

PEMBUATAN BIOPLASTIK BERBASIS PATI SAGU MENGUNAKAN MODIFIKATOR ASAM SITRAT DENGAN MICROCRYSTALLINE CELLULOSE (MCC) SEBAGAI FILLER DAN SORBITOL SEBAGAI PLASTICIZER

Vivi Novriyani¹, Syelvia Putri Utami², Bahruddin²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, ²Dosen Jurusan Teknik Kimia,
Laboratorium Teknologi Bahan Alam dan Mineral
Program Studi Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Simpang Baru, Panam,
Pekanbaru, 28293
Email: vivinovriyani1@gmail.com

ABSTRACT

The use of synthetic plastic in daily life trigger environmental problems. Bioplastic or biodegradable plastic is one of alternative solution to change comercial plastic that can be dangerous to environment because it is difficult to be degraded. One of the potential materials to become the raw materials is sago because of its high starch component. The general purpose of this research is to determine the characteristics of sago-based bioplastic by modified the citric acid, microcrystalline cellulose filler, plasticizer sorbitol. The synthesis method is casting of starch, water, filler and plasticizer 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 analysis of bioplastic was tensile strength, elongation, biodegradation,. The most significant factor of all responses was composition of filler microcrystalline cellulose, followed by plastcizer sorbitol and citric acid. The best process condition was bioplastic with composition filler 20 %b/b, plasticizer 30 % b/b, and citric acid 0,95 % b/b with the value was tensile strenght 15.84 MPa, elongation 9,31% and biodegradation 51.65%.

Keyword : bioplastic, casting, filler, plasticizer, water uptake

1. PENDAHULUAN

Penggunaan plastik telah meluas ke berbagai bidang kehidupan karena dinilai ekonomis, fleksibel, ringan dan tidak mudah pecah. Berdasarkan data dari INAPLAS (*Indonesian Oleafin Aromatic Plastic Industri Asosiasi*), pemakaian plastik di Indonesia mencapai 4,7 juta ton pada tahun 2015, dari jumlah tersebut 30 persennya merupakan plastik kemasan dan diprediksi meningkat 5 juta ton pada tahun 2016 (Supriadi, 2016). Penggunaan plastik dalam kehidupan sehari-hari ini memicu timbulnya masalah terhadap lingkungan. Plastik yang banyak dipakai berasal dari minyak bumi, gas alam dan batu bara yang mulai mengalami pengurangan di alam serta tidak dapat diperbaruhi. (Darni dan Utami, 2010).

Bioplastik atau plastik *biodegradable* merupakan salah satu alternatif pengganti plastik konvensional yang membahayakan bagi lingkungan. Bioplastik dirancang untuk memudahkan proses degradasi terhadap reaksi enzimatik mikroorganisme seperti bakteri dan jamur (Avella, 2009). Adapun salah satu bahan bioplastik yang mudah terurai oleh mikroorganisme adalah pati. Salah satu bahan alam yang dapat dijadikan bahan baku pembuatan bioplastik adalah sago. Hal ini karena sago (*Metroxylon spp*) merupakan salah satu jenis tumbuhan dengan pati sebagai komponen terbesar didalamnya.

Salah satu aplikasi bioplastik adalah *edible film*, yaitu produk bioplastik yang dapat diuraikan kembali oleh mikroorganisme secara alami menjadi

senyawa yang ramah lingkungan. Namun, *edible film* berbasis pati ini juga mempunyai kelemahan, yaitu resistensinya terhadap air rendah dan sifat penghalang terhadap uap air juga rendah karena sifat hidrofilik pati dapat memengaruhi stabilitas dan sifat mekaniknya (Garcia dkk, 2011). Salah satu cara untuk mengurangi sifat hidrofilik serta memperbaiki sifat mekaniknya adalah mencampur pati dengan *plasticizer* dan *filler*. Beberapa riset telah dilakukan dalam mengembangkan kemampuan bioplastik berbasis pati sagu agar memiliki sifat-sifat yang lebih unggul dengan cara memadukan pati dengan polimer lain.

Penelitian sebelumnya Wilpiszewska dkk (2014) telah melakukan modifikasi asam sitrat-pati kentang dengan penguat *microcrystalline cellulose* (MCC), gliserol dan asam sitrat. Hasil yang didapatkan adalah penambahan *microcrystalline cellulose* (MCC) dapat meningkatkan sifat mekanik dari *film* polisakarida. Modulus young dan kekuatan *tensile* meningkat dari 42 menjadi 96 MPa dan 2,6 menjadi 3,9 MPa, masing-masing untuk pati yang tidak diisi atau *film* asam sitrat dan sistem yang sama mengandung 15% b/b MCC.

Kawijia dkk (2017) juga telah melakukan penelitian tentang studi karakteristik pati singkong utuh berbasis *edible film* dengan modifikasi *cross-linking* asam sitrat. Pembuatan *edible film* dilakukan dengan menggunakan pati singkong utuh, gliserol, dan asam sitrat kristal. Hasil penelitian tersebut menunjukkan penambahan asam sitrat dapat meningkatkan ketebalan dan kelarutan *edible film* serta penurunan laju tranmisi uap air dan pemanjangan. Kuat tarik meningkat pada penambahan asam sitrat sebanyak 10%. Pada pengujian *Fourier Transform InfraRed* (FTIR) adanya reaksi *cross-linking* pada pembuatan *edible film* dari pati singkong utuh yang menghasilkan gugus ester dapat terbaca pada rentang 1725,4 – 1730,22 cm.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, sifat mekanik, morfologi, dan biodegradibilitas yang dihasilkan tidak konsisten seiring dengan

perbedaan jenis serta komposisi *plasticizer*, *filler* dan bahan baku yang digunakan. Maka dari itu, peneliti melakukan penelitian dengan variasi komposisi *filler* yang digunakan yaitu filler *microcrystalline cellulose* (MCC), *plasticizer* sorbitol dengan penambahan asam sitrat yang dapat berfungsi sebagai pengikat silang (*Cross-linking Agent*) terhadap bahan baku pati sagu dengan tujuan dapat menutupi kelemahan bioplastik dari penelitian sebelumnya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Bahan yang digunakan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pati sagu yang berasal dari daerah Selat Panjang Kepulauan Meranti dengan kandungan amilosa 25,25% dan amilopektin 48,54%. *Filler microcrystalline cellulose* (MCC) avicel Ph 101, sorbitol sebagai *plasticizer* yang dibeli dari PT. Brataco, asam sitrat kristal yang dibeli dari PRB dan aquades.

2.2 Persiapan Larutan (MCC)

Microcrystalline cellulose (MCC) dengan konsentrasi yang dapat dilihat pada Tabel 2.1 dilarutkan dengan aquadest 100g 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 200 rpm dan pada suhu 90 °C (dijaga konstan) selama 30 menit, setelah 20 menit ditambahkan konsentrasi sorbitol yang dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan pada menit ke 25 ditambahkan asam sitrat dengan konsentrasi yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Campuran yang telah homogen didiamkan ± 5 menit . Setelah itu campuran yang sudah di panaskan tadi dituangkan ke

dalam cetakan kaca ukuran 22 cm x 22 cm x 2 mm 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 ke arah horizontal secara pelan-pelan hingga seluruh permukaan bioplastik terlepas dari cetakannya. Uji karakterisasi bioplastik yang akan dilakukan adalah sifat mekanik (ASTM D882), biodegradabilitas (DIN EN ISO 846).

2.4 Rancangan percobaan

Metode pendekatan model yang digunakan adalah metode statistik yaitu metode *Respon Surface Methodology*. Secara sederhana persamaan RSM adalah regresi multivariabel dari sekumpulan data yang akan diobservasi, prosesnya mudah diterapkan jika sekumpulan data yang dibutuhkan telah tersedia. Maka, untuk mengaplikasikan RSM dibutuhkan rancangan percobaan yang tepat (Montgomery, 1991).

Software yang digunakan pada penelitian ini adalah *Design Expert v10.0.1* Salah satu rancangan percobaan yang dapat digunakan untuk RSM adalah *Central Composite Design* (CCD). Pada CCD nilai aktual dari variabel proses (ξ_i) dinyatakan dalam *coded variables* (X_i) untuk memudahkan perhitungan dalam pengolahan data.

Tabel 2.1 Tempuhan Rancangan Percobaan

Run	Natural Variabels		
	ξ_1	ξ_2	ξ_3
1	25	9	35
2	25	3	35
3	20	6	30
4	20	6	30
5	20	6	30
6	20	6	30
7	25	3	25
8	15	9	25
9	20	6	21.59
10	28,41	6	30
11	25	9	25
12	20	6	30
13	15	3	25
14	20	0,955	30
15	20	11,045	30
16	20	6	38,409
17	15	9	35
18	15	3	35
19	11.59	6	30
20	20	6	30

ξ_1 = MCC (b/b pati)

ξ_2 = Asam Sitrat (b/b pati)

ξ_3 = Sorbitol (b/b pati)

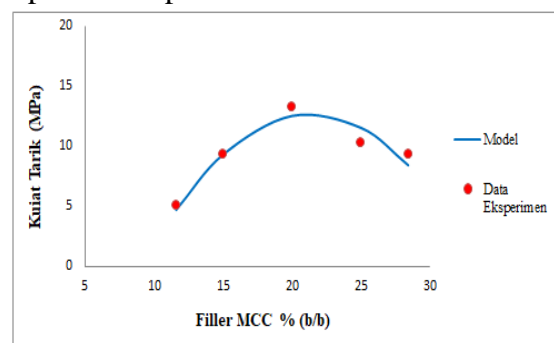
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Sifat Mekanik

Bioplastik yang telah dihasilkan lalu diuji sifat mekanik (kuat tarik, elongasi, modulus young) *water uptake* dan biodegradabilitas sesuai standar

3.1.1 Kuat Tarik

Kuat tarik adalah ukuran kekuatan yang bias ditahan suatu sampel sebelum sampel tersebut putus. Hasil nilai kuat tarik dapat dilihat pada Gambar 3.1.

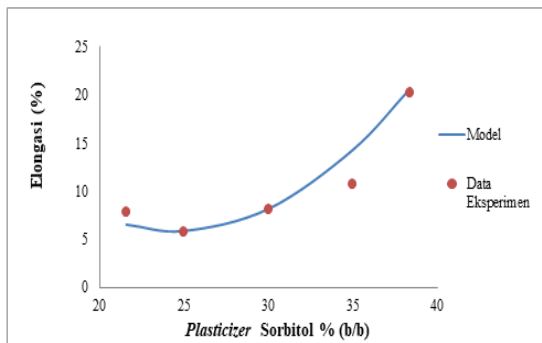


Gambar 3.1. Pengaruh kadar *filler* MCC terhadap nilai kuat tarik.

Berdasarkan data respon yang didapat dan hasil analisis ANOVA 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* sorbitol 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.

3.1.2 Elongasi

Elongasi merupakan regangan maksimum yang dialami bahan saat dikenai gaya. Hasil nilai elongasi dapat dilihat pada Gambar 3.2.

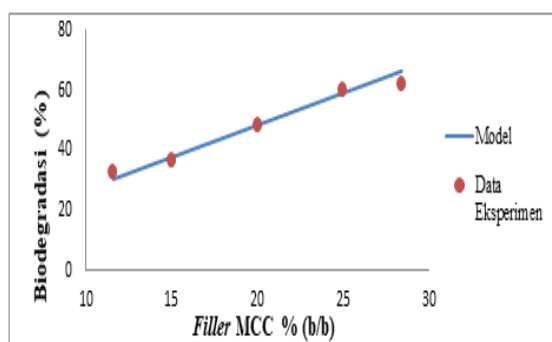


Gambar 3.2 Pengaruh kadar *plasticizer* sorbitol terhadap nilai Elongasi.

Berdasarkan data respon yang didapat dan hasil analisis ANNOVA menunjukkan elongasi meningkat seiring dengan penambahan *plasticizer*. Pati merupakan polimer alam dalam bentuk butiran yang tidak dapat diproses menjadi material termoplastik karena kuatnya ikatan hidrogen intermolekular dan intramolekuler. Molekul *plasticizer* akan mengganggu kekompakan pati, menurunkan interaksi intermolekuler dan meningkatkan mobilitas polimer, sehingga dengan adanya air dan *plasticizer*, ikatan hidrogen tersebut dapat diputuskan. Selanjutnya mengakibatkan peningkatan nilai nilai elongasi (Sirait, 2015).

3.2 Biodegradasi

Biodegradasi bertujuan untuk mengetahui seberapa lama bioplastik yang dihasilkan agar dapat terurai di lingkungan. Hasil nilai biodegradasi dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Pengaruh kadar *filler* MCC terhadap nilai biodegradasi.

Berdasarkan data respon yang didapat dan hasil analisis ANOVA kenaikan nilai biodegradasi disebabkan semakin

bertambahnya kadar *plasticizer* dan *filler*. Hal ini karena 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 juga berpengaruh terhadap kemampuan biodegradasi, bioplastik mengalami penurunan degradasi dengan bertambahnya jumlah kadar asam sitrat yang ditambahkan. 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 (*water resistibility*) meningkat (Ghanbarzadeh dkk, 2010). Peningkatan *water resistibility* menyebabkan air yang terdapat didalam tanah tidak dapat berinteraksi dengan pati sehingga degradasi berjalan lebih lambat.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan didapatkan hasil dengan peningkatan *filler microcrystalline cellulose* (MCC, mengakibatkan kuat tarik meningkat dari 4,25-15,84 MPa, sedangkan penambahan jumlah sorbitol 25-35% b/b dapat meningkatkan nilai elongasi yaitu 5,77-22,81% dan juga meningkatkan nilai biodegradasi dari 32,35-63,33%.

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.
- Avella, M., A. Buzarovska, M.A. Errico, G. Gentile, dan A. Grozdanov. 2009. *Eco-challenges of bio based polymer composite*. Material 2: 911-925.

- 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. Citric Acid as Multifunctional Agent in Blowing Films of Starch/ PBAT. *Química Nova*. 34(9):1507-1510.
- 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.
- Marbun, Eldo. 2012. Sintesis Bioplastik dari Pati Ubi Jalar Menggunakan Penguat Logam ZnO dan Penguat Alami Selulosa. *Skripsi*, Universitas Indonesia.
- Montgomery, C. D. 1991. *Design and Analysis of Experiments*, 5th 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*.
- Sirait., dan Toni, P. 2015. Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Talas dengan menggunakan Plasticizer Gliserol. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Supriadi, A 2016. Inaplas Soroti Manajemen Sampah dan Pengelolaan Dana Plastik. CNNIndonesia. <http://www.cnindonesia.com/ekonomi/20160222123332-92-112525/inaplas-sorotimanajemen-sampah-dan-pengelolaan-danaplastik/>. 18 Juli 2018.
- Wilpiszewska, K dan Z. Czech. 2014. Citric acid modified potato starch films containing microcrystalline cellulose reinforcement-properties.