

## KARBOKSIMETILASI TAPIOKA UNTUK PEMBUATAN *EDIBLE FILM*

**Fransisca Meyla Aryawati**

INTAN "Yogyakarta"

Jl. Magelang Km 5.6, Yogyakarta

Email: [sisca\\_aryawati@yahoo.com](mailto:sisca_aryawati@yahoo.com)

### ABSTRACT

*The aim of this research were : 1) to investigate the influence of sodium monochloroacetate on degree substitution that produced by carboxymethylated cassava starch; 2) to get carboxymethylated cassava starch with degree substitution that save the food; 3) to know the influence of some factors i.e degree substitution concentration of carboxymethylated cassava starch and plasticizers on physical properties of edible film. This research was divided into two steps. Firstly, starch was modified adding by sodium monochloroacetate 0 mol/ AGU; 0.25 mol/ AGU; 0.50 mol/AGU; 0.75 mol/ AGU; 1 mol/AGU in the presence of alkali. Then the modified cassava starch which appropriate degree substitution as food grade, that is 0.4 – 0.6 was choosen. Secondly, edible film variation of degree substitution, concentration of carboxymethylated cassava starch and plasticizers was made. In this experiment, the film's thickness as same as commercial film in white rabbit's candies, that is 0.031-0.033 mm. The result showed that sodium monochloroacetate influence on degree substitution of carboxymethylated cassava starch. Degree substitution of 0.33 gave solubility, viscosity and moisture content 91.25 %; 1.5000 d Pa.s; 11.22 % respectively. Furthermore, with 0.62 degree of substitution, solubility, viscosity and moisture content were 88.66 %; 2.5833 d Pa.s; 11.14 % respectively. The variation of degree substitution, concentration of carboxymethylated cassava starch and plasticizers strongly effects on tensile strength, elongation and solubility, but no influence on thickness and water vapor transmission rate of edible film.*

*Keyword : cassava starch, edible film, carboxymethyl, plasticizer*

### PENDAHULUAN

Pati ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz) oleh masyarakat lebih dikenal dengan nama tapioca mengandung 17% - 20% amilosa dan 80% - 83% amilopektin. Salah satu fungsi dari tapioca terutama pada olahan pangan adalah dalam mengendalikan sifat-sifat struktur dan reologi. Amilopektin banyak digunakan untuk produk yang memiliki viskositas, stabilitas dan kemampuan penebalan (*thickening*) yang baik. Sedangkan amilosa digunakan untuk pembuatan film dan

pembuatan gel. Menurut Meyer (1973), amilosa dapat membentuk gel dengan mudah karena mempunyai struktur rantai yang lurus, sehingga pembentukan jaringan tiga dimensi berlangsung dengan mudah. Akan tetapi penggunaan pati alami, terutama tapioca sangat dibatasi oleh sifat kimia dan fisiknya. Oleh karena itu, untuk dapat memberikan sifat fisik dan kimia yang lebih baik, maka dalam penggunaan tapioca perlu dimodifikasi terlebih dahulu, baik modifikasi kimia maupun modifikasi fisik.

Salah satu modifikasi kimia terhadap tapioka alami adalah dengan pemberian gugus karboksimetil, yaitu dengan penambahan sodium monokloroasetat (SMCA) dalam media larutan alcohol basa. Sifat dari tapioca karboksimetil sangat ditentukan oleh derajat substitusi, yaitu jumlah rata-rata gugus karboksimetil setiap unit anhydroglukosa (AGU). Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi penentuan derajat substitusi antara lain adalah jenis pati dan parameter reaksinya, termasuk di dalamnya adalah konsentrasi reagen, suhu reaksi, waktu reaksi, tipe larutan organik dan kandungan air dalam media reaksi (Ketslip *et al.*, 2002). Tapioka yang sudah dimodifikasi memiliki keunggulan mudah ditekuk atau ditebuk dibandingkan dengan tapioka alami, sehingga bisa dijadikan bahan dasar pembuatan edible film.

Edible film adalah pengemas alternatif yang tidak menimbulkan masalah lingkungan. Menurut Kester dan Fennema (1986), kapasitas edible film dapat membantu untuk memperbaiki kualitas makanan secara keseluruhan dan memperpanjang umur simpan. Selain itu, edible film dapat juga memperlambat migrasi uap air, transport gas ( $O_2$  dan  $CO_2$ ), migrasi lemak dan minyak, transpor pelarut, serta memperbaiki sifat – sifat mekanik bahan makanan, member keutuhan struktur makanan yang dikemas dan menahan

komponen aroma yang mudah menguap. Komponen lain yang mendukung dalam proses menghasilkan edible film yang baik adalah peran serta plasticizer.

Plasticizer merupakan komponen non volatile dan jika ditambahkan dalam polimer film dapat mempengaruhi fleksibilitasnya (Kester, *et al.*, 1986). Umumnya plasticizer berpengaruh nyata pada suhu transisi kalorimetrik, tensile modulus dan permeabilitas uap air. Selain itu, plasticizer dapat mengurangi ikatan hydrogen internal dan intermolekuler serta meningkatkan mobilitas rantai polimer, sehingga dapat meningkatkan kelenturan dan kemampuan memanjang film (Gontard *et al.*, 1992). Beberapa contoh plasticizer yang sering digunakan dalam edible film antara lain : gliserol, sorbitol, manitol, xylitol, sukrosa, propylene glikol dan polietilen glikol. Gliserol, polietilen glikol, propilen glikol dan sorbitol merupakan plasticizer yang sering digunakan pada pembentukan film berbahan dasar protein. Sedangkan gula alcohol sering digunakan sebagai plasticizer pada edible film berbasis polisakarida.

## **METODE PENELITIAN**

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini ialah tapioca yang diproduksi oleh PT. Gunung Agung, Lampung, Indonesia. Bahan kimia yang digunakan untuk pembuatan tapioka karboksimetil,

antara lain : Isopropil Alkohol, NaOH, Sodium Monokloroasetat, Asam Asetat 90 %, Etanol 85 %, Aquades dan kertas saring. Bahan untuk pembuatan edible film adalah tapioka karboksimetil, gliserol, sorbitol dan aquades. Sedangkan bahan untuk analisis tapioka karboksimetil antara lain : tapioka karboksimetil dengan derajat substitusi 0.33 dan 0.62, aquades (Bebas CO<sub>2</sub>), Metanol, HCl 4N, HCl 0.1 N, NaOH 0.1 N dan indikator phenolphthalein. Bahan untuk analisis edible film antara lain : larutan garam 40%, sodium azida, silika gel dan aquades.

### Persiapan Tapioka Karboksimetil

Pembuatan tapioka karboksimetil menggunakan metode Sangseethong *et al.* (2003) yang sudah dimodifikasi. Adapun langkah pertama, tapioka yang akan dikarboksimetilasi dibawa pada kondisi basa menggunakan isopropil alkohol/campuran air sebagai media pereaksi. Pati didispersikan dalam isopropil alkohol, kemudian diaduk secara cepat dan kuat sembari kita tambahkan NaOH. Proses selanjutnya adalah alkalisasi yang berlangsung dalam *water bath shaker* sampai suhu mencapai 40<sup>0</sup> C selama ± 15 menit, selanjutnya menambahkan sodium monokloroasetat dalam campuran tersebut. Proses karboksimetilasi tersebut berlangsung selama 3 jam dalam *water bath shaker* dengan suhu 40<sup>0</sup> C. Selanjutnya

hasil tapioka karboksimetil diturunkan pH nya dengan asam asetat 90% menjadi 5.5 – 6.5 dan dilanjutkan dengan pencucian menggunakan etanol 85 % , kemudian ampas disaring lalu dikeringkan dalam oven dengan temperature 40<sup>0</sup> C, selama 24 jam

### Pengukuran Derajat Substitusi

Derajat substitusi dari tapioka karboksimetil ditentukan dengan menggunakan metode dari ISO 11216 (1998). Penentuan kandungan gugus karboksimetil dihitung sebagai berikut :

$$W_c = \frac{c \times M_c \times (V_b - V_s) \times 100\%}{M} \times \frac{100\%}{100\% - W_m}$$

Dimana :

W<sub>c</sub> = kandungan gugus karboksimetil (%)

C = konsentrasi 0.1 N HCl yang digunakan untuk titrasi (mol/L)

M<sub>c</sub> = 58 g/mol

V<sub>b</sub> = volume 0.1 N HCl untuk titrasi blanko (ml)

V<sub>s</sub> = volume 0.1 N HCl untuk titrasi sampel (ml)

m = berat bahan untuk titrasi (mg)

W<sub>m</sub> = berat kering bahan (%)

Selanjutnya dari hasil perhitungan di atas akan diperoleh derajat substitusi dengan perhitungan :

$$X_c = \frac{W_c \times M_a}{(100\% - W_c) \times M_c}$$

Dimana :

$X_c$  = derajat substitusi

$W_c$  = kandungan gugus karboksimetil

$M_a$  = 162 g/mol

$M_c$  = 58 g/mol

### **Pembuatan Edible Film**

Pada penelitian ini menggunakan tapioka karboksimetil dengan derajat substitusi 0.33 dan 0.62. Tapioka karboksimetil pada masing – masing konsentrasi diaduk dan dipanaskan pada suhu 70<sup>0</sup> C selama 15 menit, kemudian dicampur dengan plasticizer gliserol, sorbitol dan campuran keduanya dengan perbandingan 1 : 1. Setelah proses pencampuran, dilanjutkan pemanasan lagi pada suhu 70<sup>0</sup> C selama 15 menit kemudian dilakukan pencetakan film ke dalam plat ukuran 25 x 17 cm<sup>2</sup>. Setelah itu, larutan film dalam plat dikering – ovenkan pada suhu 40<sup>0</sup> C selama 24 jam.

### **Rancangan Percobaan**

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok, diulang sebanyak tiga kali. Pada awal penelitian, memilih tapioka karboksimetil dengan derajat substitusi yang optimum dalam batasan pemanfaatan sebagai aditif bahan pangan yaitu berkisar antara 0.4 – 0.6. Selanjutnya tapioka karboksimetil tersebut

digunakan sebagai bahan pembuatan edible film dengan perlakuan konsentrasi yang berbeda yaitu 2% dan 3 % (b/v). Selain itu, macam plasticizer juga ditambahkan pada pembuatan film tersebut.

### **Metode dan Analisis Data**

Metode yang digunakan untuk analisis antara lain, metode Chen dan Jane (1994) yang sudah dimodifikasi untuk menganalisis solubilitas tapioka karboksimetil. Analisis viskositas tapioka karboksimetil menggunakan metode Sangseethong *et al.*, (2003). Analisis kadar air menggunakan prosedur dari ISO 1666. Sedangkan analisis edible film menggunakan metode Kim *et al.*, (2002) untuk ketebalan, kuat renggang putus dan pemanjangan, sedangkan untuk analisis kelarutan film dalam air menggunakan metode Gontard *et al.*, (1992), dan metode Xu dan Li (2005) digunakan untuk mengukur laju transmisi uap air (*water vapor transmission rate*, WVTR). Analisis data dilakukan dengan menggunakan software Microsoft Excel XP (Microsoft Corporation, 1983-2001) untuk mengolah data. Sedangkan untuk menganalisis variabel dan Uji DMRT digunakan software SPSS 12.0 for windows (SPSS Inc., 1989-2003).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini tapioka karboksimetil yang memiliki derajat substitusi pada kisaran aman bagi pangan (0.4 – 0.6) saja yang akan diuji lanjut. Adapun hasil Derajat Substitusi (DS) tapioka karboksimetil dengan variasi penambahan SMCA (Sodium Monokloroasetat) pada penelitian ini secara

berurutan 0 mol/ AGU, DS nya 0; 0.25 mol/ AGU, DS nya 0.33; 0.50 mol/ AGU, DS nya 0.62; 0.75 mol/ AGU, DS nya 1.44; 1.0 mol/ AGU, DS nya 1.99. Sehingga peneliti memilih tapioka karboksimetil yang memiliki DS 0.33 dan 0.62. Hasil analisis tapioka karboksimetil dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kelarutan, viskositas dan kadar air tapioka karboksimetil dengan variasi derajat substitusi

Keterangan DS	Kelarutan (%)	Viskositas (d Pa.s)	Kadar Air (%)
0	88.43 <sup>a</sup>	1.4167 <sup>a</sup>	11.20 <sup>a</sup>
0.33	91.25 <sup>b</sup>	1.5000 <sup>a</sup>	11.22 <sup>a</sup>
0.62	88.66 <sup>a</sup>	2.5833 <sup>b</sup>	11.14 <sup>a</sup>

### A. Pengaruh Derajat Substitusi (DS)

#### Terhadap Tapioka Karboksimetil

##### 1. Kelarutan

Berdasarkan Tabel 1 dapat kita lihat bahwa dengan penambahan SMCA pada tapioka alami mampu meningkatkan kelarutan pati tersebut. Hal itu sesuai dengan pernyataan dari Zainal *et al.* (2005), bahwa masuknya gugus karboksimetil ke dalam granula pati akan mengakibatkan melemahnya struktur pada granula dikarenakan gugus-gugus yang berdekatan saling tolak-menolak, sehingga menghambat penggabungan intermolekuler. Hal tersebut menyebabkan air yang terperangkap lebih banyak sehingga dapat meningkatkan *swelling* pada granula pati.

##### 2. Viskositas

Peningkatan SMCA yang ditambahkan pada tapioka akan menyebabkan peningkatan gugus karboksimetil, sehingga tapioka karboksimetil tersebut akan semakin mudah untuk mengikat dan mengimobilisasi air. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sangseethong *et al.* (2003), bahwa kenaikan viskositas pada pati karboksimetil disebabkan oleh keberadaan gugus karboksimetil dalam molekul pati tersebut.

##### 3. Kadar Air

Berdasarkan Tabel 1, kadar air yang dihasilkan oleh tapioka karboksimetil

dengan DS 0.33 yaitu 11.22 %, sedangkan kadar air yang diperoleh dari tapioka DS 0.62 yaitu 11.14 %. Tapioka karboksimetil yang memiliki DS 0.33 ikatan molekulnya lebih renggang dibandingkan dengan tapioka karboksimetil dengan DS 0.62, hal

tersebut mengakibatkan semakin banyak air yang terperangkap ke dalam ikatan antar molekul tapioka karboksimetil sehingga molekul air mudah berasosiasi dengan molekul tapioka karboksimetil.

Tabel 2. Ketebalan, kuat regang putus, pemanjangan, kelarutan film dalam air dan laju transmisi uap air edible film dengan variasi derajat substitusi, konsentrasi tapioka karboksimetil dan macam plasticizer.

DS CMS	Konsentrasi CMS (b/v)	Plasticizer	Konsentrasi Plasticizer (b/v)	Ketebalan (mm)	Kuat Renggang Putus (Mpa)	Pemanjangan (%)	Kelarutan Film Dalam Air (%)	Laju Transmisi Uap Air (g/m <sup>2</sup> .jam)
0.33	2%	Gliserol (G)	0.30 %	0.0329 <sup>f</sup>	10.1337 <sup>a</sup>	2.72 <sup>bc</sup>	49.74 <sup>gh</sup>	27.3755 <sup>de</sup>
		Sorbitol (S)	0.30 %	0.0315 <sup>bcd</sup>	10.1135 <sup>a</sup>	3.23 <sup>c</sup>	42.27 <sup>ef</sup>	26.6996 <sup>cde</sup>
		GS	0.30 %	0.0319 <sup>de</sup>	21.1244 <sup>e</sup>	2.4 <sup>b</sup>	47.22 <sup>fg</sup>	26.5159 <sup>cde</sup>
	3%	Gliserol (G)	0.30 %	0.0323 <sup>ef</sup>	10.9283 <sup>ab</sup>	2.42 <sup>b</sup>	39.48 <sup>de</sup>	25.4064 <sup>bcd</sup>
		Sorbitol (S)	0.30 %	0.0312 <sup>abc</sup>	10.6923 <sup>ab</sup>	2.44 <sup>b</sup>	36.5 <sup>d</sup>	22.5109 <sup>a</sup>
		GS	0.30 %	0.0322 <sup>ef</sup>	14.6201 <sup>d</sup>	2.84 <sup>bc</sup>	43.31 <sup>ef</sup>	23.9698 <sup>ab</sup>
0.62	2%	Gliserol (G)	0.30 %	0.0307 <sup>ab</sup>	9.0942 <sup>a</sup>	2.77 <sup>bc</sup>	31.07 <sup>c</sup>	28.6811 <sup>ef</sup>
		Sorbitol (S)	0.30 %	0.032 <sup>de</sup>	22.2227 <sup>e</sup>	2.55 <sup>b</sup>	45.94 <sup>fg</sup>	26.0237 <sup>bcd</sup>
		GS	0.30 %	0.0306 <sup>a</sup>	11.1824 <sup>abc</sup>	2.66 <sup>b</sup>	54.78 <sup>h</sup>	29.8193 <sup>fg</sup>
	3%	Gliserol (G)	0.30 %	0.0313 <sup>abcd</sup>	15.8898 <sup>d</sup>	2.44 <sup>b</sup>	6.15 <sup>a</sup>	31.2752 <sup>g</sup>
		Sorbitol (S)	0.30 %	0.0312 <sup>abcd</sup>	13.9977 <sup>bcd</sup>	2.31 <sup>b</sup>	39.69 <sup>a</sup>	24.71 <sup>abc</sup>
		GS	0.30 %	0.0317 <sup>cde</sup>	14.4854 <sup>cd</sup>	1.62 <sup>a</sup>	25.43 <sup>b</sup>	26.4656 <sup>cde</sup>

## B. Pengaruh Variasi DS, Variasi Konsentrasi Tapioka Karboksimetil dan Macam Plasticizer Terhadap Edible Film

### 1. Ketebalan Edible Film

Ketebalan film pada penelitian ini tidak berpengaruh nyata dikarenakan berat padatan pada larutan film tersebut dibuat sama pada dua konsentrasi tapioka karboksimetil, sedangkan yang dibedakan

hanya pelarutnya saja. Edible film dari tapioka karboksimetil hasil penelitian ini sesuai dengan kisaran edible film komersil pada permen white rabbit yaitu sebesar 0.031 – 0.033 mm.

### 2. Kuat Regang Putus Edible Film

Analisis sifat fisik film pada parameter kuat regang putus pada Tabel 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi DS

tapioka karboksimetil maka nilai kuat regang putusnya makin besar. Terbukti pada konsentrasi yang sama yaitu sebesar 3 %, nilai kuat regang putus film berbasis tapioka karboksimetil dengan penambahan plasticizer gliserol pada DS 0.33 sebesar 10.9283 Mpa, sedangkan pada DS 0.62 memiliki nilai sebesar 15.8898 MPa. Hal tersebut diduga pada tapioka karboksimetil dengan DS 0.62 telah banyak gugus hidroksilnya yang tersubstitusi oleh gugus karboksimetil, sehingga lebih banyak ikatan antar molekul yang disebabkan oleh adanya gugus karboksimetil yang bermuatan negatif tersebut, dan menyebabkan film yang dihasilkan lebih kuat. Selain itu, semakin banyak gugus karboksimetil yang mensubstitusi gugus hidroksil pada molekul pati tersebut akan memperbesar kemungkinan terjadinya *crosslinking* (Lechner dan Lazik, 2001). Hal tersebut mengakibatkan jarak antar ikatan antar polimer semakin rapat, ditambah dengan pemberian plasticizer gliserol dan sorbitol yang berfungsi untuk memplastiskan film yang terbentuk, maka kombinasi keduanya akan menghasilkan film dengan matriks yang kuat, rapat dan plastis. Semakin kuat film yang terbentuk, maka semakin besar gaya yang diperlukan per satuan luas permukaan film (Setiahadi, 2005).

Akan tetapi analisis kuat regang putus film yang mendapatkan penambahan

plasticizer ganda atau campuran antara gliserol dan sorbitol akan memberikan tren yang berbeda. Sebagai contoh, pada Tabel 2 menunjukkan bahwa pada konsentrasi yang sama yaitu 2 % dengan penambahan plasticizer campuran, tapioka karboksimetil dengan DS 0.33 memiliki nilai kuat regang putus sebesar 21.1244 MPa, sedangkan pada DS 0.62 memberikan nilai sebesar 11.1824 MPa. Diduga pada DS 0.33 gugus hidroksil yang tersubstitusi oleh gugus karboksimetil tidak sebanyak pada DS 0.62, sehingga jarak antar polimernya tidak terlalu rapat dan plasticizer yang ditambahkan bisa dengan mudah melakukan mobilisasi dan mempengaruhi kuat regang putus film tersebut. Hal tersebut senada dengan yang diutarakan Kim, *et al.* (2002), bahwa penambahan plasticizer campuran akan dapat meningkatkan nilai kuat regang putus.

### 3. Pemanjangan Edible Film

Analisis sifat fisik pada parameter pemanjangan film berdasarkan Tabel 2 akan memberikan tren hasil sebagai berikut : pada konsentrasi 2 % dan 3 % serta pemberian plasticizer gliserol terbukti bahwa tapioka karboksimetil dengan DS 0.62 lebih memiliki sifat fisik pemanjangan film yang lebih besar dibandingkan DS 0.33. Hal itu dikarenakan penambahan plasticizer gliserol yang memiliki BM (Berat Molekul) kecil akan mudah

memasuki polimer tapioka karboksimetil dengan DS 0.62, sehingga gliserol tersebut dapat memobilisasi polimer dan menurunkan ikatan intra molekuler dan meningkatkan jarak intermolekuler, akibatnya pemanjangan film semakin meningkat (Gontard, *et al.*, 1992).

Sedangkan pemberian plasticizer sorbitol akan memberikan tren yang berbeda pada edible film tersebut. Hal itu terlihat pada tapioka karboksimetil yang mendapat penambahan sorbitol dengan konsentrasi 2 % maupun 3 %, maka pada DS 0.33 akan memberikan nilai pemanjangan edible film yang lebih besar jika dibandingkan dengan DS 0.62. Hal tersebut diduga jarak antar polimer pada tapioka karboksimetil dengan DS 0.33 lebih renggang dibandingkan DS 0.62 sehingga memudahkan sorbitol untuk mobilisasi dan mempengaruhi fleksibilitas pada polimer tersebut (Kester, *et al.*, 1986).

#### **4. Kelarutan Edible Film Dalam Air**

Berdasarkan Tabel 2, pemberian kelarutan plasticizer gliserol pada tapioka karboksimetil dengan DS 0.33 akan memberikan nilai kelarutan edible film dalam air yang lebih tinggi dibandingkan dengan edible film yang dibuat dari tapioka karboksimetil dengan DS 0.62. Hal tersebut dikarenakan ikatan antar polimer pada tapioka karboksimetil dengan DS 0.33 lebih renggang sehingga molekul air mudah

berasosiasi dengan molekul tapioka karboksimetil, selain itu dengan penambahan gliserol dapat juga meningkatkan jumlah air yang diambil sehingga nilai kelarutan film dalam air lebih besar. Hal senada juga diungkapkan oleh Lindsay (1985), bahwa gliserol memiliki sifat mudah larut dalam air, meningkatkan viskositas dan mempunyai kemampuan untuk mengikat air.

Nilai kelarutan pada edible film yang berbahan baku tambahannya plasticizer sorbitol akan memberikan tren yang berbeda, karena pemberian sorbitol pada tapioka karboksimetil dengan DS 0.33 akan memberikan nilai kelarutan edible film dalam air yang lebih kecil jika dibandingkan dengan edible film yang berbahan dasar tapioka karboksimetil dengan DS 0.62. Hal tersebut diduga sorbitol memiliki gugus fungsional sebanyak 6 buah sehingga kesempatan untuk menurunkan ikatan intramolekuler dan meningkatkan jarak intermolekuler semakin besar, akibatnya molekul air dapat berasosiasi dengan molekul tapioka karboksimetil dan mendegradasi polimernya, sehingga angka kelarutan film tinggi. Menurut Göpferich (1996) dalam Setiahadhi (2005), menyatakan bahwa degradasi polimer dipengaruhi oleh jumlah air yang diambil (*water uptake*) oleh bahan.



## 5. Laju Transmisi Air pada Edible Film

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi laju transmisi uap air, antara lain ialah ketebalan film, suhu dan perbedaan uap air parsial (Mc Hugh *et al.*, 1994a). Penelitian ini mengusahakan ketebalan film yang sama, oleh karena itu laju transmisi uap air pada tapioka karboksimetil dengan variasi DS, konsentrasi tapioka karboksimetil dan macam plasticizer tidak akan berbeda nyata.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Tapioka yang diberi penambahan sodium monokloroasetat 0; 0.25; 0.50; 0.75; 2.0 mol/ AGU menghasilkan derajat substitusi masing – masing secara berurutan yaitu 0; 0.33; 0.62; 1.44; 1.99.
2. Penambahan sodium monokloroasetat sebanyak 0.25 mol/ AGU dan 0.50 mol/ AGU menghasilkan derajat substitusi yang aman untuk pangan secara berurutan yaitu 0.33 dan 0.62.
3. Tapioka karboksimetil dengan derajat substitusi 0.33 memiliki nilai kelarutan, viskositas dan kadar air secara berurutan sebesar 91.25 %; 1.500 d Pa.s; 11.22 %, sedangkan nilai untuk tapioka karboksimetil dengan derajat substitusi 0.62 sebesar 88.66 %; 2.5833

d Pa.s; 11.14 %.

4. Edible film yang dihasilkan dapat memberikan ketebalan dengan kisaran 0.0306 – 0.0329 mm, hasil ini berada pada kisaran edible film komersil yaitu sebesar 0.031 – 0.033 mm pada permen *white rabbit*.
5. Perlakuan variasi derajat substitusi, konsentrasi tapioka karboksimetil dan macam plasticizer pada penelitian ini berpengaruh nyata terhadap kuat regang putus, elongasi dan solubilitas, akan tetapi tidak berpengaruh nyata pada ketebalan dan laju transmisi uap air.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1998a. ISO11216. International Standar.
- Anonim.1998b. ISO1666. International Standar.
- Adinugraha, M.P. 2004. Sintesis dan Karakterisasi Sodium Karboksimetilselulosa dari Selulosa Batang Semu Pisang Cavendish (*Musa cavendishii* Lambert ex Paxton). Tesis. Program Pascasarjana. UGM. Yogyakarta.
- ASTM. 1994. Standard Test Methods for Sodium Carboxymethylcellulose. ASTM : D 1439 – 94. *ASTM Committee on Standards*. Philadelphia. USA. P 291 – 298.
- deMann, J.M. 1997. Kimia Makanan.

- Penerbit ITB*. Bandung.
- deMann, J.M. 1999. Principles of Food Chemistry. *Aspen Publisher, Inc.* Gaithersburg. Maryland.
- Fennema, O.R. 1976. Principle Of Food Science. *Marcel Dekker, Inc.* Bassel.
- Gontard, N., Guilbert, S. and Cuq. J.L. 1992. Water And Glycerol As Plasticizers Affect Mechanical And Water Vapor Barrier Properties Of An Edible Wheat Gluten Film. *J. of Food Science*. 58 (1) p. 206 – 211.
- Haryadi. 1999. Hidrokoloid Gel. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Kester, J.J., and Fennema, O.R. 1986. Edible Film And Coatings : A Review, *Food Technology* (51).
- Ketslip, S., Sangseethong, K. and Sriroth, K. 2002. Abstract in the 14<sup>th</sup> Annual Meeting of the Thai Society for Biotechnology, November 12-15, 2002. Sofitel Raja Orchid Hotel. Khon Kaen. Thailand.
- Kim, K.W., Ko, K.J. and Park, H.J. 2002. Mechanical Properties, Water Vapor Permeabilities And Solubilities Of Highly Carboxymethylated Starch-Based Edible Films. *J. of Food Science* 67 (1) p. 218-222.
- Krochta, J.M., Baldwin, E. A. and Nisperos – Carriedo, M. 1994. Edible Coatings And Films To Improve Food Quality. Lancaster, P.A. : Technomic p. 305.
- Krochta, J.M. and De Mulder, C. Johnston. 1997. Edible and Biodegradable Polymer Films. *Food Tech.* 51 (2) : p. 61-74.
- Lechner, Dieter M., and Lazik, W. 2001. Super Slupers From Renewable Resources : Synthesis, Properties, Applications. Paper presented at 13<sup>th</sup> Yugoslav Symposium on the Chemistry and Technology of Macromolecules held on Zlatibor Mountain, Juli 27-29, 2001. p. 477-481.
- Lindsay, R.C. 1985. Food Additives. In : O. Fennema. (ed) *Food Chemistry*. Marcel Dekker Inc. New York.
- Mc. Hugh, T.H., Avena-Bustillos, R. and Krochta, J.M. 1993. Hydrophilic Edible Films : Modified Procedure for Water Vapor Permeability and Explanation of Thickness Effects. *J. Food Sci.* 58 (4) : 899-903.
- Meyer, L.H. 1982. *Food Chemistry*. The Avi Publishing Company, Inc. Westport. Connecticut.
- Park, H.J., Weller, C.L., Vergano, P.J. and Testin, R.F. 1993. Permeability and Mechanical Properties of Cellulose-Based edible film. *J. Food Sci.* 58 (6) : p. 1361-1364.
- Perez-Gago, M.B., Rojas, C. and Del Rio, M.A. 2002. Effect Of Lipid Type And Amount Of Edible Hidroxypropyl Methylcellulose-Lipid Composite Coatings Used To Protect Postharvest

- Quality Of Mandarins cv. Fortune. *J. of Food Science* 67 (8) p. 2903-2910.
- Poeloengasih, C.D. 2002. Karakterisasi Edible Film Komposit Protein Biji Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC) dan Tapioka. *Tesis Program Pascasarjana*. UGM. Yogyakarta.
- Polnaya, F.J. 2005. Modifikasi Ganda Pati Sagu Hidroksipropil-Asetil untuk Pembuatan Edible Film. *Tesis*. Program Pascasarjana. UGM. Yogyakarta.
- Sangseethong, K., Ketslip, S., and Sriroth, K. 2003. The Role Of Reaction Parameters On The Preparation And Properties Of Carboxymethyl Cassava Starch. The 2<sup>nd</sup> Conference on Starch Technology. Available in : <http://www.agfdt.de/loads/st04/sangset.pdf>
- Setiahadi, E. 2005. Pembuatan dan Karakterisasi *Composite Edible/ Biodegradable Film* Sodium Karboksimetilselulosa Batang Semu Pisang Cavendish (*Musa cavendishii* Lambert ex Paxton). *Tesis*. Program Pascasarjana. UGM. Yogyakarta.
- Xu, H. and Li, T. 2005. The Analysis of Boundary Functions of CMS Reaction Factors. *Nature and Science*. 3 (2). p. 79-81.
- Zainal, A., Fadzlina, N., Karim, A.A., and Teng, T.T. 2005. Physicochemical Properties of Carboxymethylated Sago (*Metroxylon sago*) Starch. *J. Food Sci.* 70 (9). p. C 560-567.
- Zobel, H.F. 1984. Gelatinization of Starch and Mechanical Properties of Starch Pastes. *In* : Whistler, R.R., BeMiller, J.N., and Paschall, E.F., editors. *Starch : Chemistry and Technology*, 2<sup>nd</sup> ed. Academic Press. Inc : Orlando, Florida. p. 575-591.