

Karakteristik Fisik dan Mekanik Bioplastik
(Studi Konsentrasi Tapioka dan Perbandingan Campuran Pemplastis)
Characteristic of bioplastic's physical and mechanical (Study on Tapioca Concentration and Composition Mixture of Plasticizer)

Bambang Admadi Harsojuwono*, dan **I Wayan Arnata**
PS Teknik Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana,
Bukit Jimbaran, Badung 80361; Telp/Fax : (0361) 701801

Diterima 03 Pebruari 2016 / Disetujui 17 Pebruari 2016

ABSTRACT

This study aims to (1) the effect of the concentration of starch and ratio mixture of plasticizer to the physical and mechanical characteristics of bioplastics (2) determine the concentration of starch and plasticizer RATIO mixture that results in physical and mechanical characteristics of bio plastics best. The experiment was conducted using a factorial randomized block design. The first factor is the concentration of tapioca consisting of 3 levels 4%, 5% and 6% (w / w). The second factor is the mixture plasticizer ratio of glycerol and sorbitol consisting of 5 levels ie (100: 0)%, (95: 5)%, (90:10)%, (85:15)%, (80:20)% b / b. Each combination of treatments classified into 2 time processing bio plastics, so there are 30 experimental units. Variables observed water content, elongation at break, tensile strength and Young's modulus . The data obtained were analyzed of variant and test of Duncan's.

The results showed that the concentration of tapioca and mixture plasticizer had no effect on water content but significant effect on the elongation at break, tensile strength and Young's modulus. The concentration of starch 6% with a ratio of mixture of plasticizers glycerol: sorbitol (100: 0) produces the best characteristics of bioplastics with water content of 3.98%, elongation at break of 18.75%, the tensile strength of 930 MPa and a Young's modulus of 50 MPa.

Keywords: *Bioplastics, concentration of tapioca, ratio of glycerol and sorbytol*

*Korespondensi Penulis:
Email: ba_harsojuwono@yahoo.co.id

PENDAHULUAN

Penggunaan plastik sebagai bahan kemasan maupun peralatan lainnya telah menimbulkan masalah lingkungan. Sampah plastik semakin lama semakin menumpuk, karena sampah plastik tidak mudah hancur baik oleh cuaca hujan dan matahari ataupun mikroba yang hidup di tanah sehingga meningkatkan kerusakan lingkungan seperti pencemaran tanah (Hasan, 2006). Hal ini disebabkan, plastik yang selama ini dipakai berasal dari minyak bumi, gas alam, dan batu bara. Saat ini, bahan dasar tersebut mulai mengalami pengurangan serta tidak bisa diperbarui (Darni *et al.*, 2010). Selain itu penggunaan plastik yang berasal dari minyak bumi, gas alam dan batu bara akan meningkatkan kerusakan lingkungan seperti pencemaran tanah.

Guna mengatasi masalah lingkungan ini, salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu mengembangkan bahan bioplastik (*biodegradable plastic*) yaitu plastik yang mudah diurai oleh mikroorganisme menjadi senyawa sederhana yang ramah lingkungan. Pengembangan bahan bioplastik menggunakan bahan alam yang terbarui (*renewable resources*) sangat diharapkan untuk mengatasi pencemaran lingkungan (Hardaning, 2001 dalam Darni *et al.*, 2010). Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat bioplastik diantaranya senyawa-senyawa polimer yang terdapat pada tanaman seperti pati, selulosa dan lignin, serta pada hewan seperti kasein, kitin dan kitosan dan sebagainya (Averous, 2004).

Salah satu jenis bahan hasil tanaman yang berpotensi sebagai bahan baku

bioplastik adalah pati tapioka (Firdaus dan Anwar, 2004). Pati tapioka sangat potensial dikembangkan karena harganya murah dan diproduksi secara masal dalam skala industri sehingga terjamin ketersediaannya sebagai bahan baku (Kumoro dan Purbasari, 2014).

Pembuatan bioplastik dari pati tapioka, keberhasilannya dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya konsentrasi pati dan perbandingan campuran bahan pemlastis (*plasticizer*). Setiani *et al.*, (2013) menyatakan bahwa penggunaan pati dengan konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan tingginya penyerapan air sehingga ketahanan terhadap air juga rendah. Liu dan Han (2005) menjelaskan bahwa peningkatan kadar pati sampai dengan 10 % ternyata menghasilkan lapisan bioplastik yang terlalu kaku. Sementara itu, penelitian Kumoro dan Purbasari (2014) dalam pembuatan bioplastik dari tepung nasi aking dan tapioka dengan menggunakan gliserol 2% (b/b) menghasilkan nilai modulus young 40,5 MPa, kuat tarik 17 MPa dan persentase *elongation at break* 38%. Penelitian Romadloniyah (2012) dalam pembuatan bioplastik dari onggok singkong dengan penambahan sorbitol 1,5 ml menghasilkan nilai kuat tarik 126,87 MPa dan persentase *elongation at break* 23,33%. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi pati tapioka sebagai bahan baku utama bioplastis belum diketahui begitu pula penggunaan masing-masing pemlastis (gliserol dan sorbitol) secara terpisah belum menghasilkan karakteristik bioplastik yang diinginkan. Oleh karena itu, perlu dicari konsentrasi tapioka yang

tepat dan dicoba menggunakan campuran pemlastis gliserol dan sorbitol dengan perbandingan tertentu dalam pembuatan bioplastis sehingga dihasilkan bioplastis yang diinginkan.

Tujuan penelitian ini mengetahui pengaruh konsentrasi tapioka dan perbandingan campuran pemlastis terhadap karakteristik fisik dan mekanik bioplastik serta menentukan konsentrasi tapioka dan perbandingan campuran pemlastis yang menghasilkan karakteristik fisik dan mekanik bioplastik.

METODE PENELITIAN

Bahan menguraikan alat dan bahan utama penelitian sementara metode menguraikan rancangan percobaan, pembuatan bioplastik, serta variable yang diamati. Uraianya seperti di bawah ini.

Bahan

Alat yang digunakan antara lain water bath, oven, cetakan plat kaca ukuran 20 x 15 cm, gelas beaker, pipet tetes, batang pengaduk dan alat uji mekanik plastik yaitu autograph-sidmazu berdasarkan ASTM D638. Bahan yang dipergunakan adalah tepung tapioka, asam asetat (CH_3COOH), sorbitol, gliserol, dan aquades.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan pada penelitian ini yaitu Rancangan Acak Kelompok Faktorial. Faktor I adalah konsentrasi pati tapioca yang terdiri dari 3 taraf 4%, 5% dan 6% (b/b). Factor II adalah perbandingan campuran pemlastis gliserol dengan sorbitol yang terdiri dari 5 taraf

yaitu (100:0)%, (95:5)%, (90:10)%, (85:15)%, (80:20)% b/b. Masing-masing kombinasi perlakuan dikelompokkan menjadi 2 berdasarkan waktu proses pembuatan bioplastik, sehingga terdapat 30 unit percobaan. Data yang diperoleh dianalisis keragamannya dan dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda Duncan.

Pembuatan Bioplastik

Tepung tapioka dengan konsentrasi sesuai perlakuan dimasukkan kedalam beaker glass, kemudian ditambahkan 100 ml aquades. Campuran kemudian ditambahkan 0,2 gr asam asetat. Setelah itu ditambahkan campuran plasticizer (pemlastis) 1 gr dengan perbandingan sesuai perlakuan. Kemudian campuran tersebut diaduk dengan batang pengaduk selama 5 menit agar campuran homogen dan dipanaskan dalam waterbath pada suhu 60°C sampai membentuk gel. Gel yang terbentuk kemudian dicetak diatas plat cetakan kaca. Setelah itu dipanaskan pada oven dengan suhu 60°C selama 5 jam. Lapisan plastik yang terbentuk diangkat perlahan dan didinginkan pada suhu ruang.

Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati meliputi kadar air, *elongation at break*, kekuatan tarik (*tensile strength*), Modulus Young (Elastisitas).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan pembahasannya akan menguraikan karakteristik fisik dan mekanik yang meliputi kadar air,

elongation at break, kuat tarik dan Modulus Young seperti berikut ini.

Kadar Air Bioplastik

Analisis keragaman menunjukkan bahwa konsentrasi pati dan perbandingan campuran pemlastis gliserol : sorbitol tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air bioplastis. Tabel 1 memperlihatkan bahwa rerata kadar air bioplastik tidak ada perbedaan yang nyata, dengan kisaran 3,72 – 4,21%. Hal ini disebabkan penambahan air dari kandungan bahan baku bioplastik baik itu pati, gliserol dan sorbitol sangat rendah dibanding total bahan, apalagi dalam pembuatan bioplastis melalui proses pengeringan sehingga sebagian besar air dalam campuran bahan baku plastik teruapkan. Menurut Anonymous (2013), dalam pengeringan terjadi proses pindah panas dan pindah massa uap air yang terjadi secara simultan.

Elongation at Break, Kuat Tarik dan Modulus Young Bioplastik

Analisis keragaman menunjukkan bahwa konsentrasi pati dan perbandingan campuran pemlastis gliserol : sorbitol serta interaksinya berpengaruh sangat nyata terhadap nilai *elongation at break*, kuat tarik dan Modulus Young dari bioplastik. Tabel 2 di bawah memperlihatkan adanya beberapa perbedaan rerata *elongation at break*, kuat tarik dan Modulus Young. Rerata *elongation at break* berkisar 18,75 – 65,31%, kuat tarik berkisar 0,51 – 0,93 MPa, Modulus Young berkisar 0,01 – 0,05 MPa.

Tabel 2 memperlihatkan bahwa bioplastik yang dibuat dengan

konsentrasi pati 6%, pemlastis gliserol : sorbitol (100 : 0)% mempunyai *elongation at break* (18,75%) terendah dibanding lainnya. Nilai tersebut lebih tinggi dibanding hasil penelitian Setiani *et al.* (2013) yang menggunakan pati sukun pada konsentrasi 6% yang ditambahkan 30% sorbitol sebagai pemlastis dengan karakteristik nilai *elongation at break* sebesar 6,00 %.

Tabel 2 juga memperlihatkan bahwa bioplastik yang dibuat dengan konsentrasi pati 6%, pemlastis gliserol : sorbitol (100 : 0)% mempunyai kuat tarik (930 MPa) tertinggi dibanding lainnya. Nilai ini lebih tinggi dibanding hasil penelitian Kumoro dan Purbasari (2014) dalam pembuatan bioplastik dengan bahan tepung nasi aking dan tapioka yang menggunakan penambahan gliserol 2% (b/b) yang menghasilkan kuat tarik 17 MPa dan juga hasil penelitian Romadloniyah (2012) dalam pembuatan bioplastik dari onggok singkong yang menggunakan penambahan sorbitol 1,5 ml yang menghasilkan nilai kuat tarik 126,87 MPa.

Bioplastik yang dibuat dengan konsentrasi pati 6%, pemlastis gliserol : sorbitol (100 : 0)% mempunyai nilai Modulus Young (50 MPa) tertinggi dibanding lainnya. Nilai ini juga lebih tinggi dibanding hasil penelitian Kumoro dan Purbasari (2014) dalam pembuatan bioplastik dengan bahan tepung nasi aking dan tapioka yang menggunakan penambahan gliserol 2% (b/b) yang menghasilkan nilai Modulus Young 40,5 MPa.

Tabel 1. Kadar Air Bioplastik.

Perlakuan	Rerata Kadar Air (%)
Konsentrasi pati 4%, pemlastis gliserol : sorbitol (100 : 0)%	4,21a
Konsentrasi pati 4%, pemlastis gliserol : sorbitol (95 : 5)%	3,98a
Konsentrasi pati 4%, pemlastis gliserol : sorbitol (90 : 10)%	3,95a
Konsentrasi pati 4%, pemlastis gliserol : sorbitol (85 : 15)%	3,89a
Konsentrasi pati 4%, pemlastis gliserol : sorbitol (80 : 20)%	3,79a
Konsentrasi pati 5%, pemlastis gliserol : sorbitol (100 : 0)%	4,16a
Konsentrasi pati 5%, pemlastis gliserol : sorbitol (95 : 5)%	3,92a
Konsentrasi pati 5%, pemlastis gliserol : sorbitol (90 : 10)%	3,90a
Konsentrasi pati 5%, pemlastis gliserol : sorbitol (85 : 15)%	3,87a
Konsentrasi pati 5%, pemlastis gliserol : sorbitol (80 : 20)%	3,76a
Konsentrasi pati 6%, pemlastis gliserol : sorbitol (100 : 0)%	3,98a
Konsentrasi pati 6%, pemlastis gliserol : sorbitol (95 : 5)%	3,94a
Konsentrasi pati 6%, pemlastis gliserol : sorbitol (90 : 10)%	3,89a
Konsentrasi pati 6%, pemlastis gliserol : sorbitol (85 : 15)%	3,80a
Konsentrasi pati 6%, pemlastis gliserol : sorbitol (80 : 20)%	3,72a

Keterangan : huruf yang sama di belakang rerata pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada taraf kesalahan 5%.

Tabel 2. *Elongation at break*, kuat tarik dan Modulus Young bioplastik

Perlakuan	Rerata Elongation at break (%)	Rerata kuat tarik (x1000 MPa)	Rerata Modulus Young (x1000 MPa)
Konsentrasi pati 4%, pemlastis gliserol : sorbitol (100 : 0)%	34,38cd	0,66bc	0,02bc
Konsentrasi pati 4%, pemlastis gliserol : sorbitol (95 : 5)%	38,75bc	0,55c	0,01c
Konsentrasi pati 4%, pemlastis gliserol : sorbitol (90 : 10)%	50,63ab	0,53c	0,01c
Konsentrasi pati 4%, pemlastis gliserol : sorbitol (85 : 15)%	68,75a	0,52c	0,01c
Konsentrasi pati 4%, pemlastis gliserol : sorbitol (80 : 20)%	69,88a	0,51c	0,01c
Konsentrasi pati 5%, pemlastis gliserol : sorbitol (100 : 0)%	26,56d	0,78b	0,03b
Konsentrasi pati 5%, pemlastis gliserol : sorbitol (95 : 5)%	30,63cd	0,63bc	0,02bc
Konsentrasi pati 5%, pemlastis gliserol : sorbitol (90 : 10)%	41,19bc	0,62bc	0,02bc
Konsentrasi pati 5%, pemlastis gliserol : sorbitol (85 : 15)%	63,75a	0,56c	0,01c

Perlakuan	Rerata Elongation at break (%)	Rerata kuat tarik (x1000 MPa)	Rerata Modulus Young (x1000 MPa)
Konsentrasi pati 5%, pemlastis gliserol : sorbitol (80 : 20)%	65,31a	0,55c	0,01c
Konsentrasi pati 6%, pemlastis gliserol : sorbitol (100 : 0)%	18,75e	0,93a	0,05a
Konsentrasi pati 6%, pemlastis gliserol : sorbitol (95 : 5)%	23,75d	0,79b	0,03b
Konsentrasi pati 6%, pemlastis gliserol : sorbitol (90 : 10)%	34,69cd	0,78b	0,03b
Konsentrasi pati 6%, pemlastis gliserol : sorbitol (85 : 15)%	48,13ab	0,65bc	0,02bc
Konsentrasi pati 6%, pemlastis gliserol : sorbitol (80 : 20)%	51,88ab	0,64bc	0,02bc

KESIMPULAN

Konsentrasi pati dan perbandingan campuran pemlastis gliserol : sorbitol serta interaksinya berpengaruh tidak berpengaruh terhadap kadar air tetapi berpengaruh terhadap nilai *elongation at break*, kuat tarik dan Modulus Young dari bioplastik.

Konsentrasi pati 6% dengan perbandingan campuran pemlastis gliserol : sorbitol (100 : 0)% menghasilkan karakteristik bioplastik terbaik dengan kadar air 3,98%, *elongation at break* 18,75%, kekuatan tarik 930 MPa dan Modulus Young 50 MPa.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih diucapkan kepada Rektor Universitas Udayana yang mengalokasikan dana penelitian melalui

PNBP dan juga Ketua LPPM yang memfasilitasi program penelitian dana PNBP, serta semua pihak yang membantu sehingga terselesaikannya penelitian dan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, (2013) *Pengertian dan Prinsip Dasar Pengeringan*. <http://coretanmbon.blogspot.co.id/2013/02/pengertian-dan-prinsip-dasar-pengeringan.html> [diakses 28 September 2015]
- Averous, L., (2004) Biodegradable Multiphase System Based on Plasticized Starch : A Review, *Journal of Macromolecular Science*, United Kingdom.

- Darni, Y., Chici A., Sri Ismiyati D. (2008) Sintesa Bioplastik dari Pati Pisang dan Gelatin dengan Plasticizer Gliserol. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II 2008 Lampung: Universitas Lampung.
- Firdaus, F., dan Anwar, C. (2014) Potensi Limbah Padat Cair Industri Tepung Tapioka Sebagai Bahan Baku Film Plastik Biodegradable. *Jurnal Logika Volume I No 2, 2014*
- Kumoro, A. C. dan Purbasari, A. (2014) Sifat Mekanik Dan Morfologi Plastik Biodegradable Dari Limbah Tepung Nasi Aking Dan Tepung Tapioka Menggunakan Gliserol Sebagai Plasticizer. *Jurnal Teknik Kimia ISSN 0852-1697*, Universitas Diponegoro
- Liu, Z. and Han, J.H.(2005), Film Forming Characteristics of Starches, *J. Food Science, Vol. 70, No. 1, E31-E36*.
- Romadloniyah, F. (2012) *Pembuatan Dan Karakterisasi Plastik Biodegradable dari Onggok Singkong dengan Plasticizer Sorbitol*. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga. Yogyakarta
- Setiani, W., Sudiarti, T., Rahmidar. L. (2013) Preparasi dan karakterisitik edible film dari poliblend pati sukunkitosan. *J. Valensi, 3(2): 100-109*