

MODIFIKASI BIOPLASTIK BERBASIS PATI SAGU DENGAN ASAM SITRAT DAN *FILLER MICROCRYSTALLINE CELLULOSE (MCC)*

Cindy Oktaviani¹⁾, Khairat²⁾, Bahrudin²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia
Laboratorium Teknologi Bahan Alam dan Mineral
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Simpang Baru, Panam,
Pekanbaru, 28293
Email: cindyokt18@gmail.com

ABSTRACT

Bioplastic or biodegradable plastic is one of alternative replacement to conventional plastic that has the potential to harmful to the environment. One of the raw material that has the potential to be made into bioplastic is sago starch because it has ability to degraded. The general purpose of this research is to determine the characteristics of sago-based bioplastic by modified the citric acid, microcrystalline cellulose filler, plasticizer gliserol and create mathematical models of research parameters for bioplastics characteristics using statistical method. The synthesis method is casting of starch, water, filler MCC and plasticizer Glycerol with composition of filler is (15-25 % b/b), composition of plasticizer (25–35 % b/b), and composition citric acid (3-9 % b/b). The results showed that the treatment with the addition of MCC fillers, glycerol plasticizers, and citric acid are contributed to the mechanical properties produced. In the best process conditions (25% b / b MCC filler in 25% b / b glycerol plasticizer with 3% citric acid b / b) the best response value was obtained for the value of tensile strength of 9.34 MPa, elongation of 8.79%, and biodegradation of 65.68%.

Keywords: *bioplastics, cross-linking agents, MCC fillers, glycerol, sago starch*

1. PENDAHULUAN

Penggunaan plastik di Indonesia sebagai bahan pengemas pangan untuk memenuhi keperluan sehari-hari sangat banyak. Penggunaan plastik yang cukup tinggi berdampak negatif terhadap kelestarian lingkungan, karena sulit terdegradasi sehingga terjadi penumpukan sampah plastik yang mencemari lingkungan (Kamsiati dkk, 2017). Untuk mengurangi penumpukan sampah plastik, maka dikembangkanlah jenis kemasan dari bahan organik yang berasal dari bahan-bahan alam dan ekonomis, yaitu dengan mengembangkan plastik *biodegradable* dalam bentuk *edible film* yang dapat diuraikan kembali oleh mikroorganisme secara alami menjadi

senyawa yang ramah lingkungan (Setiani dkk, 2013).

Bioplastik merupakan bahan alternatif untuk menggantikan plastik kemasan konvensional agar tidak mencemari lingkungan (Layudha dkk, 2015). Salah satu jenis *film* ramah lingkungan yang populer untuk dikembangkan saat ini adalah *film* berbasis pati. Sagu (*Metroxylon sp*) merupakan salah satu jenis tumbuhan dengan pati sebagai komponen terbesar didalamnya (Larasati dkk, 2017). Pada pembuatan *edible film* pati perlu dilakukan modifikasi atau pencampuran dengan material lain agar sifat mekanik dari *edible film* meningkat. Untuk memperbaiki sifat rapuh dan meningkatkan elastisitas dari

edible film dapat dilakukan dengan penambahan *filler* dan *plasticizer* (Garcia dkk, 2011). Kemudian modifikasi *edible film* dapat dilakukan dengan cara membentuk ikatan silang atau *cross-linking* menggunakan *agent* pengikat silang, sehingga *edible film* yang dihasilkan memenuhi standar bioplastik (Garbanzadeh dkk, 2010).

Penelitian mengenai modifikasi bioplastik telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, yaitu Wilpiszewska dkk (2014) telah melakukan penelitian tentang karakteristik *film* berbasis pati kentang dan asam sitrat dengan modifikasi *filler microcrystalline cellulose* (MCC). Hasil terbaik yang didapatkan yaitu dengan penambahan 15% (b/b) *filler* MCC dapat meningkatkan sifat mekanik pada *film*. *Modulus young* dan kuat tarik meningkat dari 42 MPa menjadi 96 MPa dan 2,6 MPa menjadi 3,9 MPa. Kawijia dkk (2017) juga telah melakukan penelitian pengaruh penggunaan asam sitrat sebagai *cross-linking agent* terhadap karakteristik *edible film* dari pati singkong. Hasil terbaik penelitian tersebut menunjukkan penambahan asam sitrat 10% akan meningkatkan kuat tarik sebesar 0,9007 MPa, sedangkan pada penambahan asam sitrat 20% dan 30% akan menyebabkan penurunan kuat tarik *edible film* masing-masing 0,5316 MPa dan 0,2626 MPa.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, secara umum bertujuan untuk memperbaiki sifat mekanik, morfologi dan biodegradabilitas bioplastik. Bioplastik yang dibuat bertujuan untuk digunakan sebagai kantong pengemas yang ramah lingkungan dengan melakukan variasi terhadap komposisi *plasticizer* dan *filler* yang digunakan terhadap bahan baku. Pada penelitian ini, pembuatan bioplastik menggunakan pati sagu dengan modifikasi asam sitrat kristal. Kemudian untuk memperbaiki sifat mekanik seperti kuat tarik

dan elongasi dari bioplastik dapat menggunakan penambahan *filler* dan *plasticizer*. *Filler* yang digunakan yaitu *microcrystalline cellulose* (MCC) dan *plasticizer* pada penelitian ini menggunakan gliserol. Penelitian ini diharapkan dapat menutupi kelemahan terhadap bioplastik yang dihasilkan dari penelitian sebelumnya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian yaitu pati sagu (berasal dari Selat Panjang, Kepulauan Meranti, Riau), asam sitrat kristal (Putra Riau Bersama (PRB), *filler microcrystalline cellulose* (MCC) (Fadjar Kimia), *plasticizer* gliserol dan pelarut aquades (PT. Brataco).

2.2 Persiapan Larutan (MCC)

Microcrystalline cellulose (MCC) dengan variabel (Tabel 1) dilarutkan dengan aquades 100 ml kemudian diaduk selama 30 menit menggunakan *mechanical stirrer* pada suhu 90° C hingga terbentuk larutan MCC yang homogen.

2.3 Pembuatan Bioplastik

Perlakuan awal pembuatan bioplastik setelah membuat larutan MCC selanjutnya membuat larutan pati sagu. Pertama, larutkan 10g pati sagu dengan 100 ml aquades kedalam gelas piala pada suhu ruang (25°C), selanjutnya tambahkan larutan MCC, campuran diaduk menggunakan *mechanical stirrer* dengan kecepatan 100 rpm dan pada suhu 90°C (dijaga konstan) selama 30 menit, setelah 20 menit ditambahkan gliserol dengan variabel yang telah ditentukan (Tabel 1) kemudian pada menit ke-25 ditambahkan asam sitrat dengan variabel (Tabel 1). Campuran yang telah homogen tersebut didiamkan ± 5 menit kemudian dituangkan ke dalam cetakan kaca dan dikeringkan dalam suhu ruang selama 24 jam. Setelah kering *film* plastik tersebut dilepaskan dari cetakannya dengan cara mengangkat lembaran tipis dari

salah satu sisi kearah horizontal secara pelan-pelan hingga seluruh permukaan bioplastik terlepas dari cetakannya. Setelah itu bioplastik tersebut siap untuk diuji. Uji karakteristik bioplastik yang akan dilakukan adalah sifat mekanik [ASTM D822], dan biodegradasi [DIN EN ISO 846].

2.4 Rancangan percobaan

Data yang diperoleh dari penelitian ini akan diproses menggunakan metode *Respon Surface Methodology* (RSM) dengan model *Central Composite Design* (CCD) dengan menggunakan *software Design Expert v10.0.1*. RSM merupakan sekumpulan teknik matematika dan statistika yang berguna untuk menganalisis permasalahan dimana beberapa variabel independen mempengaruhi respon dengan tujuan akhir mengoptimalkan respon (Montgomery, 2013). Salah satu rancangan percobaan yang dapat digunakan untuk RSM adalah *Central Composite Design* (CCD).

Tabel 1. Tempuhan Rancangan Percobaan

Run	Natural Variables		
	ξ_1	ξ_2	ξ_3
1	3	25	15
2	6	30	20
3	6	30	20
4	9	25	25
5	3	35	15
6	9	35	25
7	6	30	20
8	9	35	15
9	6	38,409	20
10	6	30	20
11	6	21,591	20
12	6	30	20
13	6	30	20
14	6	30	28,409
15	6	30	11,591
16	3	25	25
17	9	25	15
18	0,954622	30	20
19	11,0454	30	20
20	3	35	25

Keterangan :

ξ_1 = Asam Sitrat (b/b pati)

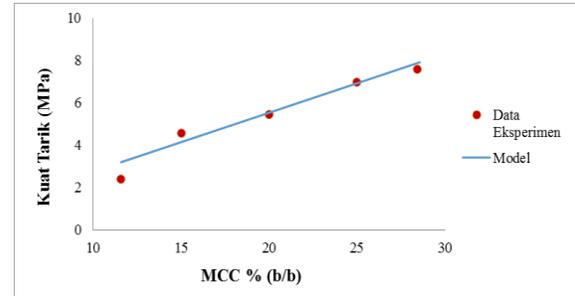
ξ_2 = Gliserol (b/b pati)

ξ_3 = MCC (b/b pati)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kuat Tarik

Hasil analisis RSM menunjukkan pengaruh variabel proses terhadap respon kuat tarik bioplastik.



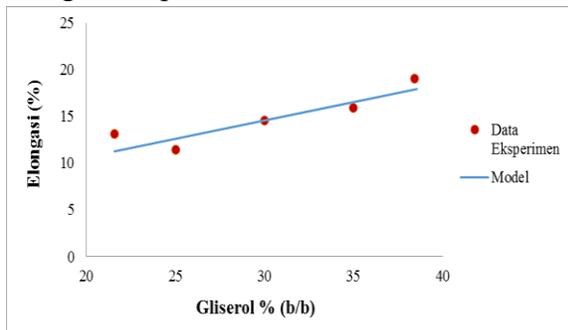
Gambar 1. Perbandingan Nilai Kuat Tarik terhadap *filler* MCC.

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa semakin tinggi kadar *filler* menghasilkan kuat tarik (*tensile strenght*) semakin tinggi. Hal ini dikarenakan semakin besar kadar *filler* maka semakin banyak ikatan yang terdapat dalam bioplastik sehingga ikatan kimianya akan semakin kuat dan sulit untuk diputus karena memerlukan energi yang besar untuk memutuskan ikatan tersebut. (Sanjaya & Puspita, 2011). Penambahan *plasticizer* gliserol juga berpengaruh pada penurunan nilai kuat tarik. Hal ini juga sesuai dengan yang dikatakan Anita dkk (2013) yang menyatakan bahwa *plasticizer* merupakan bahan organik dengan berat molekul rendah yang dapat menurunkan kekakuan dan meningkatkan fleksibilitas polimer. Penambahan kadar asam sitrat juga berpengaruh yang mana semakin sedikit asam sitrat yang ditambahkan kuat tarik semakin tinggi. Hal ini dikarenakan apabila kadar asam sitrat terlalu banyak atau >10% b/b maka asam sitrat bertindak sebagai *plasticizer* dimana akan menurunkan kuat tarik bioplastik dan meningkatkan elongasi bioplastik (Hardjono dkk, 2016).

3.2 Elongasi

Elongasi merupakan regangan maksimum yang dialami bahan saat dikenai

gaya. Hasil analisis RSM menunjukkan pengaruh variabel proses terhadap respon elongasi bioplastik.



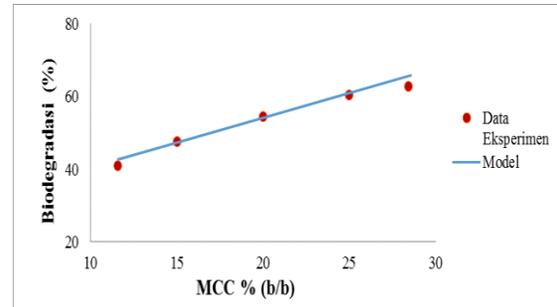
Gambar 2. Perbandingan Nilai Elongasi terhadap *plasticizer* gliserol

Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai elongasi meningkat seiring dengan bertambahnya kadar *plasticizer*. Hal ini dikarenakan penambahan *plasticizer* gliserol menyebabkan turunnya gaya intermolekular sepanjang rantai polimer sehingga meningkatkan fleksibilitas (Darni dkk, 2009).

Penambahan *filler* MCC juga mempengaruhi nilai elongasi. Hal ini sesuai dengan penelitian Maulida dkk (2016) yang menyatakan bahwa semakin besar kadar *filler* MCC maka semakin banyak ikatan hidrogen yang terdapat dalam bioplastik sehingga ikatan kimianya akan semakin kuat dan sulit untuk diputus karena memerlukan energi yang besar untuk memutuskan ikatan tersebut.

3.3 Biodegradasi

Biodegradasi bertujuan untuk mengetahui seberapa lama bioplastik yang dihasilkan agar dapat terurai di lingkungan. Hasil analisis RSM menunjukkan pengaruh variabel proses terhadap respon biodegradasi bioplastik.



Gambar 3. Perbandingan Nilai respon Biodegradasi terhadap *filler* MCC

Berdasarkan Gambar 3, kenaikan nilai biodegradasi disebabkan semakin bertambahnya kadar *plasticizer* dan *filler*. Hal ini disebabkan karena semakin banyaknya selulosa yang ditambahkan. Dimana selulosa merupakan bahan alam yang dapat terdegradasi di alam karena aktivitas mikroba yang berada di dalam tanah. Polimer dari selulosa dan pati yang juga mempunyai gugus hidroksil OH akan terdekomposisi menjadi potongan-potongan kecil hingga menghilang dalam tanah. Polimer akan terdegradasi karena proses kerusakan atau penurunan mutu karena putusnya ikatan rantai pada polimer (Marbun, 2012).

Penambahan asam sitrat kristal juga berpengaruh terhadap kemampuan biodegradasi, bioplastik mengalami penurunan degradasi dengan bertambahnya jumlah kadar asam sitrat. Hal ini terjadi karena ikatan antara gugus karboksil asam sitrat dengan gugus hidroksil pada pati menyebabkan berkurangnya gugus hidroksil pati sehingga ketahanan bioplastik terhadap air meningkat (Ghanbarzadeh dkk, 2010).

4. Kesimpulan

Penambahan asam sitrat, *plasticizer* gliserol dan *filler* MCC memberikan pengaruh terhadap karakteristik bioplastik, kuat tarik meningkat dari 2,41-9,34 MPa, biodegradasi sebesar 41,08-65,68% dan berbanding terbalik dengan elongasi yang menurun 11,44-20,56% serta dengan

penambahan asam sitrat sebagai *agent cross-linking* menghasilkan serapan panjang gelombang 1728,29 cm⁻¹.

Edible film dengan karakteristik terbaik diperoleh dari kondisi optimum yang didapat ketika penambahan asam sitrat 3% b/b pati, *plasticizer* gliserol 25% b/b pati dan *filler* MCC 25% menghasilkan; kuat tarik 9,34 MPa, elongasi 8,79%, dan biodegradasi 63,85%.

Daftar Pustaka

- Anita, Z., F. Akbar, H. Harahap,. 2013. *Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong*. Jurnal Teknik Kimia USU 2(2): 37–41.
- Darni, Y., H. Utami. 2010. Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobitas Bioplastik dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 7(4): 88-93.
- Garcia, P.S. Grossmann, M.V.E. Yamashita, F. Mali, S. Antonia, L.H.D & Barreto, J.B. 2011. Thermoplastic Starch Modified During Melt Processing with Organic Acids: The Effect of Molar Mass on Thermal and Mechanical Properties. *Industrial Crops and Products*. 33(1): 152-157.
- Kamsiati, E. Herawati, H. & Purwani, E.Y. 2017. Potensi Pengembangan Plastik *Biodegradable* Berbasis Pati Sagu dan Ubi kayu di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*. 2(3), 67-76.
- Kawijia,W. Atmaka dan S. Lestariana, 2017. Studi Karakteristik Pati Singkong Utuh Berbasis *Edible Film* Dengan Modifikasi Cross-Linking Asam Sitrat. *Jurnal Teknologi Pertanian* . 18 (2): 143-152.
- Larasati, D.A. Indah, Y & Titi, C.S. 2017. Desain Proses Pembuatan *Coating Film* Berbasis Pati Sagu (*Metroxylon* sp.) Ikat Silang Asam Sitrat. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor: Jawa Barat. 27(3): 318-327.
- Layudha, SI. Rahma, AA. Riyanto, A. & Ratnani, RD. 2015. Pengaruh Penambahan Gliserol terhadap Kualitas Bioplastik dari Air Cucian Beras. Jurusan Teknik Kimia Universitas Wahid Hasyim.
- Maulida., M. Siagian, dan P. Tarigan. 2016. Production of Starch Based Bioplastic from Cassava Peel Reinforced with Microcrystalline Cellulose Avicel PH101 Using Sorbitol as Plasticizer. *Journal of Physics* 710: 1-7.
- Marbun, Eldo. 2012. Sintesis Bioplastik dari Pati Ubi Jalar Menggunakan Penguat Logam ZnO dan Penguat Alami Selulosa. *Skripsi*, Universitas Indonesia.
- Montgomery, C. D. 2013. *Design and Analysis of Experiments 8th Edition*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Sanjaya, I .G., dan T. Puspita. 2011. Pengaruh penambahan khitosan dan *plasticizer* gliserol pada karakteristik plastik *biodegradable*. *Jurnal Teknik Kimia FTI-ITS*.
- Setiani, W. Tety, S & Lena, R. 2013. Preparasi dan Karakterisasi *Edible Film* dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan. *Jurnal Kimia Valensi*. Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati Bandung: Bandung. 3(2):100-109.
- Wilpizewska, K & Czech, Z. 2014. Citric Acid Modified Potato Starch Films Containing Microcrystalline Cellulose Reinforcement-Properties and Application. *Starch Journal*. 65: 1-8.