserol	45	20
2.	Sorbitol	45	20
3.	Putih Telur	50	15

*Suhu penambahan pemlastis
**Waktu yang diperlukan hingga suhu gelatinisasi (65-70 °C)

Tiga jenis pemlastis yaitu gliserol, sorbitol, dan putih telur digunakan pada penelitian ini. Pada pembuatan bahan bioplastik dengan gliserol dan sorbitol, proses penambahan pemlastis dilakukan pada saat temperatur 45 °C dan terus diberikan panas hingga mencapai suhu gelatinisasi. Setelah itu, pemberian panas dihentikan. Pada penelitian ini, waktu yang diperlukan dari saat pemberian pemlastis hingga suhu gelatinisasi adalah 20 menit. Untuk pemlastis putih telur, proses penambahan pemlastis dilakukan pada temperatur 50 °C dan terus diberikan pemanasan hingga suhu gelatinisasi dimana dalam eksperimen ini memerlukan waktu 15 menit. Parameter-parameter pada tahapan di atas disajikan pada Tabel 1. Suhu gelatinisasi untuk pati adalah 65 – 71 °C.

Setelah teramati terbentuknya gelatin, pemanasan dihentikan. Kemudian dilakukan proses pencetakan dengan cara larutan bioplastik dituang pada cetakan akrilik ukuran 20×20 cm^2. Saat pencetakan, harus dihindari terbentuknya gelembung udara. Setelah itu, cetakan didiamkan selama 10 menit pada suhu ruang untuk kemudian dioven pada temperatur 60 °C selama 6-8 jam. Langkah selanjutnya, lembaran bioplastik didiamkan pada suhu ruang selama 24 jam hingga bioplastik dapat dilepas dari cetakan akrilik.

Tahapan terakhir adalah pengujian karakteristik kuat tarik bioplastik yang dihasilkan. Hasil lembaran bioplastik selanjutnya dipotong sesuai dengan standart ASTM D882 (Gambar 2).



Gambar 2. Bentuk sampel uji Tarik

Pengujian kuat tarik bioplastik dilakukan dengan menggunakan alat uji tarik *strength ZP Recorder 50 N Imada*. Hasil data jarak yang ditempuh penarik dari awal hingga sampel putus, diukur dan dicatat pada software pencatat data untuk diolah dan analisa. Nilai kuat tarik pada sampel bioplastik dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A} \quad (1)$$

Keterangan:
Σ = kuat tarik (N/m^2)
F_{maks} = gaya tarik maksimum (N)
A = luas Penampang (m^2)

Persen pemanjangan (elongasi) dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut:

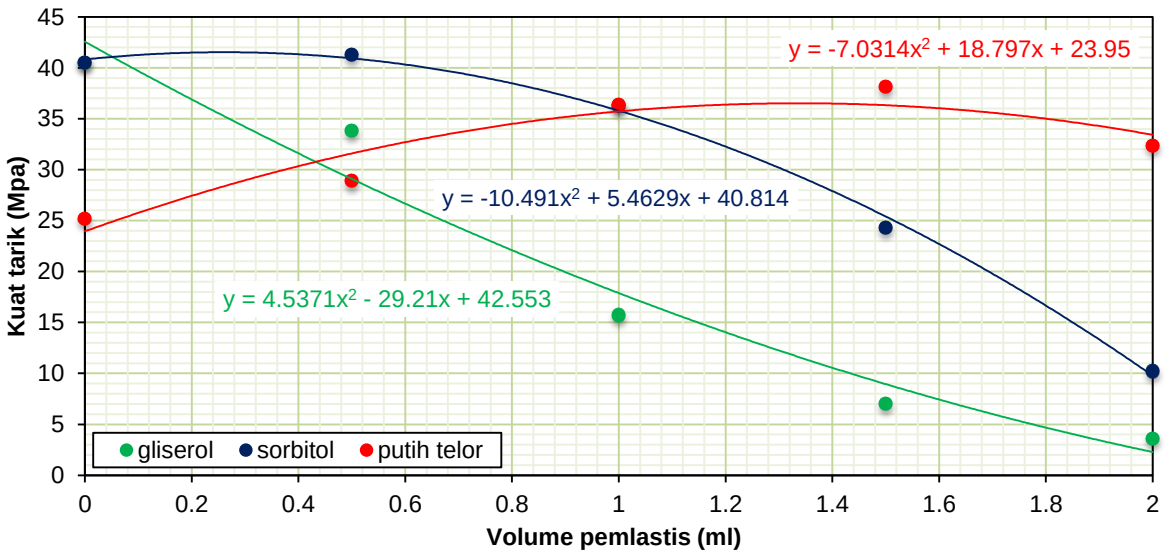
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:
ε = elongasi (%)
ΔL = ($L - L_o$) pertambahan panjang (mm)
L_o = panjang mula-mula (mm)

Tabel 2. Hasil uji nilai kuat tarik sampel bioplastik

Banyak Pemlastis (ml)	Kuat Tarik Bioplastik dengan Pemlastis* (MPa)		
	Gliserol	Sorbitol	Putih Telur
0,0	40,5 ±0,6	40,5 ±0,6	25,2 ±0,1
0,5	33,8 ±0,5	41,3 ±1,1	28,9 ±2,2
1,0	15,7 ±0,6	36,3 ±0,6	36,4 ±1,3
1,5	7,1 ±0,2	24,3 ±0,3	38,1 ±1,5
2,0	3,6 ±0,1	10,2 ±0,2	32,4 ±1,7

*) Pemlastis ditambahkan pada campuran 3,5 g pati: 70 ml aquades



Gambar 4. Nilai kuat tarik bioplastik sebagai fungsi penambahan pemlastis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian karakteristik kuat tarik dari bioplastik (Tabel 2) menunjukkan bahwa secara umum penambahan pemlastis gliserol atau sorbitol memberikan penurunan nilai kuat Tarik bioplastik. Penurunan tertinggi nilai kuat tarik adalah saat penambahan pemlastis jenis gliserol sebanyak 2,0 ml dimana penurunan yang terjadi mencapai 91,1%. Sedangkan, penambahan pemlastis sorbitol sejumlah 0,5 ml, akan menghasilkan kenaikan nilai kuat tarik bioplastik sebesar 1,9 %. Akan tetapi, pada penambahan selanjutnya yaitu sebesar 1,0 ml, 1,5 ml dan 2,0 ml nilai kuat tarik bioplastik mengalami penurunan hingga 74,2 %. Terjadinya penurunan kuat tarik tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut. Pemberian gliserol dan sorbitol membuat rantai karbon bioplastik yang terbentuk menjadi lebih pendek. Untuk gliserol, memiliki rantai karbon berjumlah 3, sedangkan sorbitol mempunyai rantai karbon berjumlah 6.

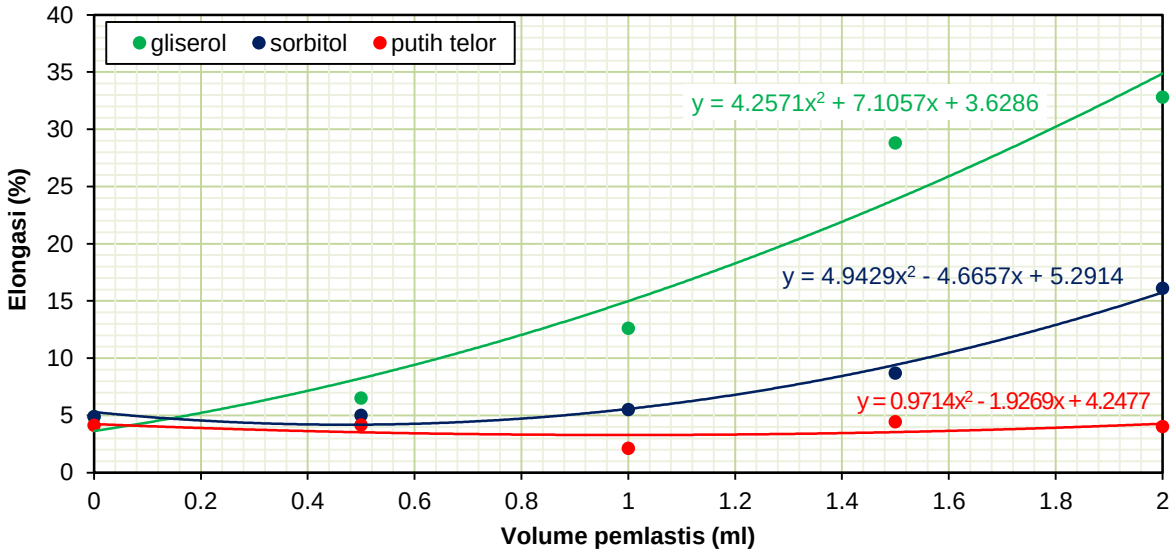
Tabel 2 memberikan hasil berbeda untuk pemlastis putih telur. Secara umum, penambahan putih telur akan menghasilkan kenaikan nilai kuat tarik dari bioplastik. Penambahan 0,5 ml putih telur dapat menaikan kuat Tarik sebesar 14,7%. Sedangkan, penambahan 1,5 ml putih telur menghasilkan kenaikan kuat tarik tertinggi hingga mencapai 49,4%. Namun, untuk penambahan 2,0 ml putih telur, nilai kenaikan kuat tarik hanya sebesar 28,6 %. Pola kenaikan dan penurunan kuat tarik tersebut di atas disajikan pada Gambar 4.

Kenaikan karakteristik kuat tarik karena putih telur memiliki kandungan protein yang tinggi yang memiliki gugus asam dan basa. Oleh karenanya, protein dapat mengikat pati menjadi ikatan yang panjang dan menghasilkan nilai kuat tarik tinggi. Namun, apabila dipanasi dengan temperatur terlalu tinggi, akan mengubah patinya menjadi karbon sehingga ikatan pada pati menjadi mudah terdegradasi dan berakibat rantainya menjadi pendek. Temperatur lebih rendah dan waktu gelatinasi lebih lama, mengakibatkan terbentuknya rantai panjang.

Tabel 3. Nilai elongasi pada bioplastik dengan berbagi pemlastis

Banyak Pemlastis (ml)	Nilai Elongasi Bioplastik dengan Pemlastis* (%)		
	Gliserol	Sorbitol	Putih Telur
0,0	4,9±0,4	4,9±0,4	4,1±0,1
0,5	6,5±0,4	5,0±0,2	4,2±0,0
1,0	12,6±2,0	5,5±0,6	2,1±0,0
1,5	28,8±2,8	8,7±0,7	4,5±0,1
2,0	32,8±3,6	16,1±1,1	4,0±0,4

*) Pemlastis ditambahkan pada campuran 3,5 g pati: 70 ml aquades



Gambar 5. Nilai elongasi bioplastik sebagai fungsi penambahan pemlastis

Elongasi merupakan rasio pertambahan panjang bioplastik terhadap panjang awal. Hasil elongasi bioplastik pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3. Penambahan sorbitol dan gliserol akan menaikan nilai elongasi dari bioplastik. Penambahan pemlastis gliserol 2,0 ml sebesar menaikkan nilai elongasi sebesar 32,8% dan untuk penambahan pemlastis sorbitol 2.0 ml menghasilkan peningkatan nilai elongasi sebesar 16,1%. Pola perubahan nilai elongasi oleh karena penambahan pemlastis disajikan pada Gambar 5.

Gambar 5 menunjukkan bahwa perubahan persen pemanjangan sampel yang paling signifikan terjadi pada penambahan komposisi sampel bioplastik dari 1,0 ml sampai 1,5 ml. Perubahan persen pemanjangan oleh karena penambahan gliserol disebabkan karena penambahan gliserol ($C_3H_5(OH)_3$) terhadap pati ($C_6H_{10}O_5$) meningkatkan jumlah percabangan pada ikatan bioplastik sehingga semakin banyak ikatan bercabang pada polimer. Selain itu, fleksibilitas pada polimer tersebut akan meningkat [10]. Meningkatnya elongasi ini karena penambahan pemlastis dapat menurunkan kekuatan intermolekuler bioplastik diantara rantai polimer dan meningkatkan fleksibilitas bioplastik [11].

Selain itu, peningkatan nilai elongasi pada bioplastik terjadi karena pemlastis menurunkan ikatan antarmolekul antara amilosa dan amilopektin; amilosa dan amilopektin dengan pati; dan pengaruh ikatan hidrogen molekul pati dengan pemlastis [12]. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Zavareze dkk [13] menjelaskan bahwa elongasi dari material polimer tergantung pada mobilitas dari rantai molekul polimer. Hal tersebut dapat menjelaskan nilai elongasi dari sorbitol lebih rendah dari gliserol pada sampel bioplastik karena mobilitas dari pemlastis sorbitol lebih rendah dari pemlastis gliserol.

Pemlastis berupa putih telor tidak memberikan pola yang eksak terhadap elongasi bioplastik. Hal tersebut dapat dilihat dari data Tabel 3 bahwa penambahan pemlastis sebanyak 1 ml dan 2 ml menghasilkan penurunan nilai elongasi sebesar sedangkan saat penambahan 0,5

ml dan 1,5 ml justru mengalami sedikit kenaikan elongasi. Secara umum, penambahan putih telor dapat menaikan maupun menurunkan elongasi bioplastik. Hal tersebut disebabkan, pemlastis akan dapat menurunkan percabangan ikatan polimer sehingga mengurai fleksibilitas pada polimer. Sementara itu, jika ikatan diantara rantai polimer menurun maka fleksibilitas polimer akan meningkat [10].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahawa variasi jenis pemlastis mempengaruhi nilai kuat tarik dan elongasi bioplastik. Penambahan gliserol atau sorbitol sebanyak 2,8% pada larutan bahan akan menurunkan nilai kuat tarik bioplastik, masing-masing menurun 90% untuk gliserol dan 75% untuk sorbitol. Sebaliknya, penambahan pemlastis putih telur sebanyak 2,2% justru meningkatkan nilai kuat tarik hingga 49%. Penambahan gliserol dan sorbitol sebanyak 2,8% pada larutan bahan akan meningkatkan elongasi bioplastik masing masing sebesar 32,8% dan 16,1%. Sedangkan pemberian putih telor cenderung memberikan pengaruh tidak berpola terhadap nilai elongasinya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Ningsih, E.S., Mulyadi, S., dan Yetri, Y. (2012) Modifikasi Polipropilena Sebagai Polimer Komposit Biodegradabel dengan Bahan Pengisi Pati Pisang dan Sorbitol Sebagai Platisizer. *Jurnal Fisika Unand*. 1 (1), 53–59.

[2] Lindawati (2004) Pengaruh Jenis Ubi Jalar (Ipoema batatas L.) dan Suhu Pengeringan terhadap Kualitas Tepung Ubi Jalar, Universitas Syiah Kuala, 2004.

[3] Tengku Rachmi Hidayani, Elda Pelita, D.N. (2015) Karakteristik plastik biodegradabel dari limbah plastik polipropilena dan pati biji durian. *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*. 31 (1), 9–14.

[4] Tian, S.J., Rickard, J.E., dan Blanshard, J.M. V (1991) Physicochemical properties of sweet potato starch. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 57 (4), 459–491.

[5] Mahmudatussa'adah, A. (2014) Komposisi kimia Ubi Jalar (Ipomoea batatas L) Cilembu pada berbagai waktu simpan sebagai bahan baku gula cair. *Jurnal Pangan*. 23 (1), 53–64.

[6] Solihin, M.A., Sitorus, S.R.P., Sutandi, A., dan Widiatmaka, W. (2017) Karakteristik Lahan dan Kualitas Kemanisan Ubi Jalar Cilembu. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*. 7 (3), 251–259.

[7] Van Den Berg, C., Kaper, F.S., Weldring, J.A.G., dan Wolters, I. (2007) Water binding by potato starch. *International Journal of Food Science & Technology*. 10 (6), 589–602.

[8] Anggraeni, Y., Sulistiawati, F., dan Astria, D.N. (2016) Pengaruh Plasticizer Gliserol dan Sorbitol terhadap Karakteristik Film Penutup Luka Kitosan-Tripolifosfat yang Mengandung Asiatikosida. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*. 14 (2), 128–134.

[9] Fadiilah, R. dan Fatkhuroji (2013) Memaksimalkan Produksi Ayam Ras Petelur. Agromedia Pustaka, Jakarta.

[10] Callister, W.D. (2007) Materials Science and Engineering: An Introduction 7th Edition. John Wiley & Sons, Inc, New York.

[11] Latief, R. (2011) Teknologi Kemasan Plastik Biodegradabel.

[12] Sanyang, M., Sapuan, S., Jawaid, M., Ishak, M., dan Sahari, J. (2015) Effect of Plasticizer Type and Concentration on Tensile, Thermal and Barrier Properties of Biodegradable Films Based on Sugar Palm (Arenga pinnata) Starch. *Polymers*. 7 (6), 1106–1124.

[13] Zavareze, E. da R., Pinto, V.Z., Klein, B., El Halal, S.L.M., Elias, M.C., Prentice-Hernández, C., et al. (2012) Development of oxidised and heat–moisture treated potato starch film. *Food Chemistry*. 132 (1), 344–350.