

Pembuatan Bioplastik Berbasis Pati Sagu dengan Modifikator Asam Sitrat dan *Filler Carboxymethyl Cellulose* (CMC)

Dewi Maya Sari¹, Syelvia Putri Utami², Bahruddin²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, ²Dosen Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293
dewi.maya@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Bioplastic is one of the organic plastic that has been used as an eco-friendly food packagings whether has ability to degraded by nature. Sago starch has a potential to become raw material for bioplastics manufactured, and adding a carboxymethyl cellulose (CMC) aims to increase the tensile strength. The purposes of this research are determine the effect of sago starch, citric acid, CMC and glycerol of the characteristics bioplastics. Bioplastics product was characterized by few tests such as tensile strength (tensile strenght), elongation (elongation at break), and biodegradation. The analysis showed that filler CMC, plasticizer glycerol, and citric acid give an impact to mechanical properties of bioplastic. The best composition is bioplastic with (CMC 25% b/b, 25% b/b glycerol and 3% citric acid b/b) which is tensile strength of 8.23 MPa, elongation of 24,20%, and biodegradation 59,01%.

Keyword: *Bioplastic, filler, plasticizer, cross-linking agent, tensile strength*

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi pangan yang pesat memberikan dampak terhadap meningkatnya produksi pengemas makanan untuk mempertahankan masa simpan suatu makanan agar tetap dalam keadaan baik. Salah satu pengemas produk makanan yang dapat dimanfaatkan yaitu plastik (Sjamsiah dkk, 2017).

Penggunaan plastik di Indonesia sebagai bahan kemasan pangan untuk memenuhi keperluan sehari-hari sangat besar mencapai 4,6 juta ton ditahun 2018, dikarenakan sifatnya yang fleksibel, ekonomis, kuat, tidak mudah pecah. Disamping keunggulan tersebut, plastik mempunyai kelemahan, yakni bersifat tidak mudah didegradasi meskipun ditimbun puluhan tahun, akibatnya terjadi penumpukan limbah plastik yang menjadi penyebab pencemaran lingkungan. Untuk mengurangi penumpukan limbah 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.

Salah satu jenis *film* ramah lingkungan untuk dikembangkan saat ini adalah *film* berbasis pati. *Edible film* merupakan lapisan tipis yang berfungsi sebagai pengemas atau pelapisan makanan yang sekaligus dapat dimakan bersama dengan produk yang dikemas. Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat *edible film* relatif murah, mudah dirombak secara biologis atau *biodegradable*, dan teknologi pembuatannya sederhana. Bahan pembentuk *edible film* yang umum dapat diperoleh dari sumber polisakarida seperti pati (Lismawati, 2017).

Salah satu tanaman yang berpotensi sebagai penghasil pati adalah sagu.

Berdasarkan data Dinas Perkebunan Provinsi Riau (2014), luas areal tanaman sagu di Indonesia mencapai 1.250.000 ha dan sebagian berada di Provinsi Riau seluas 83.256 ha dengan produksi sagu sebesar 133.936 ton. Pati sagu termasuk dalam golongan pati dengan kandungan amilosa tertinggi yakni 28,84% amilosa dan 71,16% amilopektin sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan *edible film* (Larasati dkk, 2017).

Berbagai riset telah dilakukan di Indonesia dan negara maju dalam menggali berbagai potensi bahan baku *edible film*. Ditinjau dari penelitian Kawijia dkk (2017) melihat pengaruh penggunaan asam sitrat sebagai agen *cross-linking* terhadap karakteristik *edible film* dari pati singkong, dengan hasil terbaik menunjukkan penambahan asam sitrat 10% akan meningkatkan nilai respon kuat tarik 0,9007 MPa.

Penelitian Ghanbarzadeh dkk (2010) melihat pengaruh sifat fisik dari *edible film* dengan modifikasi pati-CMC. Hasil terbaik pada penelitian tersebut dilihat dari hasil uji *tensile strength* ketika penambahan CMC 0% sebesar 6,57 MPa dan ketika penambahan 20% CMC hasil uji *tensile strength* meningkat menjadi 16,11 MPa. Pada penelitian Hardjono dkk (2016) melihat pengaruh penambahan asam sitrat terhadap karakteristik *film* plastik *biodegradable* dari pati kulit pisang kepok (*Musa Acuminata Balbisiana Colla*). Hasil terbaik pada penelitian tersebut adalah dengan penambahan 20% (b/b) gliserol menggunakan asam sitrat dan *filler* CaCO₃ yang menghasilkan *film* pati kulit pisang kepok dengan kuat tarik sebesar 4,202 MPa.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, secara umum bertujuan untuk memperbaiki sifat mekanik bioplastik. Penggunaan pati alami pada

pembuatan plastik *biodegradable* akan membuat sifatnya menjadi rapuh dan rentan mengalami kerusakan jika diberikan beban. Untuk memperbaiki sifat rapuh, serta pada umumnya bioplastik berbasis pati sagu memiliki kelemahan pada sifat fisik yang rendah (kekuatan tarik dan elastisitas) maka diperlukan adanya bahan tambahan untuk memodifikasi bahan dasar. Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel penelitian berupa komposisi asam sitrat, *filler* CMC dan *plasticizer* gliserol terhadap variabel respon kuat tarik, elongasi dan biodegradasi bioplastik berbasis pati sagu yang diperoleh dari penelitian, sehingga bioplastik yang dihasilkan memenuhi standar bioplastik.

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan yang digunakan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pati sagu yang berasal dari daerah Selat Panjang, asam sitrat kristal dibeli dari PRB, aquades, *carboxymethyl cellulose* (CMC) sebagai *filler* dibeli dari PT Brataco dan gliserol sebagai *plasticizer* dibeli dari PT Brataco.

2.2 Alat yang digunakan

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain: neraca analitik, gelas kimia (250 dan 500 ml), gelas ukur (100 ml), pengaduk, termometer, cetakan kaca, pipet tetes, *hot plate*, *mechanical stirrer*. Peralatan atau instrumen untuk pengujian karakteristik bioplastik antara lain uji sifat mekanik (kuat tarik dan elongasi) di Laboratorium Polimer Departemen Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara.

2.3 Rancangan Percobaan

Data yang diperoleh dari penelitian ini akan diproses menggunakan metode *Response Surface Methodology* (RSM) dengan model *Central Composite Design*

(CCD) menggunakan *software Design Expert v10.0.1*. Adapun tempuhan rancangan percobaan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tempuhan Rancangan Percobaan

std	Natural Variables		
	Asam Sitrat (%)	Gliserol (%)	CMC (%)
1	3	25	15
2	9	25	15
3	3	35	15
4	9	35	15
5	3	25	25
6	9	25	25
7	3	35	25
8	9	35	25
9	0,95	30	20
10	11,05	30	20
11	6	21,59	20
12	6	38,41	20
13	6	30	11,59
14	6	30	28,41
15	6	30	20
16	6	30	20
17	6	30	20
18	6	30	20
19	6	30	20
20	6	30	20

2.4 Prosedur Penelitian

2.5.1 Pembuatan Larutan CMC

CMC dengan konsentrasi (15%, 20%, dan 25% b/b pati) dilarutkan dengan aquades 100 ml dalam gelas piala 500 ml, kemudian dipanaskan pada suhu 75 °C dan di aduk menggunakan *mechanical stirrer* dengan kecepatan 100 rpm selama 15 menit, sampai larutan homogen.

2.5.2 Pembuatan Bioplastik

Setelah membuat larutan CMC, langkah selanjutnya yakni melarutkan 10 g pati sagu dengan 100 ml aquades kedalam gelas piala 250 ml pada suhu ruang (25 °C), dan diaduk. Selanjutnya, campuran pati dituang kedalam gelas piala 500 ml yang berisikan larutan CMC. Campuran diaduk dengan menggunakan *mechanical stirrer* pada suhu 90 °C (dijaga konstan) dengan kecepatan 100 rpm selama 30 menit, setelah

10 menit tambahkan gliserol dengan konsentrasi (25%, 30% dan 35% b/b pati) kemudian pada menit ke-20 tambahkan asam sitrat (3%, 6% dan 9% b/b pati).

Setelah itu, campuran yang sudah homogen tersebut kemudian dituang ke dalam cetakan dan didinginkan. *Film* dikeringkan pada suhu ruang selama ± 72 jam (3 hari). *Film* yang terbentuk kemudian dilepas dari cetakan kaca dengan cara mengangkat lembaran tipis dari salah satu sisi kearah horizontal secara pelan-pelan hingga seluruh permukaan *film* terlepas dari cetakan dan dapat kemudian dilakukan pengujian karakteristik bioplastik. Uji karakteristik bioplastik yang dilakukan adalah sifat mekanik yakni kuat tarik dan elongasi (ASTM D882) dan biodegradasi (DIN EN ISO 846).

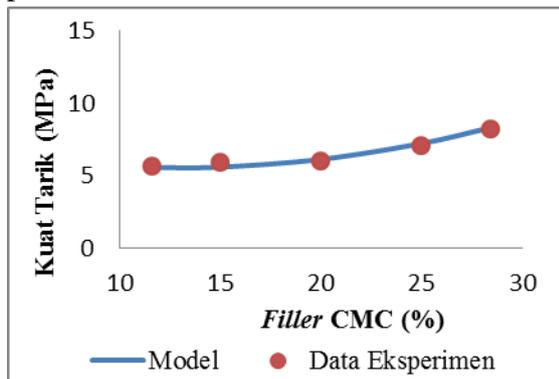
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kuat Tarik

Kuat tarik merupakan ukuran kekuatan yang bisa ditahan oleh suatu sampel sebelum sampel tersebut putus. Kuat tarik salah satu parameter penting yang dapat dipengaruhi oleh penambahan *plasticizer* dan *filler* dalam proses pembuatan bioplastik. Nilai respon kuat tarik dapat menurun dengan bertambahnya *plasticizer* (Hardjono dkk, 2016), hal ini berbanding terbalik dengan *filler*, penambahan *filler* dapat meningkatkan nilai respon kuat tarik, karena adanya ikatan hidrogen yang terbentuk dalam bioplastik sehingga ikatan kimianya akan semakin kuat dan semakin sulit diputus.

Nilai kuat tarik yang diperoleh pada penelitian ini lebih rendah dari penelitian Ghanbarzadeh dkk (2010) yakni sebesar 8,23 MPa. Hal ini disebabkan proses pencampuran kurang sempurna (kurang homogen). Hidayat dkk (2013) dan Silviana & Rahayu (2017) menyatakan bahwa pengadukan dalam proses gelatinisasi yang

tidak tepat sehingga dapat menyebabkan distribusi *filler* CMC pada matriks tidak merata, hal ini mempengaruhi ikatan gugus OH pada gliserol yang tidak sempurna sehingga *film* yang akan dihasilkan tidak memiliki ketahanan yang lebih bagus (menjadi lentur) dan mudah putus. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian, dapat dilihat pada Gambar 3.1.



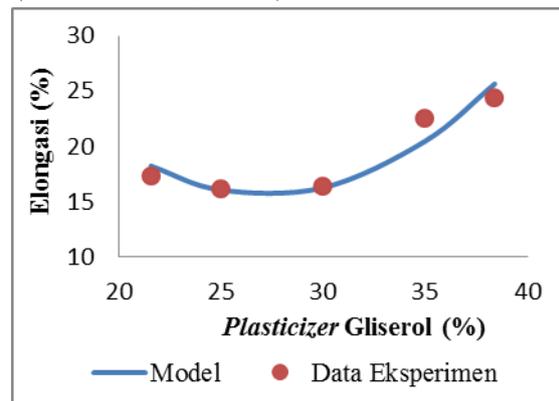
Gambar 3.1 Pengaruh *Filler* CMC terhadap Nilai Respon Kuat Tarik (MPa)

Gambar 3.1 menunjukkan bahwa semakin bertambahnya kadar *filler* 15-25% menghasilkan kuat tarik (*tensile strength*) semakin tinggi yaitu 4,77-8,23 MPa dengan rata-rata 6,37 MPa. Peningkatan nilai kuat tarik dengan bertambahnya komposisi *filler* juga terjadi dengan penelitian Ghanbarzadeh dkk (2010) dan Marbun (2012). Peningkatan kuat tarik akibat penambahan selulosa disebabkan oleh peningkatan interaksi gaya tarik-menarik antar molekul penyusun lapisan tipis. Kondisi ini berkaitan dengan gugus hidroksil yang saling membentuk ikatan hidrogen antar dan intramolekul membentuk lapisan tipis yang terdiri atas serat-serat yang saling menguatkan.

3.2 Elongasi

Elongasi (*Elongation at Break*) merupakan regangan maksimum yang dialami *film* saat dikenai gaya atau persen pertambahan panjang bahan *film* yang diukur mulai dari panjang awal pada saat

mengalami penarikan hingga putus (Nurindra dkk, 2015).



Gambar 3.2 Pengaruh *Plasticizer* Gliserol terhadap Nilai Respon Elongasi (%)

Gambar 3.2 menunjukkan bahwa pada penelitian ini semakin bertambahnya kadar *plasticizer* gliserol 25-35% b/b menghasilkan elongasi (*elongation at break*) semakin tinggi yaitu 10,32-24,20% dengan rata-rata 17,23%. Penambahan *plasticizer* gliserol memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai elongasi. Elongasi meningkat seiring dengan bertambahnya kadar *plasticizer*. Pada salah satu polimer alam dalam bentuk butiran yang tidak dapat diproses menjadi material termoplastik karena kuatnya ikatan hidrogen intermolekular dan intramolekular. Molekul *plasticizer* akan mengganggu kekompakan pati, menurunkan interaksi intermolekular dan meningkatkan mobilitas polimer, sehingga dengan adanya air dan *plasticizer*, ikatan hidrogen tersebut dapat diputuskan. Selanjutnya mengakibatkan peningkatan *elongation* dan penurunan *tensile strength* seiring dengan peningkatan konsentrasi gliserol (Sirait, 2015).

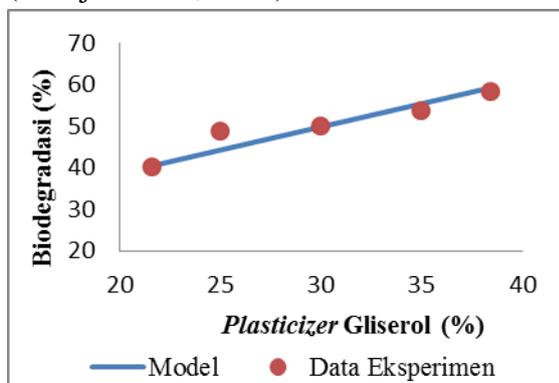
Hasil elongasi *edible film* dengan penambahan *plasticizer* gliserol berbasis pati sagu pada penelitian ini menghasilkan elongasi lebih rendah dibandingkan Hidayat dkk (2013) dan Kawijia dkk (2017) yaitu 24,19%. Hal ini disebabkan karena adanya penambahan kadar *filler* menghasilkan nilai

elongasi lebih rendah. Dimana semakin besar konsentrasi *filler*, maka persentase elongasi semakin menurun. Hal ini disebabkan oleh semakin menurunnya jarak ikatan inter molekulernya (Sanjaya & Puspita, 2011).

Peningkatan elongasi juga terjadi pada penelitian Haryanti dkk (2014) adanya penambahan *plasticizer* dapat meningkatkan volume bioplastik sehingga terbentuk ruang yang lebih luas untuk meningkatkan gerak segmental yang panjang dari molekul-molekul polimer dalam bioplastik, sehingga menghasilkan nilai pemanjangan pada saat putus lebih besar.

3.3 Biodegradasi

Uji Biodegradasi untuk mengetahui laju degradasi sampel dengan berbagai variasi sehingga waktu yang dibutuhkan sampel tersebut untuk diuraikan oleh mikroorganisme dalam tanah dapat diprediksi (Marbun, 2012). Biodegradasi *edible film* berbasis pati sagu meningkat dengan bertambahnya jumlah *plasticizer* gliserol yang digunakan. Peningkatan persentase penurunan berat ketika persentase gliserol meningkat. Konsentrasi gliserol yang semakin bertambah akan meningkatkan kelembaban plastik karena gliserol memiliki sifat hidroskopik sehingga gliserol akan menyisip diantara rantai polimer plastik (Hardjono dkk, 2016).



Gambar 3.3 Pengaruh *Plasticizer* Gliserol terhadap Nilai Respon Biodegradasi (%)

Gambar 3.3 menunjukkan bahwa pada penelitian ini semakin bertambahnya kadar *plasticizer* gliserol 25-35% b/b menghasilkan nilai respon biodegradasi semakin tinggi yaitu 36,67-59,01% dengan rata-rata 49,80%. Hasil biodegradasi *edible film* dengan penambahan *plasticizer* gliserol berbasis pati sagu pada penelitian ini menghasilkan biodegradasi lebih tinggi dibandingkan Hardjono dkk (2016) dan lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Hidayat dkk (2013). Pada penelitian ini menggunakan asam sitrat sebagai modifier dan berpengaruh terhadap degradasi *film* yang membutuhkan waktu lebih lama untuk *film* dapat teruraikan, sehingga biodegradasi yang dihasilkan lebih rendah.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan yaitu semakin bertambahnya konsentrasi *filler* CMC 15%-25% b/b pati akan meningkatkan nilai respon kuat tarik sebesar 4,77-8,23 MPa. Kemudian, *plasticizer* gliserol juga memberikan pengaruh terhadap nilai respon elongasi dan biodegradasi. semakin bertambahnya kadar *plasticizer* gliserol 25-35% b/b menghasilkan elongasi (*elongation at break*) semakin tinggi yaitu 10,32-24,20%, dan meningkatkan nilai respon biodegradasi 36,67-59,01%.

Daftar Pustaka

- Dinas Perkebunan Provinsi Riau. (2014). Data Statistik Perkebunan Provinsi Riau. Pemerintah Provinsi Riau Dinas Perkebunan Pekanbaru.
- Ghanbarzadeh, B. Hadi, A & Ali, A.E. (2010). Physical Properties of Edible Modified Starch Carboxymethyl Cellulose Films. *Innovative Food Science and Emerging Tecknologies Journal*. 11: 697-702.

- Haryanti, P. Setyawati, R & Wicaksono, R. (2014). Pengaruh Suhu Dan Lama Pemanasan Suspensi Pati Serta Konsentrasi Butanol Terhadap Karakteristik Fisikokimia Pati Tinggi Amilosa Dari Tapioka. *Agritech*. 34(3): 308-315.
- Hidayat, M.K. Latifah & Sri, M.R.S. (2013). Penggunaan *Carboxymethyl Cellulose* dan Gliserol pada Pembuatan Plastik *Biodegradable* Pati Gembeli. *Indonesian Journal of Chemical Science*. Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Negeri Semarang: Semarang. 2(3).
- Hardjono. Profiyanti, H.S. Dita, A.P & Vivi, A.S. (2016). Pengaruh Penambahan Asam Sitrat terhadap Karakteristik *Film* Plastik *Biodegradable* dari Pati Kulit Pisang Kepok (*Musa Acuminata Balbisiana Colla*). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*. Teknik Kimia Politeknik Negeri Malang: Malang. 5(1): 22-28.
- Indriyati, L. Indrarti & Rahimi, E. (2006). Pengaruh *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dan Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Lapisan Tipis Komposit Bakterial Selulosa. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 8(1): 40-44.
- Kawijia. Windi, A & Sri, L. (2017). Studi Karakteristik Pati Singkong Utuh Berbasis *Edible Film* dengan Modifikasi *Cross-linking* Asam Sitrat. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Fakultas Pertanian, Universitas Negri Sebelas Maret: Jawa Tengah. 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.
- Mao. Lijun. Syed, U. Sherald, G. Petrizia, C & Enno, C. (2002). Extrude Constarch_Glycerol_Polyvinyl Alcohol Blends: Mechanical Properties, Morphology, and Biodegradability. *Journal of Polymers and the Environment*. 8(4).
- Marbun, E.S. (2012). Sintesis Bioplastik dari Pati Ubi Jalar menggunakan Penguat Logam ZnO dan Penguat Alami Selulosa. *Skripsi*. Fakultas Teknik, Universitas Indonesia: Depok.
- Nurindra, A.P. Alamsjah, M.A & Sudarno. (2015). Karakterisasi *Edible Film* dari Pati Propagul Mangrove Lindur (*Bruguiera Gymnorhiza*) dengan Penambahan *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) sebagai Pemlastis. Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga: Surabaya.
- Sanjaya, G.M.H & Puspita, T. (2011). Pengaruh Penambahan Khitosan dan Plasticizer Gliserol pada Karakteristik Plastik *Biodegradable* dari Pati Limbah Kulit Singkong. Teknik Kimia FTI-ITS.
- Silviana & Rahayu, P. (2017). Pembuatan Bioplastik Berbahan Pati Sagu dengan Penguat Mikrofibril Selulosa Bambu Terdispersi KCL melalui Proses Sonikasi. *Jurnal Reaktor*. 17(3): 151-156.
- Sjamsiah, Saokani, J & Lismawati. (2017). Karakteristik *Edible Film* dari Pati Kentang (*Solanum Tuberosum* L.) dengan Penambahan Gliserol. *Jurnal Al-Kimia*. Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Aluddin Makassar: Makassar. 5(2).