

PEMBUATAN FILM *BIODEGRADABLE* DARI PATI BIJI CEMPEDAK DAN *CARBOXY METHYL CELLULOSE* DENGAN PENAMBAHAN GLISEROL

THE MANUFACTURE OF *BIODEGRADABLE FILM* FROM *CEMPEDAK SEED STARCH* AND *CARBOXY METHYL CELLULOSE* WITH THE ADDITION OF *GLYCEROL*

Samuel Elean *, Chairul Saleh, Noor Hindryawati

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman
Jalan Barong Tongkok, Kampus Gn. Kelua, Samarinda 75123, Kalimantan Timur, Indonesia

*E-mail: samuel.elean95@gmail.com

Received: 21 August 2018, Accepted: 25 August 2018

ABSTRACT

This research about the manufacture of biodegradable film from cempedak (*Artocarpus champeden sp.*) seed starch and CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) as well as with the addition of glycerol as a *plasticizer* has been studied. The purpose of this research are to knowing the concentration of glycerol which have the best of tensile strength, percent elongation, water uptake and biodegradability and knowing the characteristic of biodegradable film produced. In this research the ratio of starch: CMC used is 7:3 while the concentration glycerol is added 10%, 20%, 30% and 40% from the weight of starch. The result of the best concentration of glycerol is glycerol 10%. Glycerol 10% produce a film with 19.62 N/mm² of tensile strength, 4.98% of percent elongation, 54.33% of water uptake and 39.96% of degradation in 2 days with degradability 24.9 mg/day. Biodegradable film characterized by using FT-IR, analysis result of functional groups showing there are alcohol (O-H) and eter (C-O) groups which indicates that the film is biodegradable.

Keywords: *Biodegradable Film, Cempedak Seed Starch, Plasticizer Glycerol, CMC*

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan kita sehari-hari tidak lepas dari penggunaan plastik, di antaranya yaitu banyak digunakan sebagai *packaging* seperti *lunch box*, botol, kantong plastik dan berbagai macam jenis kemasan lainnya [1]. Plastik mempunyai sifat yang ringan, relatif kuat dan harganya pun murah sehingga banyak digunakan dalam berbagai keperluan yaitu dalam kehidupan sehari-hari [2]. Namun di samping itu semua, plastik merupakan salah satu bahan yang sulit untuk terurai dan tidak ramah lingkungan [3]. Hal ini mengingat besarnya limbah yang dihasilkan dari sampah plastik, maka penggunaan plastik harus diperhatikan karena dampaknya terhadap lingkungan [4].

Sampai saat ini telah dilakukan berbagai macam upaya dan inovasi untuk mengatasi permasalahan sampah plastik, diantaranya yaitu dengan melakukan proses daur ulang sampah plastik dan teknologi pengolahan sampah plastik [5-8]. Saat ini telah banyak berkembang penggunaan kemasan yang ramah lingkungan yaitu kemasan yang mudah terurai atau film *biodegradable* [9].

Bahan dasar pembuatan film *biodegradable* dapat berasal dari sumber daya alam yang dapat

diperbaharui (*renewable resources*) yaitu dari hewan (kitosan) dan dari tumbuhan (pati dan selulosa) [10]. Biji cempedak diketahui mengandung pati yang cukup tinggi yaitu sekitar 36,7%. Kandungan pati pada biji cempedak yang cukup tinggi ini memungkinkan dapat digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan plastik *biodegradable* dan juga ketersediaannya di sekitar kita cukup melimpah serta mudah didapatkan di seluruh wilayah Indonesia [2].

METODOLOGI PENELITIAN

Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah gelas kimia, erlenmeyer, pisau, blender, neraca analitik, batang pengaduk, spatula, desikator, pipet tetes, pinset, cetakan plastik, termometer, mikrometer sekrup, *hot plate with magnetic stirrer*, tiang statif, ayakan 100 mesh, *universal testing machine* (UTM) dan Spektrofotometer FT-IR.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan antara lain pati biji cempedak (*Artocarpus champeden sp.*), kertas

label, tissue, akuades, iodine (I_2), CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*), dan gliserol.

Prosedur Penelitian

Persiapan bahan baku

Perlakuan awal yang dilakukan adalah pencucian biji cempedak dengan menggunakan air dan pengelupasan kulit biji. Selanjutnya dipotong-potong biji cempedak dengan ketebalan 1-5 mm agar luas permukaan biji cempedak tidak terlalu besar sehingga akan memudahkan pada saat di blender [7]. Biji cempedak selanjutnya dihancurkan menggunakan blender dengan perbandingan 2 kg bahan : 2 L air sehingga menghasilkan bubur yang kemudian disaring dengan menggunakan kain saring untuk memisahkan pati dan ampasnya. Setelah itu mengekstraksi kembali ampas yang diperoleh dari proses penyaringan pertama dengan penambahan air (2 kg ampas : 2 L air) kemudian menyaring kembali untuk mendapatkan pati. Selanjutnya filtrat yang didapatkan didiamkan selama 12 jam, pati yang terbentuk selanjutnya dikeringkan di bawah sinar matahari langsung sampai kering kemudian pati dihaluskan lagi dengan cara di blender dan diayak dengan menggunakan ayakan 100 mesh [4].

Uji amilum

Larutan pati 1% sebanyak 5 tetes dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditetesi dengan larutan iodine (I_2) sebanyak 2 tetes. Perubahan warna menjadi biru menunjukkan sampel mengandung amilosa dan warna merah atau ungu mengandung amilopektin [8].

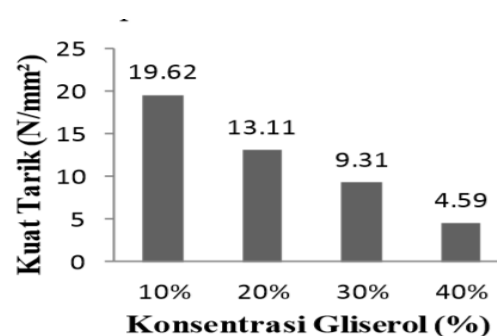
Pembuatan film *biodegradable*

Pertama-tama dibuat larutan CMC dengan melarutkan 3 gram CMC ke dalam 60 mL akuades dan dipanaskan pada suhu $60^{\circ}C$ selama 10 menit kemudian dibuat larutan pati dengan melarutkan 7 gram pati biji cempedak ke dalam 140 mL akuades dan dipanaskan pada suhu $80^{\circ}C$ selama 10 menit dengan kecepatan pengadukan 300 rpm (rotasi per menit) setelah larutan pati homogen ditambahkan gliserol dengan konsentrasi yaitu (10, 20, 30 dan 40%) dan dipanaskan dengan menggunakan *hot plate with magnetic stirrer* pada suhu $80^{\circ}C$ selama 5 menit dengan kecepatan pengadukan 300 rpm. Setelah itu, ditambahkan larutan CMC kemudian diaduk lagi selama 15 menit sampai larutan sedikit mengental. Selanjutnya pindahkan larutan tersebut dari *hot plate with magnetic stirrer* dan diaduk kembali dengan menggunakan batang pengaduk selama 30 menit sampai suhu normal sekitar $25-30^{\circ}C$ agar kekentalan tetap terjaga. Setelah suhu larutan normal dituangkan ke dalam cetakan dan dikeringkan dalam oven pada suhu $60^{\circ}C$ selama 24

jam. Hasil cetakan kemudian di keluarkan dari oven dan didinginkan pada suhu ruang untuk selanjutnya dilakukan pengujian yang meliputi analisa FT-IR untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada film, uji kuat tarik, uji elongasi, uji persen air yang diserap dan uji biodegradabilitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji kuat tarik yang dilakukan pada film *biodegradable* digunakan sebagai parameter sifat mekanik dari film, di mana tergantung pada kekuatan bahan yang digunakan dalam pembuatan film *biodegradable*, sehingga nantinya dapat membentuk ikatan molekuler dalam jumlah yang banyak dan kuat. Tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai film tetap bertahan sebelum putus dan sobek merupakan hasil dari kuat tarik.



Gambar 1. Grafik konsentrasi gliserol terhadap kuat tarik dari film *biodegradable*

Berdasarkan gambar 1, dapat diketahui bahwa nilai kuat tarik yang terbaik dihasilkan oleh konsentrasi gliserol 10% dengan nilai kuat tarik sebesar $19,62 \text{ N/mm}^2$. Nilai kuat tarik berbanding terbalik dengan persen elongasi, pada konsentrasi gliserol 10% memiliki nilai kuat tarik yang tinggi tapi persen elongasinya rendah dikarenakan ikatan yang terjadi antara campuran bahan komposit penyusun film yaitu molekul pati, CMC dan gliserol cenderung rapat dan kompak yang menyebabkan film menjadi kuat sehingga film sulit untuk merenggang atau memanjang, hal ini tentunya akan berpengaruh pada rendahnya persen elongasi atau persentase perpanjangan film.

Nilai kuat tarik akan menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi gliserol yang ditambahkan. Penurunan nilai kuat tarik ini berkaitan dengan berkurangnya interaksi intermolekuler antara molekul pati. Hal ini dikarenakan dengan adanya gliserol yang menyisip di antara molekul pati akan memutuskan ikatan hidrogen internal antara molekul pati dengan membentuk ikatan hidrogen baru di antara molekul pati, yang menyebabkan jarak antara molekul pati

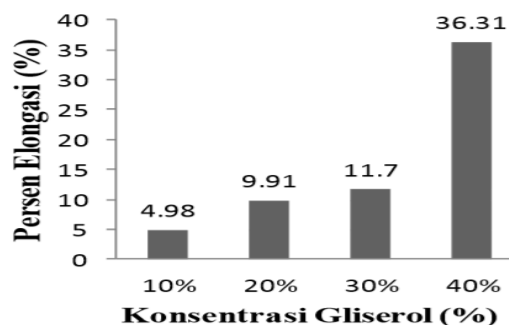
akan mengalami peningkatan yang tadinya rapat menjadi renggang.

Dengan adanya kerenggangan di antara molekul pati tersebut akan menyebabkan kekuatan ikatan molekul menjadi semakin lemah seiring dengan meningkatnya konsentrasi gliserol yang ditambahkan, sehingga gaya atau beban yang dibutuhkan untuk menarik dan memutuskan film tersebut juga semakin rendah atau mudah diputus. Faktor penting yang mempengaruhi sifat mekanik film adalah affinitas antara campuran bahan penyusunnya. Affinitas merupakan suatu fenomena atom atau molekul tertentu yang memiliki kecenderungan untuk bersatu dan juga berikatan, semakin meningkat affinitas maka akan semakin banyak terjadi ikatan antar molekul [6]. Menurut Darni, dkk (2009) plastik berbahan pati saja bersifat lebih elastis serta memiliki kuat tarik dan persen elongasi yang rendah pula [5]. Dalam hal ini penambahan CMC pada film yang dibuat diharapkan dapat meningkatkan nilai kuat tarik dari film yang dibuat. Hal tersebut dikarenakan adanya interaksi molekular antara pati dan CMC, yaitu ikatan hidrogen yang terjadi antara gugus hidroksil (OH) dari pati dengan gugus hidroksil (OH) dan karboksilat (COOH) dari CMC, sehingga akan menyebabkan terjadinya peningkatan ikatan hidrogen antara molekul pati dan CMC yang mengakibatkan kekuatan material menjadi semakin meningkat.

Uji persen elongasi atau persen pemanjangan saat putus (*elongation to break*) merupakan persen pertambahan panjang pada film *biodegradable* yang diukur mulai dari panjang awal saat mengalami penarikan hingga mengalami putus.

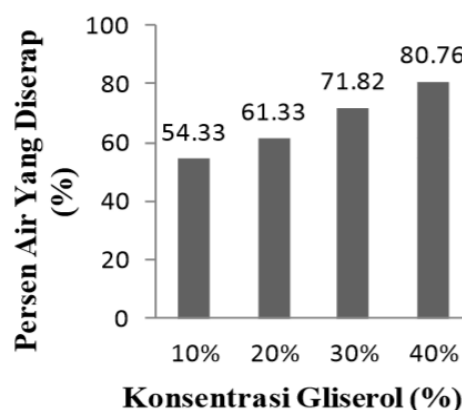
Berdasarkan gambar 2, dapat diketahui bahwa nilai persen elongasi yang tertinggi dihasilkan oleh konsentrasi gliserol 40% dengan nilai persen elongasi sebesar 36,31%, seperti yang diketahui nilai persen elongasi akan berbanding terbalik dengan nilai kuat tarik, yaitu semakin meningkatnya konsentrasi gliserol maka nilai kuat tarik yang dihasilkan semakin menurun, namun nilai persen elongasi nya akan semakin meningkat. Sehingga nilai persen elongasi yang terbaik bila merujuk pada nilai kuat tarik yang terbaik yaitu konsentrasi gliserol 10% dengan nilai persen elongasi sebesar 4,98%. Menurut Selpiana, dkk (2015) dengan penambahan gliserol akan mengurangi ikatan hidrogen pada molekul pati, sehingga jarak antara molekul biopolimer menjadi renggang. Dengan adanya kerenggangan di antara molekul biopolimer tersebut akan meningkatkan fleksibilitas film yang mengakibatkan nilai persen

elongasi akan meningkat [11]. Namun, penggunaan gliserol sebagai *plasticizer* harus disesuaikan, di mana jika konsentrasi gliserol terlalu tinggi maka akan memberikan efek negatif terhadap film yang dibuat, yaitu film yang dihasilkan akan mudah sobek karena sifat elastisitas dari film yang terlalu besar.



Gambar 2. Grafik konsentrasi gliserol terhadap persen elongasi dari film *biodegradable*

Uji persen air yang diserap, merupakan uji yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya serap film yang dihasilkan terhadap air, di mana air yang diserap film tersebut harus sangat sedikit atau dengan kata lain daya serap film tersebut terhadap air haruslah rendah, sehingga nantinya diharapkan dapat mempertahankan umur simpan produk yang dikemasnya.

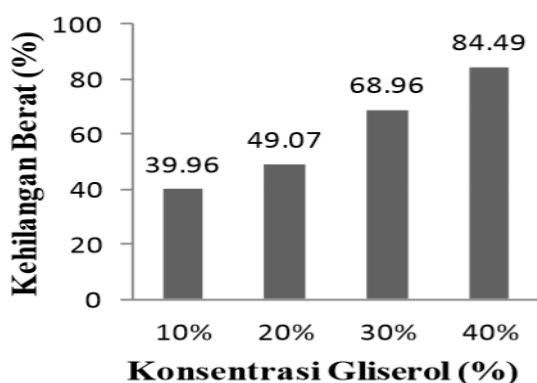


Gambar 3. Grafik konsentrasi gliserol terhadap nilai persen air yang diserap dari film *biodegradable*

Berdasarkan gambar 3, dapat diketahui bahwa nilai persen air yang diserap oleh film *biodegradable* biji cempedak yang terendah dihasilkan oleh konsentrasi gliserol 10% dengan nilai persen air yang diserap sebesar 54,33%. Untuk menghasilkan film yang baik, maka daya serap air pada film tersebut haruslah rendah. Dengan meningkatnya konsentrasi

gliserol yang ditambahkan, maka persen air yang diserap oleh film juga akan semakin meningkat. Hal ini dikarenakan adanya jumlah ruang kosong (*free volume*) yang semakin bertambah seiring dengan meningkatnya konsentrasi gliserol yang ditambahkan sehingga akan meningkatkan celah untuk dapat ditempati oleh molekul-molekul air [1].

Uji biodegradabilitas merupakan uji yang dimaksudkan untuk mengetahui biodegradabilitas film *biodegradable* yang dibuat dengan menggunakan metode yaitu *soil burial test* atau metode uji penguburan dalam tanah.



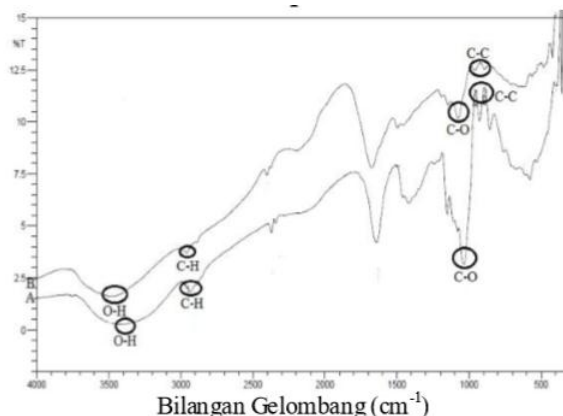
Gambar 4. Grafik konsentrasi gliserol terhadap biodegradabilitas dari film *biodegradable*

Berdasarkan gambar 4, diketahui bahwa nilai biodegradabilitas yang tertinggi dari film *biodegradable* biji cempedak dihasilkan oleh konsentrasi gliserol 40% dengan kehilangan berat sebesar 84,49% dalam waktu 2 hari, kemampuan degradasi suatu film akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi gliserol yang ditambahkan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Ardiansyah (2011) yang menyatakan bahwa, dengan adanya gugus hidroksil pada pati akan menginisiasi reaksi hidrolisis setelah mengabsorpsi air di dalam tanah. Ditambah lagi dengan adanya gliserol yang juga memiliki gugus hidroksil, sehingga semakin banyak konsentrasi gliserol yang ditambahkan, maka akan semakin cepat terjadinya reaksi hidrolisis. Reaksi hidrolisis menyebabkan film akan terdekomposisi ke dalam potongan-potongan kecil dan secepatnya akan menghilang di dalam tanah [3].

Menurut Septiosari, dkk (2014) kemampuan degradasi film berkaitan dengan kemampuan menyerap air. Artinya, semakin banyak kandungan air pada suatu material, maka semakin mudah untuk terdegradasi, di mana air merupakan media sebagian besar bakteri dan mikroba terutama yang berada di dalam tanah [12]. Selain itu, faktor lain yang

mempengaruhi kemampuan degradasi suatu film yaitu jenis tanah, jenis mikroba dan kelembaban [1].

Analisis gugus fungsi pada film *biodegradable* pati biji cempedak dapat dilihat pada gambar 5. Terlihat bahwa O-H alkohol yang terdapat pada bilangan gelombang 3400-an, C-H alkana pada 3000-2850 cm^{-1} , C-O eter pada 1100-1000 cm^{-1} dan C-C alkana pada 990-900 cm^{-1} .



Gambar 5. Perbandingan hasil spektra FT-IR pati biji cempedak-glisерol (A) dan gliserol 10% (B)

Dari gambar spektra FT-IR di atas apabila dibandingkan dengan hasil spektra FT-IR pada pati biji cempedak menunjukkan bahwa gugus-gugus fungsi film yang dihasilkan seperti O-H alkohol, C-H alkana, C-O eter dan C-C alkana sama dengan komponen penyusunnya yaitu pati, sehingga yang terjadi adalah proses *blending* secara fisika. Menurut Darni dan Herti (2010) dengan adanya gugus fungsi O-H alkohol dan gugus fungsi C-O eter pada film yang dibuat, mengindikasikan film tersebut memiliki kemampuan biodegradabilitas. Hal tersebut dikarenakan baik gugus O-H alkohol dan gugus C-O eter merupakan gugus-gugus yang sifatnya hidrofilik, sehingga dapat mengikat molekul-molekul air yang berasal dari lingkungan sekitar akibatnya mikroorganisme dapat memasuki matriks film dan membuat film terdegradasi [6].

KESIMPULAN

Konsentrasi gliserol yang terbaik pada pembuatan film *biodegradable* pati biji cempedak dan CMC dihasilkan oleh konsentrasi gliserol 10%. Gliserol 10% menghasilkan film *biodegradable* dengan nilai kuat tarik sebesar 19,62, persen elongasi 4,98%, persen air yang diserap 54,33% dan terdegradasi 39,96% dalam waktu 2 hari dengan degradabilitas 24,9 mg/hari. Analisa FT-IR menunjukkan adanya gugus O-H alkohol dan C-O

eter yang menandakan film yang dihasilkan mempunyai sifat *biodegradable*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anggarini, F. 2013. *Aplikasi Plasticizer Gliserol Pada Pembuatan Plastik Biodegradable dari Biji Nangka* (Skripsi). Universitas Negeri Semarang.
- [2] Anshari, H., Olenka, D dan Marliana, M. 2010. "Pemanfaatan Biji Cempedak Sebagai Alternatif. Pengganti Tepung Terigu Dengan Kualitas dan Gizi Tinggi". *PKM GT*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- [3] Ardiansyah, R. 2011. *Pemanfaatan Pati Umbi Garut Untuk Pembuatan Plastik Biodegradable* (Skripsi). Universitas Indonesia.
- [4] Aripin, S., Saing, B dan Kustiyah, E. 2017. "Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik Biodegradable Dari Pati Ubi Jalar Dengan Plasticizer Gliserol Dengan Metode Melt Intercalation". *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*. Vol. 06, No. 2, Maret 2017, 79-84.
- [5] Darni, Y., Herti, U dan Siti, N. A. 2009. "Peningkatan Hidrofobitas dan Sifat Fisik Plastik Biodegradable Pati Tapioka Dengan Penambahan Selulosa Residu Rumput Laut *Euchema spinosum*". *Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*. Lampung: Universitas Lampung.
- [6] Darni, Y dan Herti, U. 2010. "Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobitas Bioplastik dari Pati Sorgum". *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 7(4) : 88-93.
- [7] Fairus, Sirin, Haryono, Agrithia Miranthi dan Aris Aprianto. 2010. "Pengaruh Konsentrasi HCl dan Waktu Hidrolisis Terhadap Perolehan Glukosa Yang Dihasilkan Dari Pati Biji Nangka". *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*. Yogyakarta: Institut Teknologi Nasional.
- [8] Lapu, P dan Telussa, I. 2013. "Analisis Kandungan Pati Resisten Dari Beberapa Jenis Pati Sagu Di Maluku Dengan Variasi Suhu Pemanasan". *Indonesian Journal Of Chemical Science* 1 (6-14).
- [9] Sanjaya, I. G dan Puspita, T. 2009. "Pengaruh Penambahan Kitosan dan Plasticizer Gliserol Pada Karakteristik Plastik Biodegradable Dari Pati Limbah Kulit Singkong". *Jurnal Teknik Kimia FTI-ITS*.
- [10] Sari, L. 2016. *Pengaruh Temperatur Pengadukan Terhadap Karakteristik Plastik Biodegradable Dari Umbi Suweg (Amorphophallus campanulatus) Dengan Penambahan Gliserol Dan CMC (Carboxy Methyl Cellulose)* (Skripsi). Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- [11] Selpiana., Riansya, J. F dan Yordan, K. 2015. "Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Tepung Nasi Aking" Palembang: Universitas Sriwijaya.
- [12] Septiosari, A., Latifah dan Kusumastuti, E. 2014. "Pembuatan Dan Karakterisasi Bioplastik Limbah Biji Mangga Dengan Penambahan Selulosa Dan Gliserol". *Indo. J. Chem. Sci.* 3(2). 158-162.