

APLIKASI SORBITOL PADA PRODUKSI BIODEGRADABLE FILM DARI NATA DE CASSAVA

Sri Hidayati^{*)}, Ahmad Sapta Zuidar dan Astri Ardiani

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Lampung
Jl. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145

^{*)}Penulis korespondensi : hidayati_thp@unila.ac.id

Abstract

SORBITOL APPLICATION ON BIODEGRADABLE FILM PRODUCTION OF NATA DE CASSAVA. *An experiment of sulfonation process of biodegradable film was carried out using nata de cassava with variation of sorbitol concentration as plasticizer (0% (S0), 3% (S1), 6% (S2), 9% (S3), 12% (S4) and 15% (S5) by using Randomized Complete Design Block. The experiment result showed the best sorbitol concentration present in 9% sorbitol concentration. The best characteristic of produced biodegradable film showed that visual properties were achieved with transparent colored white stringy, tensile strength of 11.76 MPa, percent extension of 13.28%, the solubility of 72.08%. This film can be degraded during 5 weeks.*

Keywords: *biodegradable film, nata de cassava, sorbitol*

Abstrak

Sebuah penelitian tentang proses produksi biodegradable film dari nata de cassava dengan perlakuan konsentrasi sorbitol sebagai plastisizer 0% (S0), 3% (S1), 6% (S2), 9% (S3), 12% (S4) dan 15% (S5) menggunakan Rancangan Kelompok Acak Lengkap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi terbaik yaitu sorbitol 9%, dengan hasil penampakan visual yaitu berwarna transparan berserabut putih, kuat tarik sebesar 11,76 MPa, persen perpanjangan sebesar 13,28%, kelarutan sebesar 72,08%. Film dapat terdegradasi selama 5 minggu.

Kata kunci: *biodegradable film, nata de cassava, sorbitol*

How to Cite This Article: Hidayati, S., Zuidar, A.S., dan Ardiani, A., (2015), Aplikasi Sorbitol pada Produksi Biodegradable Film dari Nata De Cassava, Reaktor, 15(3), 196-204, <http://dx.doi.org/10.14710/reaktor.15.3.196-204>.

PENDAHULUAN

Plastik merupakan salah satu bahan yang digunakan sebagai pengemas yang bersifat tidak bisa di degradasi hayati (*non biodegradable*) di lingkungan karena mikroorganisme tidak mampu mengubah dan mensintesis enzim yang khusus untuk mendegradasi polimer berdasar petrokimia (Darni dkk., 2008). Beberapa bahan seperti polisakarida, protein dan lipid dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan biodegradable film sebagai pengemas (Tharanathan, 2003; Alves dkk., 2006; Vieira dkk., 2011).

Limbah cair tapioka ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan nata. Kandungan karbohidrat dalam limbah cair tapioka dapat digunakan oleh mikroorganisme sebagai pertumbuhannya, yaitu bakteri *Acetobacter xylinum* yang menggunakan limbah cair tapioka sebagai media pertumbuhannya untuk menghasilkan nata.

Komponen utama penyusun *nata de cassava* adalah polimer selulosa. Hal ini ditunjukkan oleh gugus fungsi karakteristik yaitu gugus-OH bebas, C-H alifatik, C-O, struktur cincin piran, dan ikatan β -1,4-glikosidik dan bersifat kristalin yang kaku (Pratomo dan Rohaeti, 2011). Selulosa bakteri memiliki keunggulan dimana kemurniannya yang tinggi dibanding dengan selulosa tanaman karena tidak mengandung lignin dan senyawa ekstrak lainnya, kekuatan tariknya yang tinggi, elastis, dan terbiodegradasi (Krystynowicz, 2001). *Biodegradable film* yang terbuat dari jenis polisakarida yang berasal dari tanaman seperti pati, selulosa, agar-agar dan karagenan serta polisakarida yang berasal dari hewan seperti kitin dan kitosan pada umumnya masih bersifat kaku dan rapuh sehingga belum dapat dimanfaatkan untuk pengemas sehingga perlu penambahan plasticizer (Zulferiyenni dkk., 2004; Suppakul dkk.,

2006; The dkk., 2009; Masclaux dkk., 2010; Yoon dkk., 2012).

Plasticizer umum digunakan dalam produksi film pati adalah air, gliserol, sorbitol, dan polihidroksi berat molekul rendah lainnya (Rindlav-Westling dkk., 1998; Talja dkk., 2007; Smith dkk., 2003; Aguirre dkk., 2013). Gliserol dan sorbitol banyak digunakan sebagai plasticizer karena stabilitas dan tidak beracun. Penambahan pemlastis dapat meningkatkan fleksibilitas dan permeabilitas terhadap uap air dan gas (Gontard dkk., 1993; Sobral dkk., 2001; Vieira dkk., 2011). Gliserol dan sorbitol merupakan *plasticizer* untuk mengurangi kerapuhan, meningkatkan fleksibilitas dan ketahanan film terutama jika disimpan pada suhu rendah. Mchugh dan Krochta (1994), menyatakan bahwa poliol seperti sorbitol dan gliserol adalah *plasticizer* berfungsi mengurangi ikatan hidrogen internal sehingga akan meningkatkan jarak intermolekul. Penggunaan sorbitol sebagai plasticizer diketahui lebih efektif, sehingga dihasilkan film dengan permeabilitas oksigen yang lebih rendah bila dibandingkan dengan menggunakan gliserol. Beberapa penelitian sebelumnya mengenai *biodegradable film* dengan bahan baku pati sorgum (Darni dan Utami, 2010), pati jagung (Dai dkk., 2015; Muscat dkk., 2012; Moreno dkk., 2013). Widyarningsih dkk. (2012) menunjukkan persentase strain atau elongation (kuat pemanjangan) terbesar pada film bioplastik berbahan dasar pati dari kulit pisang pada berbagai variasi komposisi yaitu pada perlakuan penambahan 0,4% kalsium karbonat dan 40% sorbitol. Penambahan sorbitol berbanding lurus dengan persentase *strain* atau *elongation*, artinya semakin besar penambahan sorbitol maka semakin besar nilai persentase *strain* atau *elongation* (Sanyang dkk., 2015). Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh konsentrasi sorbitol terhadap karakteristik *biodegradable film* dari nata de cassava.

METODE PENELITIAN

Perlakuan disusun dalam Rancangan Kelompok Teracak Sempurna (RKTS) faktor tunggal dengan empat ulangan. Faktor yang digunakan adalah konsentrasi sorbitol yang terdiri dari enam taraf yaitu 0% (S0), 3% (S1), 6% (S2), 9% (S3), 12% (S4), dan 15% (S5). Data diolah dengan analisis ragam untuk mendapatkan penduga ragam galat serta signifikansi untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antar perlakuan. Kesamaan ragam diuji dengan uji Barlet dan kemenambahan data diuji dengan uji Tukey. Data dianalisis lebih lanjut dengan uji BNT pada taraf 5%.

Bahan dan Alat

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah starter *Acetobacter xylinum*, air limbah cair ubi kayu dari perusahaan pengolahan tepung tapioka rakyat wilayah Natar, air, gula pasir, asam cuka 99,8% dari Pasar Koga Lampung, Zwavelzure Ammoniak (ZA), sorbitol, H₂SO₄ 1N,

NaOH dari CV Panca Mandiri, aquades dan bahan analisis lainnya.

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan *nata de cassava*

Pembuatan nata de cassava dilakukan dengan cara modifikasi dari Misgiyarti (2011) dan Jannah dkk. (2014) yaitu limbah cair tapioka sebanyak 750 ml direbus hingga mendidih selama 10 menit kemudian ditambahkan 2,5% (b/v), ZA 0,25% (b/v), dan asam asetat 1,125 ml dan diaduk hingga homogen sambil tetap dipanaskan selama 10 menit. Media yang sudah dipanaskan dituang ke dalam nampan dan ditutup dengan kertas dan didinginkan. Media yang telah dingin diinokulasikan starter *Acetobacter xylinum* 10% dan ditutup kembali dengan kertas. Inkubasi dilakukan selama 6 hari. *Nata de cassava* siap panen dan siap dijadikan bahan pembuatan *biodegradable film*.

Persiapan pembuatan *biodegradable film*

Nata de Cassava yang dihasilkan dilakukan perebusan dengan NaOH 1% selama 60 menit kemudian dicuci bersih dengan air dan dilakukan perebusan kembali dengan air. *Nata de cassava* direndam dengan air selama satu malam. Pembuatan bubur bioselulosa dilakukan dengan pemblenderan nata dengan perbandingan 500 gram nata ditambah 200 ml air. *Juice* bioselulosa dapat dijadikan stok bahan baku. Bubur bioselulosa yang akan digunakan terlebih dahulu dicuci dan disaring. Sebanyak 35 gram bioselulosa ditambahkan aquades sebanyak 15 ml serta sorbitol sesuai perlakuan dipanaskan dengan suhu 80°C selama 10 menit. Setelah dipanaskan siap untuk dicetak.

Metode Analisis

Pengamatan bahan baku yang dilakukan adalah pengamatan kadar selulosa nata dengan metode Chesson (1981). Satu gram bahan kering (berat konstan) di dalam gelas beker dan ditambahkan aquades 150 ml dan dipanaskan selama 2 jam di dalam penangas suhu 100°C. Bahan di dalam gelas beker dilakukan penyaringan dan pencucian dengan aquades sampai volume filtrat 300 ml. Residu yang diperoleh dikeringkan pada oven bersuhu 105°C hingga beratnya konstan (a) Residu kering dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml ditambahkan 150 ml H₂SO₄ 1N, kemudian dipanaskan pada penangas air 100 °C selama 1 jam. Setelah itu disaring dan dicuci dengan aquades sampai volume filtrat 300 ml. Residu dikeringkan hingga beratnya konstan dan ditimbang, (b) Residu kering dimasukkan (b) ke dalam erlenmeyer 250 ml dan tambahkan 10 ml H₂SO₄ 72% dan direndam selama 4 jam pada suhu kamar kemudian ditambahkan 150 ml H₂SO₄ 1 N (untuk pengenceran), panaskan pada penangas air suhu 100°C selama 2 jam dan disaring dan dicuci dengan aquades hingga volume filtrat 400 ml. Residu dikeringkan hingga beratnya konstan dan di timbang (c).

Perhitungan kadar selulosa sebagai berikut (Chesson, 1981).

$$\frac{b-c}{\text{berat sample}} \times 100\% \quad (1)$$

Uji kekuatan tarik (ASTM, 1993)

Uji kuat tarik diukur dengan Testing Machine MPY (Type: PA-104-30, Ltd Tokyo, Japan). Sebelum dilakukan pengukuran disiapkan lembaran film ukuran 2,5 x 15 cm dan dikondisikan di laboratorium dengan kelembaban (RH) 50% selama 48 jam. Instron diset pada initial grip separation 50 mm, *crosshead speed* 50 mm/ menit dan *loadcell* 50 kg. Kuat tarik ditentukan berdasarkan beban. Kekuatan tarik diukur dengan rumus :

$$\tau = \frac{F_{maks}}{A} \times \quad (2)$$

Uji persen pemanjangan (ASTM, 1993)

Uji persen pemanjangan diukur dengan Testing Machine MPY (Type: PA-104-30, Ltd Tokyo, Japan). Sebelum dilakukan pengukuran disiapkan lembaran sampel film ukuran 2,5 x 15 cm dan dikondisikan di laboratorium dengan kelembaban (RH) 50% selama 48 jam. Instron diset pada initial grip separation 50 mm, *crosshead speed* 50 mm/menit dan *loadcell* 50 kg. Persen pemanjangan dihitung pada saat film pecah atau robek. Sebelum dilakukan penarikan, panjang film diukur sampai batas pegangan yang disebut dengan panjang awal (l_0), sedangkan panjang film setelah penarikan disebut panjang setelah putus (l_1) dan dihitung persen perpanjangan dengan rumus yaitu:

$$\text{persen pemanjangan} = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \quad (3)$$

Uji kelarutan

Uji kelarutan plastik *biodegradable* dalam air dilakukan dengan cara memasukkan lembaran film plastik dengan ukuran 2x10 cm ke dalam bejana yang berisi air sambil diaduk secara manual. Kelarutan dalam air dinyatakan persentase bagian film yang larut dalam air setelah perendaman selama satu minggu (Gontard dkk., 1992).

$$\text{persen kelarutan} = \frac{(a-(c-b))}{a} \times 100\% \quad (4)$$

Uji biodegradabilitas

Uji biodegradabilitas dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan sampel film plastik sampai mengalami degradasi. Uji biodegradabilitas yang dipilih dengan menggunakan tanah sebagai pembantu proses degradasi atau yang disebut dengan teknik *soil burial test* (Subowo dan Pujiastuti, 2003). Sampel berukuran 4x1 cm² ditempatkan dan ditanam dalam pot yang telah terisi tanah, sampel dibiarkan terkena udara terbuka tanpa ditutupi kaca. Pengamatan terhadap sampel dilakukan dalam rentang waktu seminggu sekali hingga sampel mengalami degradasi secara sempurna atau lembaran

bioplastik tidak terlihat lagi atau menyatu dengan tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

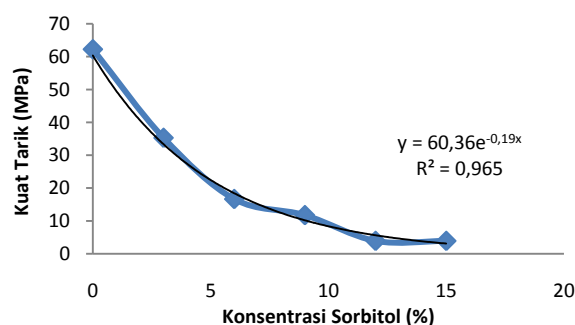
Penampakan Visual Biodegradable Film

Penampakan visual *biodegradable film* yang dihasilkan pada penelitian ini disajikan pada Gambar 1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada perlakuan penambahan sorbitol 12% (S4) dan 15% (S5) terlihat lebih transparan. Penambahan sorbitol 0% warna *biodegradable film* yang dihasilkan yaitu berwarna putih. Hal ini diduga karena masih adanya kandungan pati pada air limbah singkong.

Penampakan visual dari *biodegradable film* yang dihasilkan menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi sorbitol yang ditambahkan maka *biodegradable film* yang dihasilkan semakin transparan. Hal ini diduga bahwa penambahan sorbitol dapat menyebabkan pati yang terkandung dapat tergelatinisasi secara sempurna. Selain itu disebabkan karena berkurangnya ikatan hidrogen (gugus hidroksil) pada pati. Menurut Mochtar (2001) sorbitol memiliki kemampuan untuk mengurangi ikatan hidrogen. Adanya penambahan sorbitol pada pembuatan *biodegradable film* akan mengurangi ikatan hidrogen pada pati sehingga warna yang dihasilkan akan terlihat semakin transparan.

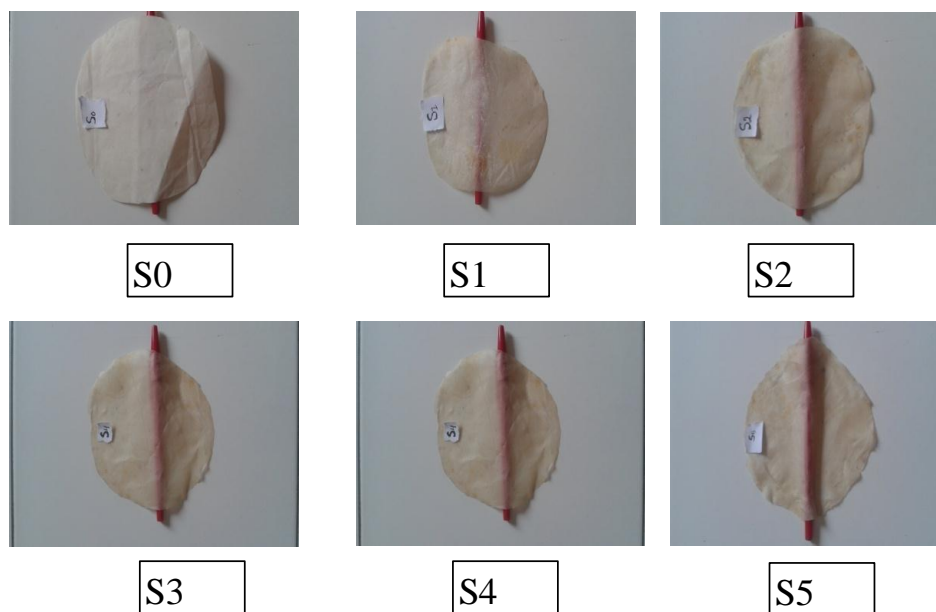
Kuat Tarik

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi sorbitol berpengaruh nyata terhadap kuat tarik *biodegradable film*. Hasil uji lanjut BNT pada taraf 5% menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sorbitol 0% berbeda nyata dengan perlakuan penambahan sorbitol 3%, 6%, 9%, 12%, dan 15%. Sedangkan perlakuan penambahan sorbitol 12%, dan 15% tidak berbeda nyata. Peningkatan konsentrasi sorbitol dapat menurunkan kuat tarik *biodegradable film* (Gambar 2).



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi sorbitol terhadap kuat tarik *biodegradable film* dari *nata de cassava*

Menurut Lai dkk. (1997) dan Cheng dkk. (2006) melaporkan bahwa *plasticizer* dapat mengurangi ikatan hidrogen internal molekul dan menyebabkan melemahnya gaya tarik intermolekul rantai polimer yang berdekatan sehingga mengurangi daya regang putus.



Gambar 1. Penampakan visual biodegradable film dengan penambahan sorbitol: (S0) *biodegradable film* dengan sorbitol 0%, (S1) *biodegradable film* dengan sorbitol 3%, (S2) *biodegradable film* dengan sorbitol 6%, (S3) *biodegradable film* dengan sorbitol 9%, (S4) *biodegradable film* dengan sorbitol 12%, (S5) *biodegradable film* dengan sorbitol 15%

Hal ini menyebabkan molekul-molekul *plasticizer* dapat mengurangi energi yang dibutuhkan molekul untuk melakukan suatu pergerakan (mudah bergerak) sehingga kekakuannya menurun yang menyebabkan menurunnya kekuatan tarik (Suppakul dkk., 2006). Pengaruh *plasticizer* pada pengurangan mekanik dilaporkan oleh beberapa peneliti (Cuq dkk., 1997; Gontard dkk., 1993; McHugh dan Krochta, 1994). Selain itu, sorbitol bersifat hidrofilik (mampu mengikat air) dan melunakkan permukaan *film* sehingga penambahan konsentrasi sorbitol menyebabkan menurunnya nilai kuat tarik *biodegradable film*. Adanya *plasticizer* sorbitol maka molekul *plasticizer* akan mengganggu kekompakan pati, *plasticizer* akan menurunkan interaksi intermolekul dan meningkatkan mobilitas polimer (Rodriguez dkk., 2006). Seiring dengan peningkatan konsentrasi sorbitol juga menyebabkan peningkatan elongasi dan penurunan kuat tarik. Penambahan *plasticizer* mampu mengurangi kerapuhan dan meningkatkan fleksibilitas film polimer dengan cara mengganggu ikatan hidrogen antara molekul polimer yang berdekatan sehingga kekuatan tarik-menarik intermolekul rantai polimer menjadi berkurang. Mekanisme proses *plasticizer* polimer sebagai akibat penambahan *plasticizer* berdasarkan Di Gioia dan Guilbert (1999), yaitu melalui adsorpsi, pemecahan, difusi, pemutusan pada bagian amorf, dan pemotongan struktur.

Nilai kuat tarik yang dihasilkan kemudian dibandingkan dengan nilai kuat tarik plastik sintetik dari *Dotmar Engineering Plastics Product*. Nilai kuat tarik dengan perlakuan penambahan sorbitol 0% yaitu

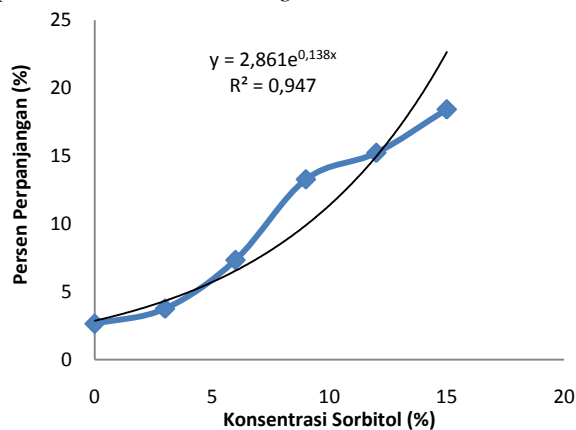
sebesar 62,22 Mpa mendekati dengan kuat tarik plastik jenis PC Polycarbonate (Safeguard Hardcoat XX dan Safeguard) yaitu sebesar 65 Mpa. Kuat tarik *biodegradable film* dengan konsentrasi sorbitol 3% yaitu sebesar 35,28 Mpa mendekati dengan kuat tarik plastik jenis PTFE Polytetrafluoroethylene (Tetco V) yaitu sebesar 36 Mpa. Kuat tarik *biodegradable film* dengan konsentrasi sorbitol 6% yaitu sebesar 16,66 Mpa mendekati dengan kuat tarik plastik jenis PTFE Polytetrafluoroethylene (Tetron GR) yaitu sebesar 16,5 Mpa dan untuk kuat tarik *biodegradable film* dengan konsentrasi sorbitol 9% sebesar 11,76 Mpa dapat masuk dalam kategori plastik Polytetrafluoroethylene (Tetron LG). Sedangkan untuk kuat tarik *biodegradable film* dengan konsentrasi sorbitol 12% dan 15% tidak termasuk dalam kategori kuat tarik plastik sintetik sehingga tidak dapat dimanfaatkan.

Persen Pemanjangan

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan hasil bahwa konsentrasi sorbitol berpengaruh nyata terhadap persen perpanjangan *biodegradable film*. Hasil uji lanjut BNT pada taraf 5% menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sorbitol pada konsentrasi 15% berbeda nyata dengan semua perlakuan (0%, 3%, 6%, 9%, dan 12%). Peningkatan sorbitol menghasilkan nilai persen pemanjangan lebih besar (Gambar 3).

Peningkatan persen perpanjangan terjadi karena *plasticizer* mampu mengurangi kerapuhan dan meningkatkan fleksibilitas film polimer dengan cara mengganggu ikatan hidrogen antara molekul polimer

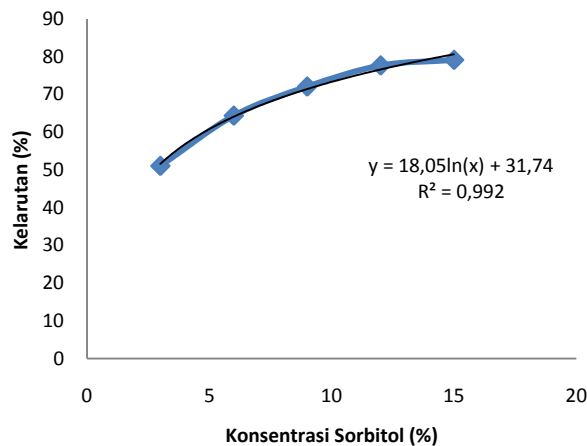
yang berdekatan sehingga kekuatan tarik-menarik intermolekul rantai polimer menjadi berkurang (Guilbert, 1986; McHugh dkk., 1994; Laohakunjit dan Noomhorm, 2004; McHugh dan Krochta (1994), menyatakan bahwa poliol seperti sorbitol dan gliserol adalah *plasticizer* yang cukup baik untuk mengurangi ikatan hidrogen internal sehingga akan meningkatkan jarak intermolekul. Matriks dalam film *biodegradable* menjadi kurang padat dan memungkinkan terjadinya pergerakan rantai polimer ketika film diberi tekanan. Perubahan yang terjadi pada struktur mikro pati ini mendorong masuknya *plasticizer* ke dalam matriks pati. Sebagai *plasticizer*, sorbitol yang sudah masuk ke dalam molekul pati selanjutnya menurunkan interaksi antar molekul pati (kohesi) dengan membentuk ikatan hidrogen antara gugus hidroksil dalam molekul pati dengan molekul sorbitol sehingga menyebabkan peningkatan fleksibilitas *biodegradable* film dan meningkatkan nilai persen pemanjangan (Laohakunjit dan Noomhorm, 2004). Selain itu, sorbitol merupakan senyawa yang bersifat hidrofilik sehingga dapat melunakkan bahan dan mengakibatkan peningkatan persen perpanjangan. Penurunan persen pemanjangan menyebabkan *biodegradable* film mudah putus apabila terkena gaya (Mali dkk., 2004; Sobral dkk., 2001). Menurut Widyaningsih dkk., (2012), penambahan sorbitol berbanding lurus dengan persentase *strain* atau *elongation* artinya semakin besar penambahan sorbitol maka semakin besar nilai persentase *strain* atau *elongation*.



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi sorbitol terhadap persen perpanjangan *biodegradable* film dari *nata de cassava*

Kelarutan

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi sorbitol berpengaruh nyata terhadap kelarutan *biodegradable* film. Uji lanjut BNT pada taraf 5% menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sorbitol 9% tidak berbeda nyata dengan perlakuan penambahan sorbitol 12%, dan 15% dan berbeda nyata dengan perlakuan penambahan sorbitol 0%, 3%, dan 6%. Peningkatan konsentrasi sorbitol mempengaruhi peningkatan kelarutan (Gambar 4).



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi sorbitol terhadap kelarutan *biodegradable* film dari *nata de cassava*

Selulosa memiliki tiga gugus hidroksil sehingga memungkinkan selulosa untuk membentuk banyak ikatan hidrogen. Banyaknya ikatan hidrogen ini menyebabkan kekakuan dan gaya antar rantai yang tinggi sehingga selulosa tidak larut dalam air. Namun dengan penambahan sorbitol mampu menurunkan gaya intermolekuler pada *biodegradable* film sehingga nilai kelarutannya bertambah. Sorbitol merupakan senyawa yang dapat larut sempurna dalam air sehingga semakin tinggi konsentrasi sorbitol maka semakin tinggi pula nilai kelarutannya. Sobral dkk. (2001) melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi *plasticizer* meningkatkan kadar air dari film karena higroskopis yang tinggi antara makromolekul yang berdekatan. Penambahan *plasticizer* pada larutan film selain dapat meningkatkan fleksibilitas film juga dapat meningkatkan permeabilitas film (Parris dkk., 1995), sehingga air lebih mudah mendifusi dalam film. Penambahan sorbitol pada film meningkatkan kelarutan dalam air. Hal ini karena sorbitol memiliki sifat hidrofil. Menurut Bourtoom (1998), jenis dan konsentrasi dari *plasticizer* yang digunakan akan memberikan pengaruh terhadap kelarutan dari film berbahan dasar pati. Semakin banyak penggunaan *plasticizer* maka akan meningkatkan kelarutan.

Biodegradabilitas

Uji biodegradabilitas dilakukan untuk mengetahui tingkat ketahanan *biodegradable* film terhadap mikroba pengurai, kelembaban tanah, suhu, dan faktor fisiko kimia yang terdapat pada tanah. Hasil uji biodegradabilitas menunjukkan bahwa *biodegradable* film dari *nata de cassava* dengan perlakuan konsentrasi sorbitol yang ditumbun dalam tanah dapat terdegradasi setelah dilakukan penimbunan dalam tanah selama lima minggu yang ditandai dengan kerusakan lembaran *biodegradable* film. Metode yang digunakan adalah metode *soil burial test* (Subowo dan Pujiastuti, 2003) yaitu dengan metode penanaman sampel dalam tanah. Sampel berupa film bioplastik ditanamkan pada tanah yang ditempatkan dalam pot dan diamati per-hari atau perminggu sampai terdegradasi secara sempurna

Analisis biodegradasi film plastik dilakukan melalui pengamatan film secara visual. Gambar 5 menunjukkan penampakan visual *biodegradable film* pada minggu ke-0 yang terlihat masih utuh 100% dan belum mengalami kerusakan secara visual tetapi telah mengalami kerusakan tekstur yaitu menjadi lebih lunak dan mulai ditumbuhi jamur pada minggu pertama dan kedua. Sedangkan pada minggu ke lima setelah dilakukan penggalian, hasil pengamatan menunjukkan bahwa *biodegradable film* telah terdegradasi sempurna ditandai dengan tidak adanya sampel biodegradable film di dalam tanah dan diduga sudah menjadi humus.

Biodegradable film yang dihasilkan bersifat mudah terurai hal itu disebabkan karena bahan baku yang digunakan adalah bahan baku yang mudah berinteraksi dengan air dan mikroorganisme serta sensitif terhadap pengaruh fisiko kimia. Kecepatan biodegradasi tergantung pada temperatur (50-60°C)

kelembaban, jumlah dan tipe mikroba. Biodegradasi berjalan cepat jika ketiga persyaratan tersebut terpenuhi. Hasil penelitian Pratomo dan Rohaeti, (2011) memperlihatkan bahwa pada proses biodegradasi *biodegradable* dari nata de cassava terjadi pemutusan ikatan pada ikatan β -1,4-glikosidik sehingga molekul selulosa terurai kembali menjadi molekul glukosa secara bertahap. Menurut Surdia (2000), degradasi polimer digunakan untuk menyatakan perubahan fisik akibat reaksi kimia yang mencakup pemutusan ikatan dalam tulang punggung dari makro molekul. Reaksi degradasi kimia dalam polimer linier menyebabkan turunnya reaksi degradasi kimia dalam polimer linier menyebabkan turunnya berat molekul atau pemendekan panjang rantai. Hasil uji mikroskop dengan perbesaran 400x menunjukkan adanya pertumbuhan jamur pada *biodegradable film* yang mengalami proses degradasi (Gambar 6)



Pengamatan Minggu ke-0



Pengamatan Minggu ke 1



Pengamatan Minggu ke 2



Pengamatan Minggu ke 3

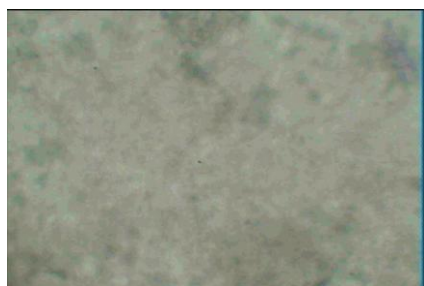


Pengamatan Minggu ke-4

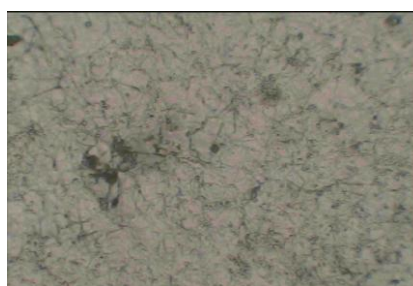


Pengamatan Minggu ke-5

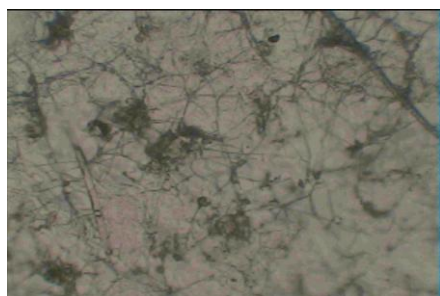
Gambar 5. Pengamatan *bioegradable film*



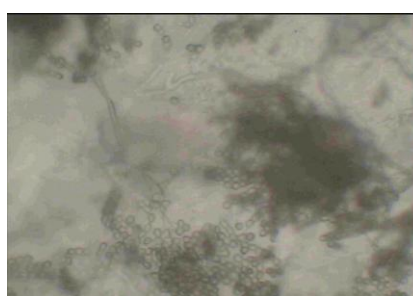
Hasil degradasi pada minggu 1



Hasil degradasi pada Minggu ke 2



Hasil degradasi pada Minggu ke 3



Hasil degradasi pada Minggu ke 4

Gambar 6. Mikrostruktur hasil biodegradasi pada produk *biodegradable film* dari nata de cassava (perbesaran 400x)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa penambahan berbagai konsentrasi sorbitol berpengaruh nyata terhadap penampakan visual, kuat tarik, persen perpanjangan, dan kelarutan. Hasil perlakuan terbaik diperoleh pada konsentrasi sorbitol 9%, dengan hasil penampakan visual yaitu berwarna transparan berserabut putih, kuat tarik sebesar 11,76 MPa, persen perpanjangan sebesar 13,28%, kelarutan sebesar 72,08%, dan dapat terdegradasi selama 5 minggu.

DAFTAR NOTASI

- τ : Kekuatan tarik (Mpa)
F maks : Gaya kuat tarik (N)
A : Luas Penampang (mm^2)
 L_0 : panjang awal
 l_1 : panjang setelah putus
a : berat sampel awal (g)
b : berat kertas saring (g)
c : berat kering kertas saring dan sampel (g)

DAFTAR PUSTAKA

Aguirre, A., Borneo, R., and León, A.E., (2013), Properties of triticale protein films and their relation to plasticizing–antiplasticizing effects of glycerol and sorbitol, *Industrial Crops and Products*, 50, pp. 297-303.

American Standard Testing Methods (ASTM), (1993), *Standard Practice For Conditioning Plastics and*

Electrical Insulating Materials Fortesting, Philadelphia, pp. 146-148.

Alves, V., Costa, N., Hilliou, L., Laratonda, F., Goncalves, M., Sereno, A., and Coelho, I., (2006), Design Of Biodegradable Composite Film Food Packaging, *Desalination*, 199(1-3), pp. 331-333.

Bourtoom, T., (1998), Plasticizer Effect On The Properties Of Biodegradable Blend Film From Rice Starch-Chitosan, *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 30(1), pp. 149-165.

Cheng, L.H., Abdkarim, A., Norziah, M.H., Fazilah, A., and Seow, C.C., (2006), Modification of The Microstructural and Physical Properties of Konjac Glucomannan-Based Films by Alkali and Sodium Carboxymethylcellulose, *Journal of Food Science*, 2(2), pp. 62-71.

Chesson, A., (1981). Effects of Sodium Hydroxide On Cereal Straws In Relation to The Enhanced Degradation of Structural Polysaccharides by Rumen Microorganisms, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 32, pp. 745-758.

Cuq, B., Gontard, N., Aymard, C., and Guilbert, S., (1997), Relative Humidity and Temperature Effects on Mechanical and Water Vapor Barrier Properties of Myofibrillar Protein-Based Films, *Polymer gels and networks*, 5(1), pp. 1-15.

Dai, L., Qiu, C., Xiong, L., and Sun, Q., (2015), Characterisation of corn starch-based films reinforced

- with taro starch nanoparticles, *Food Chemistry*, 174, pp. 82-88.
- Darni, Y., Chici, A., and Sri, I.D., (2008), Sintesa Bioplastik dari Pati Pisang dan Gelatin dengan Plasticizer Gliserol, *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II*, Universitas Lampung, Bandar Lampung, III, pp. 9-20.
- Darni, Y. dan Utami, H., (2010), Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobitas Bioplastik dari Pati Sorgum, *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 7 (4), pp. 88-93.
- Di Gioia, L. and Guilbert, S., (1999), Corn Protein-Based Thermoplasticresins: Effect of Some Polar and Amphiphilic Plasticizers, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 47, pp. 1254-1261.
- Gontard, N., Guilbert, S., and Cuq, J. L., (1993), Water And Glycerol as Plasticizers Affect Mechanical and Water Vapor Barrier Properties of An Edible Wheat Gluten Film, *Journal of Food Science*, 58, pp. 206-211.
- Gontard, N., Guilbert, S., and Cuq, J.L., (1992), Edible Wheat Gluten Films: Influence Of Main Process Variables On Film Properties Using Response Surface Methodology, *Journal of Food Science*, 57, pp. 190-195.
- Jannah, M., Ratnawulan, dan Gusnedi, (2014), Analisis Penambahan Gula Jagung Terhadap Karakteristik dan Degradasi Plastik *Biodegradable* Air Pati Ubi Kayu (*Manihot utilisima*), *Pillar of Physics*, 1, pp. 81-88.
- Krystynowicz, (2001), Biosynthesis of Bacterial Cellulose and Its Potential Application In The Different Industries. Diakses tanggal 1 April 2015. Dari: <http://www.biotechnology.pl.com/science/krystynomcz.htm>.
- Lai, H.M., Padua, G.W., and Wei, L.S., (1997), Properties and Micro Structure of Zein Sheets Plastisized with Palmitic and Stearic Acids, *Cereal Chemistry*, 74(1), pp. 83-90.
- Laohakunjit, N. and Noomhorm, A., (2004), Effect of Plasticizers on Mechanical and Barrier Properties of Rice Starch Film, *Starch*, 56, pp. 348-356.
- Masclaux, C., Gouanvé, F., and Espuche, E., (2010), Experimental and modelling studies of transport in starch nanocomposite films as affected by relative humidity, *Journal of Membrane Science*, 363(1-2), pp. 221-231.
- McHugh, T.H. and Krochta, J.M., (1994), Sorbitol vs Glycerol Plasticized Whey Protein Edible Film : Integrated Oxygen Permeability and Tensite Property Evaluation, *Journal Agriculture and Food Chemistry*, 2(4), pp. 841-845.
- McHugh, T.H., Aujard, J.F., and Krochta, J.M., (1994), Plasticized Whey Protein Edible Films: Water Vapor Permeability Properties, *Journal of Food Science*, 59, pp. 416-419.
- Misgiyarti, (2011), Pemanfaatan Limbah Cair Produksi Pati Kasava sebagai Substrat Pembuatan Nata De Cassava, *Badan Litbang Pertanian*, Edisi 18-24, No. 3404 Tahun XLI, pp. 11-16.
- Mochtar, (2001), Quality Of Basic Oleochemicals Produced In Malaysia, *Inform*, 12, pp. 529-536.
- Mali, S., Grossmann, M.V.E., Garcí'a, M.A., Martino, M.M., and Zaritzky, N.E., (2004), Barrier, Mechanical and Optical Properties of Plasticized Yam Starch Films, *Carbohydrate Polymers*, 56, pp. 129-135.
- Moreno, O., Pastor, C., Muller, J., Atarés, L., González, C., and Chiralt, A., (2013), Physical and bioactive properties of corn starch-Buttermilk edible films, *Journal of Food Engineering*, 141, pp. 27-36.
- Muscat, D., Adhikari, B., Adhikari, R., and Chaudhary, D.S., (2012), Comparative study of film forming behaviour of low and high amylose starches using glycerol and xylitol as plasticizers, *Journal of Food Engineering*, 109, pp. 189-201.
- Parris, N., Coffin, D.R., Joubran, R.F., and Pessen, H., (1995), Composition Factors Affecting The Water Vapor Permeability and Tensile Properties of Hydrophilic Films, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, pp. 1432-1435.
- Pratomo, H. dan Rohaeti, E., (2011). Bioplastik Nata De Cassava Sebagai Bahan Edible Film Ramah Lingkungan, *Jurnal Penelitian Saintek*, 16 (2), pp. 172-190.
- Rindlav-Westling A, Stading, M, Hermansson, A.M, Gatenholm, P., (1998), Structure, Mechanical and Barrier Properties of Amylose and Amylopectin Films, *Carbohydrate Polymers*, 36, pp. 217-224.
- Rodriguez, M., Osés, J., Ziani, K., and Mate, J.I., (2006), Combined Effect Of Plasticizer And Surfactants On The Physical Properties Of Starch Based Edible Films, *Journal of Food Research International*, 39, pp. 840-846.
- Smith, A.L.M., Kruskamp, P.H., van Soest, J.J.G., and Vliegthart, J.F.G., (2003), Interaction between dry starch and plasticisers glycerol or ethylene glycol, measured by differential scanning calorimetry and solid state NMR spectroscopy, *Carbohydrate Polymers*, 53, pp. 409-416.

- Sanyang, M.L., Sapuan, S.M., Jawaid, M., Ishak, M.R., and 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), pp. 1106-1124.
- Sobral, P.J.A., Menegalli, F.C., Hubinger, M.D., and Roques, M.A., (2001), Mechanical, Water Vapor Marrier and Thermal Properties of Gelatin Based Edible Films, *Food Hydrocolloids*, 15(6): 423-432.
- Subowo, W.S dan Pujiastuti, S., (2003), Plastik Yang Terdegradasi Secara Alami (Biodegradable) Terbuat Dari LDPE Dan Pati Jagung Terlapis, *Prosiding Simposium Nasional Polimer IV*, Bandung, Pusat Penelitian Informatika-LIPI, pp. 203-208.
- Suppakul, P., Chalernsook, B., Ratisuthawat, B., Prapasitthi, S., and Munchukangwan, K., (2006), Plasticizer and Relative Humidity Effects on Mechanical Properties of Cassava Flour Films, *The 15th IAPRI World Conference on Packaging*; Tokyo, Japan, pp. 433-437.
- Surdia, N.M., (2000), Degradasi Polimer, *Majalah Polimer Indonesia*, 3 (1), pp. 20-21.
- Talja, R.A., Helén, H., Roos, Y.H., and Jouppila, K., (2007), Effect of various polyols and polyol contents on physical and mechanical properties of potato starch-based films, *Carbohydrate Polymers*, 67, pp. 288-295.
- Tharanathan, R.N., (2003), Biodegradable Film And Composite Coatings: Past, Present And Future, *Food Science & Technology*, 14(3), 71-78.
- The, D.P., Debeaufort, F., Voilley, A., and Luu, D., (2009), Biopolymer Interactions Affects The Functional Properties of Edible Film Based on Agar, Cassava Starch, and Arabinoxylan Blends, *Journal of Food Engeneering*, 90 (4), 548-558.
- Vieira, M.G.A., Silva, M.A.D., Santos, L.O.D., and Beppu, M.M., (2011), Natural Based Plasticizer and Biopolymer Film: A Review, *European Polymer Journal*, 47(3), pp. 254-263.
- Widyaningsih, S., Dwi K., dan Yuni T.N., (2012), Pengaruh Penambahan Sorbitol dan Kalsium Karbonat Terhadap Karakteristik dan Sifat Biodegradasi Film dari Pati Kulit Pisang, *Molekul*, 7(1), pp. 69-81.
- Yoon, S.D., Park, M.H., and Byun, H.S., (2012). Mechanical and water barrier properties of starch/PVA composite films by adding nano-sized poly(methyl methacrylate-co-acrylamide) particles, *Carbohydrate Polymers*, 87(1), pp. 676-686.
- Zulferiyenni, Hanum, T., dan Suharyono, A.S., (2004), Pemurnian Selulosa Nanas Untuk Bahan Dasar Pembuatan Film Selulosa, *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*,. 4(1): 55-62.