

## Studi Kompatibilitas Biopolimer Berbasis Pati Kulit Singkong dan *Polyethylene* dengan Agen *Compatibilizer Maleic Anhydrite*

Elvi Kustiyah, Reni Masrida, dan Rani Agustina

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya

Jalan Raya Perjuangan Bekasi Utara

Email: elvikustiyah@gmail.com, reni.masrida@ubharajaya.ac.id

Diterima: 06-Okt-2017    Diperbaiki: 26-Nov-2017    Disetujui: 26-Des-2017

### ABSTRAK

**Studi Kompatibilitas Biopolimer Berbasis Pati Kulit Singkong dan *Polyethylene* dengan Agen *Compatibilizer Maleic Anhydrite*.** Penelitian ini mempelajari kompatibilitas biopolimer berbasis pati kulit singkong dan *polyethylene* dengan *maleic anhydrite* (MA) sebagai agen *compatibilizer*. MA ditambahkan pada konsentrasi 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; dan 1%. Pencampuran semua bahan dilakukan menggunakan *single screw rheomic* pada suhu 160-180°C. Bioplastik yang dihasilkan dikarakterisasi untuk mengetahui pengaruh penambahan MA terhadap sifat mekanis (*tensile strength*, *elongation*) dan gugus fungsi melalui *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Hasil pengujian menunjukkan penambahan MA berbanding lurus dengan peningkatan *tensile strength* bioplastik dari 5,94 ke 7,14 kg/mm<sup>2</sup>. Uji *elongation* menunjukkan kecenderungan turun pada konsentrasi MA 0,9% ke 1%. Pada uji FTIR, perubahan gugus fungsi dengan intensitas kuat terjadi pada rentang bilangan gelombang 690 – 900 cm<sup>-1</sup>, 1050 – 1300 cm<sup>-1</sup>, 1340 – 1470 cm<sup>-1</sup>, 1500 – 1600 cm<sup>-1</sup>, dan 1610 – 1680 cm<sup>-1</sup>.

**Kata Kunci:** bioplastik, pati kulit singkong, *maleic anhydrite*, *polyethylene*

### ABSTRACT

***Compatibility Study on Starch Based Biopolymer from Cassava Peels and Polyethylene with Addition of Maleic Anhydrite as Compatibilizer Agent.*** This study investigated compatibility of biopolymers prepared from cassava skin starch and polyethylene, with maleic anhydrite (MA) as the compatibilizer agent. MA was added at concentrations of 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, and 1%. All materials were mixed using single screw rheomic at 160-180°C. The resulting bioplastics were characterized to determine the effect of adding MA on mechanical properties

(tensile strength, elongation) and functional groups through the Fourier Transform Infra Red (FTIR). The test results showed the addition of MA was directly proportional to the increase of tensile strength from 5.94 to 7.14 kg/mm<sup>2</sup>. Moreover, elongation shows the tendency to decrease at MA concentration of 0.9% to 1%. In the FTIR test, changes in functional groups with strong intensity occurred in the range of wave number 690 - 900 cm<sup>-1</sup>, 1050 - 1300 cm<sup>-1</sup>, 1340 - 1470 cm<sup>-1</sup>, 1500 - 1600 cm<sup>-1</sup>, and 1610 - 1680 cm<sup>-1</sup>.

**Keywords:** bioplastic, starch of cassava skin, maleic anhydrite, polyethylene

## PENDAHULUAN

Pada tahun 2007 konsumsi plastik mencapai 260 juta ton [1]. Plastik sintesis berbahan dasar minyak bumi seperti *polyetilenaterephthalate* (PET), *polyvinylchloride* (PVC), *polyethylene* (PE), *polypropylene* (PP), *polystyrene* (PS) dan *polyamida* (PA) banyak digunakan karena relatif murah dengan sifat *tensile* dan *strength* yang baik [2]. Berdasarkan data OPEC tahun 2017, persediaan minyak bumi dunia semakin menipis yaitu 1.213,43 miliar barel, sehingga diperlukan bahan baku lain yang mampu mengurangi ketergantungan terhadap minyak bumi dan lebih ramah lingkungan (*biodegradable*). Minyak bumi dapat digantikan dengan bahan baku alami dan produknya disebut bioplastik. Bioplastik mulai banyak dikembangkan dari gluten [3], protein putih telur [4] dan pati sagu [5]. Pati sagu merupakan material yang menjanjikan karena memiliki kandungan amilopektin hingga  $\pm 73\%$  [6]. Indonesia merupakan produsen pati sagu terbesar di dunia setelah Brazil dengan luas 1,25 juta Ha atau sekitar 50% dari total produksi di dunia [6]. Penelitian tentang pembuatan bioplastik berbahan pati sagu telah banyak dilakukan, namun masih menghasilkan bioplastik dengan sifat mekanik yang lemah, stabilitas jangka panjang yang kurang baik, dan sensitif terhadap air [7]. *Biodegradable plastics* menjadi alternatif penyelesaian masalah penggunaan plastik berbahan fosil yang memiliki masalah kesulitan terurai. Pati sering digunakan sebagai bahan baku *biodegradable film* untuk menggantikan polimer plastik karena ekonomis, dapat diperbaharui, dan memberikan karakteristik fisik yang baik [8]. Beberapa penelitian yang sudah dilakukan dengan pemanfaatan pati ditampilkan pada Tabel 1.

Pati dan selulosa termasuk polisakarida bahan alam yang paling melimpah, dan keduanya merupakan polimer homoglukan. D-glucose adalah monomer unit pada pati dan selulosa, namun mereka mempunyai sifat mekanik dan kimia yang berbeda dari satu sama lain hingga perbedaan terkecil dalam strukturnya [1]. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2015, Indonesia menghasilkan sebanyak 24 juta ton singkong per tahun dan meningkat 12,5% pada tahun 2016. Peningkatan tersebut memposisikan

**Studi Kompatibilitas Biopolimer Berbasis Pati Kulit Singkong dan *Polyethylene* dengan Agen *Compatibilizer Maleic Anhydrite* (Elvi Kustiyah)**

Indonesia penghasil singkong nomor 3 (tiga) di dunia setelah Nigeria dan Thailand. Peringkat tersebut berbanding lurus dengan limbah kulit singkong yang dihasilkan. Berat limbah kulit singkong diperkirakan 20% dari daging umbi sehingga berpotensi sebagai limbah padat organik. Limbah kulit singkong pada dasarnya mengandung pati yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku *biodegradable film*. Peluang pemanfaatan pati limbah kulit singkong sebagai biopolimer dengan penambahan *maleic anhydrite* (MA) sebagai *compatibilizer* menjadi bahan kajian yang menarik karena selain mengurangi timbulan limbah kulit singkong juga menghasilkan bioplastik yang ramah lingkungan.

**Tabel 1.** Komparasi beberapa penelitian tentang bioplastik

Tahun	Judul	Penulis	Hasil
2012	Pengaruh Penambahan <i>Plasticizer</i> Sorbitol untuk Pembuatan Bioplastik dari Pati Kulit Singkong	Danny Nurseha [9]	Sorbitol mampu meningkatkan sifat mekanik, yaitu tensile strength terbesar dihasilkan oleh formulasi sorbitol 2 mL yaitu 49 MPa, sedangkan <i>elongation</i> terbesar pada formulasi sorbitol 2 mL yaitu 106,67 %. Uji biodegradasi terhadap jamur <i>Aspergillus niger</i> menunjukkan bahwa bioplastik mengalami penurunan berat yang cukup signifikan yaitu terdegradasi sebesar 78,86 % per sepuluh hari.
2014	Optimasi Plastik Biodegradable Berbahan Jelarut ( <i>Marantha arundinacea L</i> ) dengan Variasi LLDPE untuk Meningkatkan Karakteristik Mekanik	Hendri Setiawan, Musthofa Lutfi, Masruroh [10]	Penambahan LLDPE yang semakin tinggi menyebabkan meningkatnya sifat mekanik kuat tarik, elongasi/perpanjangan dan menurunkan modulus elastisitas. Adanya gugus OH, CO, dan ester menunjukkan bahwa plastik dapat terdegradasi. Pengaruh LLDPE pada gugus fungsi menunjukkan bahwa plastik yang dihasilkan memiliki kekuatan ikatan yang lebih besar pada komposisi pati jelarut termoplastis dengan LLDPE 20 : 80 dari pada perbandingan komposisi 50 : 50
2016	The Effect of Chitosan, Sorbitol, and Heating Temperature Bioplastic Solution on Mechanical Properties of Bioplastic from Durian Seed Starch ( <i>Durio zibehinus</i> )	M. Hendra S. Ginting, Maria Kristiani, Yunella Amelia, Rosdanelli Hasibuan [11]	Penambahan kitosan mampu meningkatkan kuat tarik, namun bioplastik menjadi kaku sehingga elongasi menurun. Penambahan sorbitol meningkatkan elongasi, namun kuat tarik menurun. Peningkatan suhu pemanasan menyebabkan nilai kuat tarik menurun, namun elongasi meningkat.

Pada penelitian ini dilakukan pencampuran antara polimer alam dari pati kulit singkong dan polimer sintetis dari *polyethylene* dengan bantuan MA sebagai agen kompatibilitasnya. Untuk melihat pengaruh penambahan MA pada sifat mekanis dan gugus fungsi biopolimer, variasi konsentrasi MA dilakukan dari 0,6 sampai 1%.

## MATERIAL DAN METODOLOGI

### *Material*

Kulit singkong diperoleh dari daerah sekitar Bekasi, sedangkan kitosan teknis diperoleh dari Merck. Asam asetat teknis diperoleh dari Merck.

### *Ekstraksi Pati Kulit Singkong*

Kulit singkong sebanyak 500 g dicuci bersih dan dihaluskan dengan penambahan sejumlah air hingga diperoleh bubur kulit singkong. Kemudian, bubur kulit singkong disaring dan hasil saringan diendapkan selama semalam. Endapan yang terbentuk dikeringkan menggunakan oven pada suhu 70 °C selama 30 menit. Pati dengan kadar air 5% diayak menggunakan ayakan 60 mesh. Pati dilarutkan dan dipanaskan lagi pada suhu 70 °C, kemudian ditambahkan kitosan yang sudah dilarutkan dalam asam asetat serta sorbitol sebagai plastisizer.

### *Pembuatan Bioplastik*

Hasil ekstraksi pati kulit singkong dicampur dengan *polyethylene* dan agen kompatibilitas maleic anhydrite (MA) menggunakan *single screw rheomic* pada suhu 160-180°C. Variabel komposisi agen kompatibilitas adalah 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 dan 1 (% berat) dari total formulasi.

### *Karakterisasi Bioplastik*

Uji sifat mekanis dilakukan untuk mengetahui parameter *tensile strength* dan *elongation* dari bioplastik yang dihasilkan. Uji sifat mekanis ini dilakukan menggunakan alat *tensile strength*. Sampel diuji pada kecepatan penarikan 500 mm/menit. Sebanyak 3 spesimen diuji untuk setiap sampelnya dan hasilnya dirata-ratakan.

Identifikasi gugus fungsi dilakukan menggunakan alat FTIR (ICEL 2900.M01). Analisis dilakukan dengan melihat spektrumnya, yaitu puncak-puncak spesifik yang menunjukkan jenis gugus fungsional yang dimiliki senyawa tersebut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

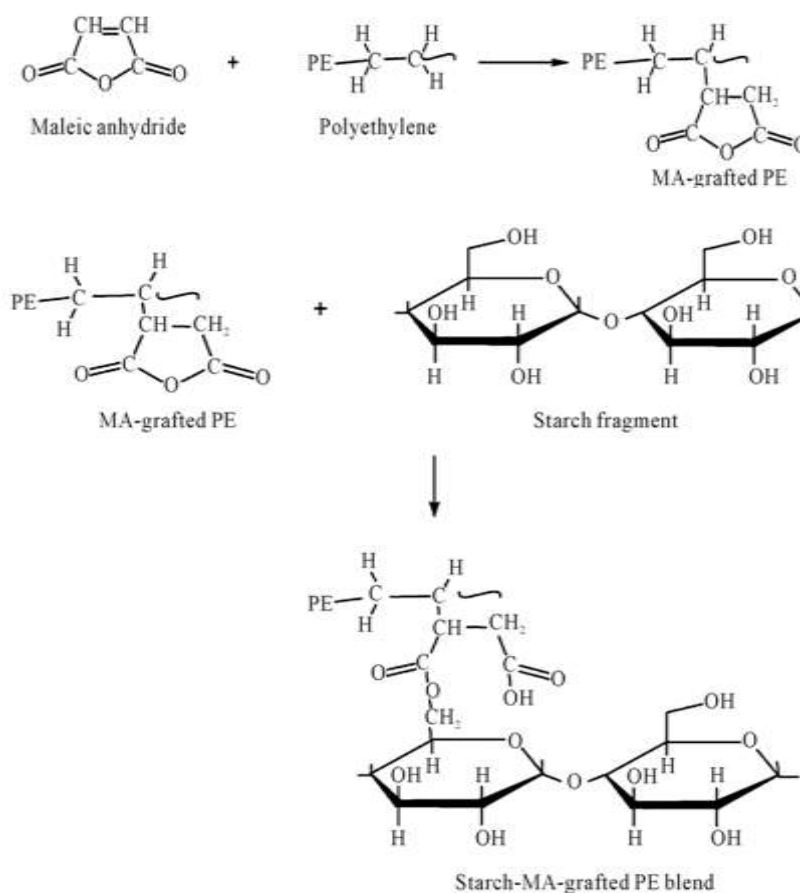
### *Analisis Sifat Mekanis Bioplastik*

Pengujian sifat mekanis bioplastik sangat penting mengingat sifat ini menunjukkan distribusi dan dispersinya pati dalam matrik polimer berlangsung sempurna atau tidak sehingga campuran bisa dikatakan homogen. Secara umum kuat tarik akan meningkat seiring dengan bertambahnya panjang rantai dan ikatan silang pada polimer, sedangkan *elongation* menunjukkan kekuatan akhir bahan polimer yang dihitung dari beban pada saat putus dibagi penampang awal spesimen polimer [10]. Hasil uji sifat mekanis ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil uji sifat mekanis bioplastik dengan penambahan MA

Konsentrasi <i>Compatibilizer</i> (%)	<i>Tensile strength</i> (kg/mm <sup>2</sup> )	<i>Elongation</i> (%)
0,6	5,94	6,58
0,7	5,82	7,94
0,8	6,46	8,12
0,9	6,58	8,49
1	7,14	8,21

Dari Tabel 2 terlihat bahwa penambahan MA berbanding lurus dengan peningkatan *tensile strength* bioplastik dari 5,94 menjadi 7,14 kg/mm<sup>2</sup>. Uji *elongation* juga menunjukkan kecenderungan naik dengan penambahan MA, namun turun pada konsentrasi MA 0,9% ke 1%. Penambahan agen MA menjadikan ikatan antara matrik polimer dengan biopolimer berbasis pati yang semula buruk menjadi lebih baik karena MA menjadi jembatan penghubung antara polar dan non polar material. Gambar 1 memperlihatkan mekanisme pengikatan MA-g-PE dengan pati [12]. Selama proses pencangkakan, MA bereaksi dengan gugus hidroksil (OH) pada bagian pati berbasis kulit singkong dan membentuk ikatan dengan kelompok gugus OH dari pati. Ikatan kovalen yang terjadi dengan gugus hidroksil pada pati dan kelompok anhidrida dari MA bersifat seimbang sehingga ikatan yang terjadi bersifat efisien.

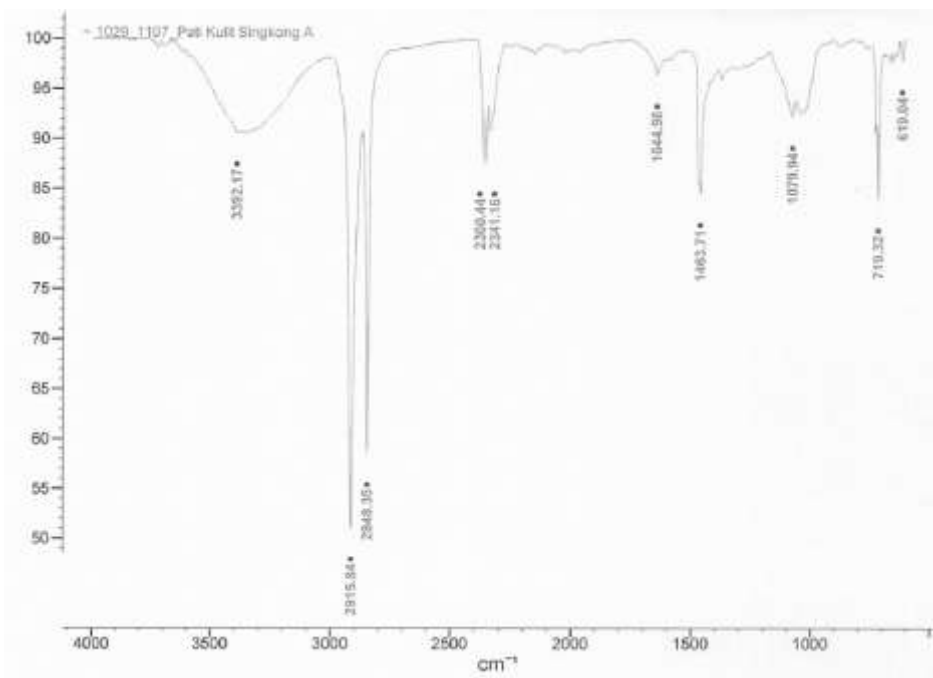


**Gambar 1.** Mekanisme pengikatan MA-g-PE dengan pati [12]

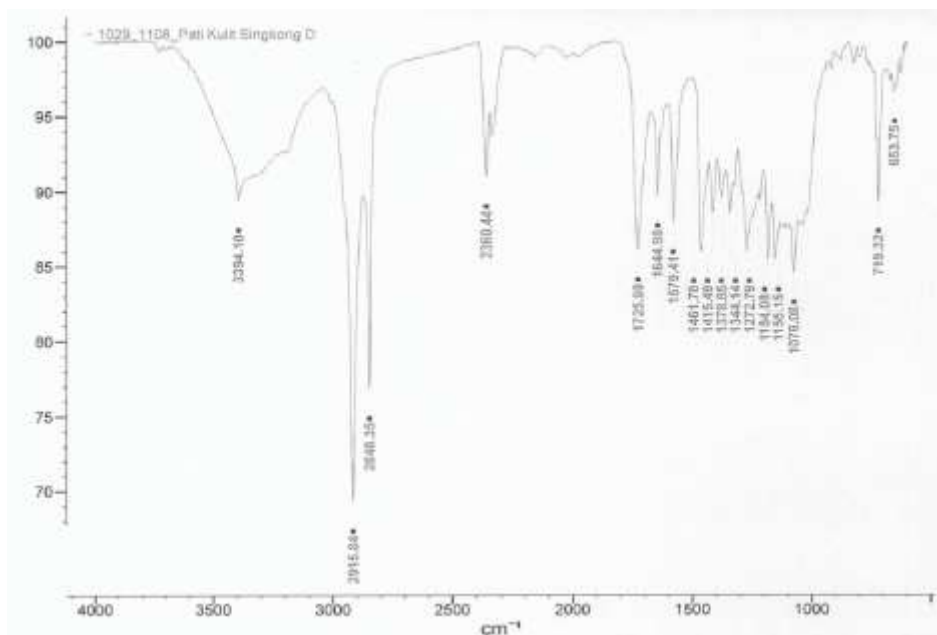
### Analisis Gugus Fungsi Bioplastik

Pada uji FTIR, perubahan signifikan terlihat pada beberapa rentang frekuensi dengan intensitas gugus fungsi yang kuat dan berubah-ubah, seperti terlihat pada Gambar 2-4. Dari gambar-gambar tersebut, identifikasi gugus fungsi dibagi pada beberapa daerah frekuensi yaitu: pada kisaran *wave number*  $690 - 900\text{ cm}^{-1}$ ,  $1050 - 1600\text{ cm}^{-1}$ ,  $1340 - 1470\text{ cm}^{-1}$ ,  $1500 - 1600\text{ cm}^{-1}$ ,  $1610 - 1680\text{ cm}^{-1}$  dan hasil kompilasi diperlihatkan pada Tabel 3. Pada konsentrasi 0,9 dan 1% MA gugus yang terbentuk identik, hanya sedikit perbedaan pada daerah frekuensi  $1050 - 1300\text{ cm}^{-1}$  bahwa pada konsentrasi 1% terdapat 5 (lima) *peak* gugus C = O (Alkohol, Ester, Asam Karboksilat, Eter), sedangkan pada konsentrasi 0,9% MA hanya 4 (empat) *peak* saja. Selain itu, terdapat gugus OH pada daerah frekuensi  $3200 - 3650\text{ cm}^{-1}$  dengan intensitas berubah-ubah terkadang melebar dengan gugus OH kemungkinan berupa Fenol Monomer Alkohol, Alkohol, Ikatan Hidrogen dan Fenol.

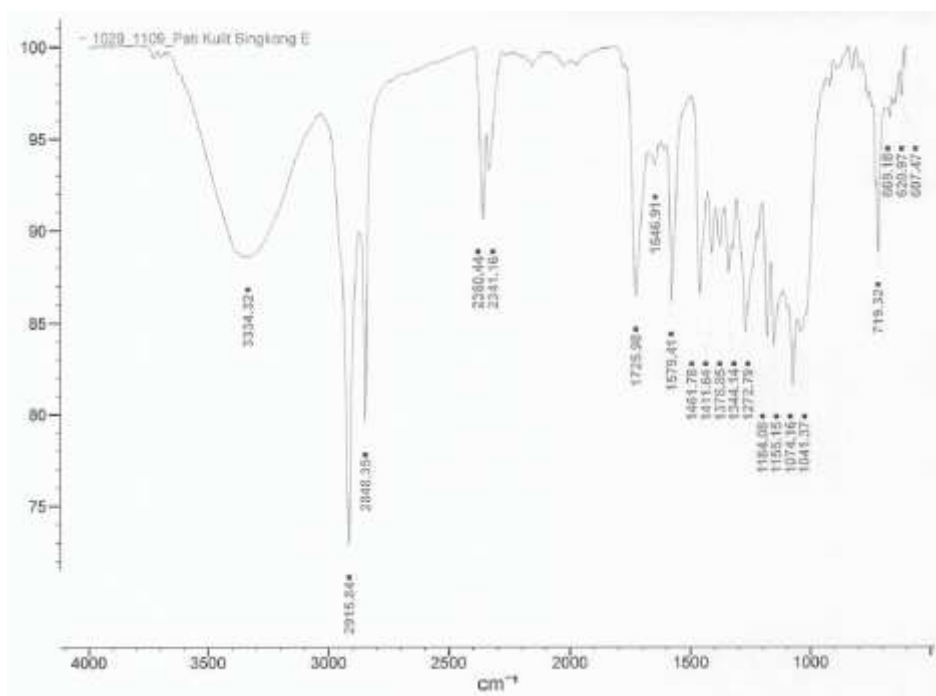
**Studi Kompatibilitas Biopolimer Berbasis Pati Kulit Singkong dan *Polyethylene* dengan Agen *Compatibilizer Maleic Anhydrite* (Elvi Kustiyah)**



**Gambar 2.** Spektrum FTIR bioplastik pati-PE dengan penambahan 0,6% MA



**Gambar 3.** Spektrum FTIR bioplastik pati-PE dengan penambahan 0,9% MA



Gambar 4. Spektrum FTIR bioplastik pati-PE dengan penambahan 1% MA

Tabel 3. Tipe senyawa campuran bioplastik

Hasil FTIR (cm <sup>-1</sup> ) dengan variasi konsentrasi MA			Daerah Frekuensi (cm <sup>-1</sup> )	Tipe Senyawa	Ikatan	Intensitas
0,6	0,9	1				
719,32	719,31	719,32	690 – 900	Cincin Aromatik	C - H	Kuat
		696,18				
1079,94	1272,79	1272,79	1050 – 1300	Alkohol, Ester, Asam Karboksilat, Eter	C = O	Kuat
	1184,08	1184,08				
	1155,15	1155,15				
	1076,08	1074,16				
		1041,37				
1463,71	1461,78	1461,78	1340 – 1470	Alkana	C - H	Kuat
	1415,49	1411,64				
	1378,85	1378,85				
	1344,14	1344,14				
-	1579,41	1579,41	1500 – 1600	Cincin Aromatik	C – H	Berubah-ubah
1644,98	1644,98	1646,91				



## **KESIMPULAN**

Penambahan *compatibilizer maleic anhydrite* pada konsentrasi dari 0,6 sampai 1% mampu memberikan pengaruh positif terhadap nilai kekuatan tarik dan *elongasi*. Hasil uji FTIR dipastikan terdapat ikatan OH yang menjadi jembatan penghubung pembentukan bioplastik.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Kami mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi Indonesia yang telah memberi kesempatan untuk melakukan uji mekanis di laboratorium Kimia Fisika dan Laboratorium Munawardin, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya dalam proses ekstraksi pati kulit singkong.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [1]. Abolibda, TZY. Physical and chemical investigation of starch based bio-plastic. Doctoral thesis. Leicester: University of Leicester; 2015.
- [2]. Siracusa V, Rocculi P, Romani S, Dalla Rosa M. Biodegradable polymers for food packaging: a review. *Trends Food Sci Technol* 2008;19(12):634-43.
- [3]. Jerez A, Partal P, Martínez I, Gallegos C, Guerrero A. Rheology and processing of gluten based bioplastics. *Biochem Eng J* 2005;26(2-3):131-8.
- [4]. Jerez A, Partal P, Martínez I, Gallegos C, Guerrero A. Egg white-based bioplastics developed by thermomechanical processing. *J Food Eng* 2007;82(4):608-17.
- [5]. Nafchi AM, Alias AK, Mahmud S, Robal M. Antimicrobial, rheological, and physicochemical properties of sago starch films filled with nanorod-rich zinc oxide. *J Food Eng* 2012;113(4):511-9.
- [6]. Flach M. Sago palm: Metroxylon sago Rottb.-Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 13: Rome: Bioversity International; 1997
- [7]. Li M, Witt T, Xie F, Warren FJ, Halley PJ, Gilbert RG. Biodegradation of starch films: The roles of molecular and crystalline structure. *Carbohydr Polym* 2015;122:115-22.
- [8]. Bourtoom T, Chinnan MS. Preparation and properties of rice starch-chitosan blend biodegradable film. *LWT-Food Sci Technol* 2008;41(9):1633-41.

- [9]. Nurseha D. Pengaruh penambahan plasticizer sorbitol untuk pembuatan bioplastik dari pati kulit singkong. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga; 2012.
- [10]. Setiawan H, Lutfi M, Masruroh. 2014. Optimasi plastik biodegradable berbahan jelarut (*Marantha arundinacea L*) dengan variasi LLDPE untuk meningkatkan karakteristik mekanik. J Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem 2014;2(2):124-30.
- [11]. Ginting MHS, Kristiani M, Amelia Y, Hasibuan R. The effect of chitosan, sorbitol, and heating temperature bioplastic solution on mechanical properties of bioplastic from durian seed starch (Durio zibehinus). Int J Eng Res Appl 2016;6(1):33-8.
- [12]. Kalambur SB, Rizvi SSH. An overview of starch-based plastic blends from reactive extrusion. J Plas Film Shtg 2006;22(1):39-58.