

## PEMANFAATAN KULIT SINGKONG SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN SODIUM KARBOKSIMETIL SELULOSA

**Shella Permatasari Santoso, Niko Sanjaya, Aning Ayucitra\*, Antaresti**  
Kelompok Keahlian Rekayasa Proses, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik  
Universitas Katolik Widya Mandala  
Jalan Kalijudan 37, Surabaya 60114  
E-mail: aayucitra@yahoo.com

### Abstrak

Kulit singkong merupakan sumber selulosa yang berlimpah dan ekonomis, dengan kadar selulosa 80-85% dari berat kulit singkong. Tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan selulosa dalam kulit singkong sebagai bahan baku pembuatan sodium karboksimetil selulosa (Na-CMC), mempelajari pengaruh sodium hidroksida, sodium kloroasetat serta suhu terhadap karakteristik Na-CMC seperti perolehan, kemurnian, dan derajat substitusi, serta menentukan kondisi operasi optimum untuk pembuatan Na-CMC berdasarkan kemurnian Na-CMC terbesar. Gugus fungsional Na-CMC ditentukan menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectra*. Mula-mula, kulit singkong dikeringkan dan dihancurkan sehingga berukuran 50 mesh. Kulit singkong diekstrak dengan NaOH 10% pada suhu 35 °C selama 5 jam, untuk melarutkan lignin. Kulit singkong bebas lignin diekstrak dengan asam asetat 10% dan sodium klorida dengan pemanasan 75 °C selama 1 jam untuk melarutkan hemiselulosa sehingga didapatkan selulosa. Alkalisasi dilakukan dengan mereaksikan selulosa dengan NaOH 10-40% dengan pelarut isopropil alkohol pada suhu 30 °C selama 90 menit, dilanjutkan eterifikasi dengan sodium kloroasetat 1-5 g pada suhu 50-80 °C selama 6 jam. Berdasarkan hasil penelitian, karakteristik Na-CMC terbaik didapatkan dari alkalisasi selulosa menggunakan NaOH 20% serta eterifikasi menggunakan 3 g sodium kloroasetat pada suhu 70 °C. Perolehan Na-CMC yang didapat adalah sebesar 21,94%, kemurnian 96,20%, serta derajat substitusi sebesar 0,705.

**Kata kunci:** kulit singkong, karboksimetil selulosa, Na-CMC, eterifikasi

### Abstract

Cassava peels are abundantly available and may be used as an economic cellulose source (80-85% cellulose per weight cassava peel). This research objective was to study the effect of the concentration of sodium hydroxide, sodium chloroacetate, and temperature reaction on the sodium carboxymethyl cellulose (sodium-CMC) characteristics such as yield, purity, and degree of substitution in sodium-CMC preparation. Sodium-CMC functional group was determined using FTIR spectrophotometer. Cassava peels was dried and grounded to 50 mesh. Lignin was diluted from cassava peel by extraction of grounded cassava peel with 10% NaOH at 35 °C for 5 h. Cassava peel free lignin was then re-extracted using 10% of acetic acid and sodium chloride at 75 °C for 1 h, thus cellulose free hemicellulose was obtained. Alkalization at 30 °C for 90 min was performed by adding sodium hydroxyde at 10-40% to cellulose using isopropyl alcohol solvent. Following this, etherification was conducted by adding sodium chloroacetate of 1-5 g at 50-80 °C for 6 h. As result, the highest purity of sodium-CMC (96.20%) was obtained from alkalization using 20% of sodium hydroxide and etherification using 3 g sodium chloroacetate at 70 °C. Sodium-CMC yield was 21.94% and degree of substitution 0.705.

**Keywords:** cassava peel, carboxymethyl cellulose, sodium-CMC, etherification

\*penulis korespondensi

## 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil singkong terbesar dalam bidang pertaniannya. Oleh karena itu, limbah kulit singkong sebagai residu pertanian tersedia dalam jumlah yang melimpah (Agrica, 2007). Produksi singkong sebesar 19,5 juta ton dengan area seluas 1,24 juta ha menyebabkan berat kulit singkong dapat mencapai sekitar 3,9 juta ton (Prihandana, 2007). Dalam kulit singkong terdapat kandungan selulosa sebesar 80-85% dari berat kulit singkong, sehingga memiliki potensi ekonomis. Angka limbah kulit singkong tersebut cukup tinggi dan sangat disayangkan jika kulit singkong dengan kandungan selulosa yang tinggi tersebut tidak dimanfaatkan lebih lanjut.

**Tabel1. Komposisi Kulit Singkong**

Komposisi	Persentase(%)
Abu	6,3
Air	9,8
Serat (termasuk selulosa)	83,9

Sumber: Adegbola dan Asaolu, 2007

Untuk menghasilkan turunan selulosa dengan sifat yang lebih menguntungkan, baik dari sisi ekonomi maupun aplikasinya dalam bidang pangan, perlu dilakukan konversi selulosa misalnya dengan mengkonversi menjadi sodium karboksimetil selulosa (Na-CMC). Na-CMC mampu meningkatkan kualitas produk pangan karena sifatnya sebagai pengikat, penstabil, penahan air, serta pengental (Biswal dan Singh, 2004; Ferdiansah, 2010). Penelitian yang memanfaatkan limbah kulit singkong telah dilakukan (Ferdiansah, 2010), akan tetapi kondisi operasi optimal untuk menghasilkan karakteristik Na-CMC dari kulit singkong yang terbaik masih belum diteliti secara khusus.

Pada penelitian ini, Na-CMC dari kulit singkong diperoleh dengan alkalisasi antara selulosa dengan NaOH dalam pelarut isopropil alkohol yang dilanjutkan dengan eterifikasi menggunakan sodium kloroasetat (SCA). Tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan selulosa dalam kulit singkong sebagai bahan baku pembuatan Na-CMC dan mempelajari pengaruh sodium hidroksida, sodium kloroasetat serta suhu terhadap karakteristik Na-CMC seperti perolehan, kemurnian, dan derajat substitusi serta menentukan kondisi operasi optimum untuk pembuatan Na-CMC berdasarkan kemurnian Na-CMC terbesar. Gugus fungsional Na-CMC

ditentukan menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectra* (FTIR).

## 2. Metodologi

Selulosa yang terdapat pada kulit singkong dikonversi menjadi sodium karboksimetil selulosa (Na-CMC) melalui proses alkalisasi dan eterifikasi. Penelitian ini terbagi dalam tiga tahap utama, yaitu: 1) tahap persiapan bahan baku, 2) alkalisasi dengan NaOH dan eterifikasi dengan SCA, 3) tahap penetralan karboksimetil selulosa. Selanjutnya, dilakukan uji kualitatif untuk identifikasi adanya senyawa karboksimetil selulosa serta dilakukan penentuan karakteristik Na-CMC yang meliputi *perolehan*, kemurnian, dan derajat substitusi. Gugus fungsional Na-CMC ditentukan menggunakan FTIR.

### 2.1 Persiapan Selulosa dari Kulit Singkong

Kulit singkong dicuci untuk menghilangkan pengotor, kemudian dijemur di bawah sinar matahari dan dikeringkan dalam oven bersuhu 50 °C selama 2 jam. Kulit singkong kering dihaluskan dan diayak hingga diperoleh bentuk kulit singkong berukuran 50 mesh. Kulit singkong ditimbang sebanyak 50 g secara analitis, kemudian ditambahkan NaOH 10% mol sebanyak 1 L untuk menghilangkan lignin dari kulit singkong atau delignifikasi (Adinugraha dkk., 2005, Togrul and Arslan, 2004, Yasar dkk., 2007). Delignifikasi dilakukan selama 5 jam pada suhu 35 °C dengan menggunakan penangas air. Padatan berupa kulit singkong (dengan selulosa dan hemiselulosa) dipisahkan dari larutan lignin (*black liquor*) dengan filtrasi menggunakan kertas Whatmann 110 mm. Kulit singkong bebas lignin kemudian dicuci dengan aquades sebanyak dua kali.

Kulit singkong bebas lignin ditimbang sebanyak 25 g, kemudian ditambahkan 100 mL aquades, 5 mL asam asetat (10% v/v), dan 2 g sodium klorida di dalam *beaker glass*. Campuran kemudian dipanaskan dengan suhu 75 °C selama 1 jam sambil diaduk dengan kecepatan 500 rpm, kemudian dilakukan penyaringan untuk memisahkan padatan berupa selulosa dengan hemiselulosa. *Pulp* hasil penyaringan dibilas dengan menggunakan aquades dan etanol masing-masing sebanyak 50 mL, lalu disaring kembali. *Pulp* selulosa kemudian dikeringkan pada suhu 50 °C selama 16 jam (Adinugraha dkk.,

2005, Togrul and Arslan, 2004, Yasar dkk., 2007).

## 2.2 Pembuatan Na-CMC

Selulosa sebanyak 2 g dialkalisasi dengan menambahkan 100 mL isopropil alkohol dan 20 mL NaOH (10%, 20%, 30%, 40% mol) ke dalam labu leher tiga sambil diaduk selama 90 menit dengan kecepatan 500 rpm pada suhu 30 °C. SCA (1, 2, 3, 4, dan 5 g) ditambahkan ke dalam campuran sehingga terjadi eterifikasi, kemudian diaduk dengan kecepatan 500 rpm selama 6 jam sambil dilakukan pemanasan pada 50, 60, 70, dan 80 °C. *Crude* Na-CMC disaring dengan menggunakan corong *buchner* dan dibilas menggunakan asam asetat 90% (v/v) sebanyak 50 mL untuk menetralkan kelebihan NaOH, dilanjutkan pembilasan dengan metanol 70% (v/v), kemudian disaring. Padatan Na-CMC kemudian dikeringkan pada suhu 50 °C sampai didapatkan massa yang konstan (Adinugraha dkk., 2005, Togrul and Arslan, 2004, Yasar dkk., 2007).

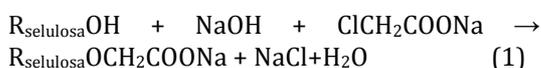
Semua sampel Na-CMC dianalisis perolehan, kemurnian, dan derajat substitusinya. Na-CMC dengan kemurnian dan perolehan terbesar dianalisis gugus fungsionalnya dengan menggunakan FTIR.

## 2.3 Uji Kualitatif dan Karakterisasi Na-CMC

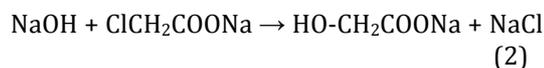
Keberadaan senyawa Na-CMC dapat ditentukan secara kualitatif ditandai dengan adanya perubahan warna. Adanya kandungan senyawa Na-CMC dalam sampel ditandai dengan munculnya warna merah keunguan pada sampel yang diuji. Uji kualitatif Na-CMC dilakukan dengan standar metode dari FAO (FAO, 2011). Secara kuantitatif, kemurnian serta derajat substitusi Na-CMC ditentukan menggunakan metode standard ASTM D 1439-1994 (ASTM, 1994).

## 2.4 Perolehan Na-CMC

Na-CMC merupakan senyawa turunan selulosa yang dapat larut baik dalam air dingin maupun panas. Konversi selulosa menjadi Na-CMC dilakukan dengan alkalisasi menggunakan NaOH dalam pelarut isopropil alkohol, dilanjutkan eterifikasi menggunakan SCA dengan rumus kimia  $\text{ClCH}_2\text{COONa}$  dalam keadaan basa. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut (Heinze dan Pfeiffer, 1999):



Selain reaksi pembentukan Na-CMC, terjadi juga reaksi antara NaOH dengan SCA membentuk produk samping berupa sodium glikolat dan sodium klorida berdasarkan reaksi berikut (Heinze dan Pfeiffer, 1999):



Sodium glikolat dan sodium klorida memiliki kelarutan yang sangat rendah dalam air dingin dibandingkan dengan Na-CMC. Kelarutan sodium glikolat dan sodium klorida dalam air (20 °C) adalah 46,4 g/100 mL dan 35,89 g/100 mL (Aldrich, 2006b; Avogadro, 2001; NIST, 2007), sedangkan Na-CMC memiliki kelarutan yang tinggi dalam air yaitu >100 g/100 mL (Aldrich, 2006a; Kamel dkk., 2008). Oleh karena itu, penentuan *perolehan* Na-CMC dilakukan dengan cara melarutkan sampel Na-CMC ke dalam air dingin untuk memisahkannya dari *by-product* dan selulosa yang tidak terkonversi menjadi Na-CMC.

Sampel Na-CMC dilarutkan dalam air dingin 20 °C dengan perbandingan sampel dan air 1:20 (b/b), kemudian diaduk selama 10 menit. Padatan dan larutan Na-CMC dipisahkan dengan metode filtrasi. Padatan kemudian dikeringkan pada suhu 70 °C sampai diperoleh berat yang konstan. Besarnya *perolehan* Na-CMC dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Perolehan} = \frac{\text{berat awal sampel}}{\text{berat akhir sampel}} \times 100\% \quad (3)$$

Perolehan dinyatakan dalam % (b/b)

## 2.5 Gugus Fungsional Na-CMC

Sampel Na-CMC dengan hasil yang paling optimal, yaitu dengan alkalisasi menggunakan NaOH 20% dan eterifikasi menggunakan SCA 3 g pada suhu 70 °C, dianalisis gugus fungsionalnya. Sebanyak 3 mg sampel ditumbuk bersama kalium bromida (KBr) sebanyak 800 mg. Campuran dipress sehingga menjadi satu piringan dengan diameter  $\pm 1$  cm. Analisis FTIR dilakukan dari panjang gelombang 4000-400  $\text{cm}^{-1}$ .

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Optimalisasi Kondisi Reaksi

Pada penelitian ini dipelajari kondisi reaksi yang optimum untuk pembentukan Na-CMC. Mula-mula divariasikan konsentrasi NaOH yaitu 2%, 10%, 20%, 30% dan 40% dengan konsentrasi SCA 3 g dan temperatur

70 °C. Berdasarkan pustaka, kondisi optimum pembuatan Na-CMC dari kulit pisang didapat pada konsentrasi NaOH 20% dan suhu eterifikasi 70 °C (Togrul dan Arslan, 2003). Pada penelitian ini, kemurnian Na-CMC tertinggi (96,2%) dan perolehan terbesar (21,94%) diperoleh dari proses dengan konsentrasi NaOH 20%. Kondisi ini selanjutnya dipergunakan untuk mempelajari pengaruh variasi konsentrasi SCA terhadap karakteristik Na-CMC. Variasi konsentrasi SCA yang digunakan adalah 1, 2, 3, 4, dan 5 g dengan konsentrasi NaOH 20% dan temperatur 70 °C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi SCA yang memberikan kemurnian Na-CMC tertinggi (96,2%) diperoleh pada konsentrasi SCA 3 g. Pengaruh variasi temperatur terhadap karakteristik Na-CMC dipelajari dengan menggunakan konsentrasi NaOH dan SCA yang memberikan kemurnian Na-CMC tertinggi yaitu 20% dan 3 g, secara berurutan. Variasi temperatur yang digunakan adalah 50, 60, 70, dan 80 °C. Kemurnian Na-CMC tertinggi didapatkan pada suhu 70 °C.

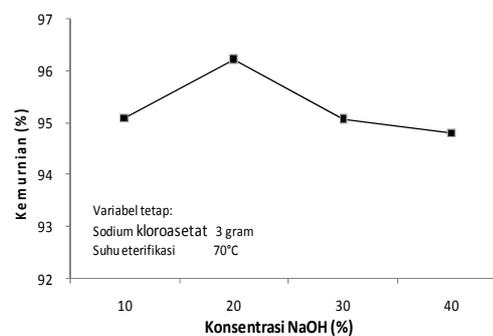
### 3.2 Pembuktian Keberadaan Senyawa Na-CMC

Keberadaan senyawa Na-CMC yang dibuat melalui reaksi alkalisasi-eterifikasi kulit singkong dibuktikan melalui uji kualitatif pembentukan warna berdasarkan metode standar FAO tahun 2011. Larutan Na-CMC yang didapatkan dari penelitian dengan cara melarutkan padatan Na-CMC dalam aquades diletakkan dalam tabung reaksi sebanyak 1 mL. Selanjutnya, ditetaskan reagen 1-naftol dan asam sulfat pekat ( $H_2SO_4$ ) yang menyebabkan terbentuknya dua lapisan yang memiliki warna yang berbeda. Keberadaan senyawa Na-CMC ini ditandai dengan munculnya warna merah keunguan pada bagian bawah tabung reaksi sedangkan pada lapisan bagian atas jernih (FAO, 2011).

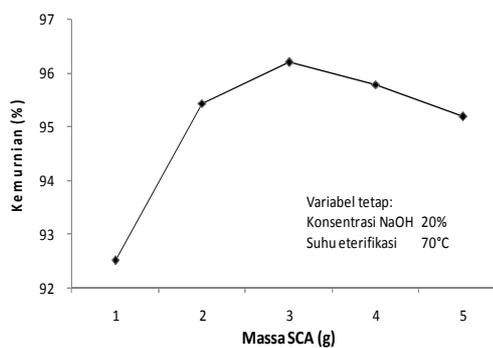
### 3.3 Pengaruh Variasi Konsentrasi NaOH

Pembentukan Na-CMC dipengaruhi oleh pembentukan alkali-selulosa melalui alkalisasi selulosa dengan NaOH. Dari Gambar 1(a) dapat dilihat bahwa konsentrasi NaOH 20% adalah konsentrasi optimum yang memberikan kemurnian Na-CMC terbesar (96,2%); setelah mencapai nilai optimum, kemurnian Na-CMC mengalami penurunan. Pada Gambar 1(b) dapat dilihat pengaruh konsentrasi NaOH terhadap perolehan dari

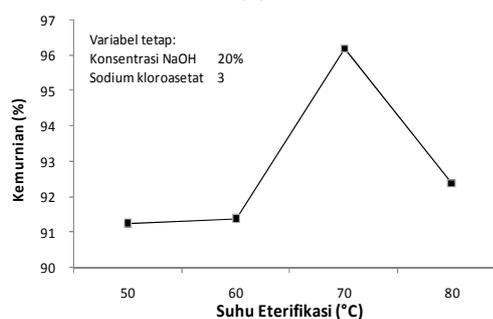
Na-CMC. Perolehan dari Na-CMC mengalami peningkatan yang tajam hingga konsentrasi NaOH 20%, kemudian mengalami penurunan. Begitu pula untuk derajat substitusi (DS) dari Na-CMC pada Gambar 1(c). DS dari Na-CMC mengalami peningkatan hingga konsentrasi NaOH 20%.



(a)



(b)



(c)

**Gambar 1. Pengaruh konsentrasi NaOH terhadap : (a) kemurnian Na-CMC; (b) perolehan Na-CMC; dan (c) DS dari Na-CMC**

Perolehan dan DS yang optimum dicapai pada konsentrasi NaOH 20% dengan konsentrasi SCA 3 g (0,21 M) dan suhu 70 °C, yaitu sebesar 21,94% untuk perolehan dan 0,705 untuk DS. Pada penelitian ini, didapatkan DS dengan rentang 0,102–0,705 untuk berbagai variasi. Karakteristik dari Na-CMC yang didapat memiliki nilai yang rendah

(belum optimum) pada saat konsentrasi NaOH yang ditambahkan rendah (2% dan 10%). Ini disebabkan karena konsentrasi NaOH yang terlalu rendah atau terbatas untuk mengkonversi selulosa menjadi alkaliselulosa. Alkaliselulosa bereaksi dengan SCA menjadi Na-CMC. Berdasarkan pustaka FAO(2011), rentang DS untuk Na-CMC hasil dari reaksi alkalisasi oleh NaOH dilanjutkan reaksi karboksimetilasi oleh SCA adalah antara 0,20–1,50. Apabila DS dari Na-CMC kurang dari 0,20 maka kelarutan Na-CMC sangat kecil, sedangkan apabila DS di atas 0,20 akan membuat Na-CMC larut dan hidroafinitas dari Na-CMC akan meningkat (Adinugraha dkk., 2005, Waring dan Parsons, 2001).

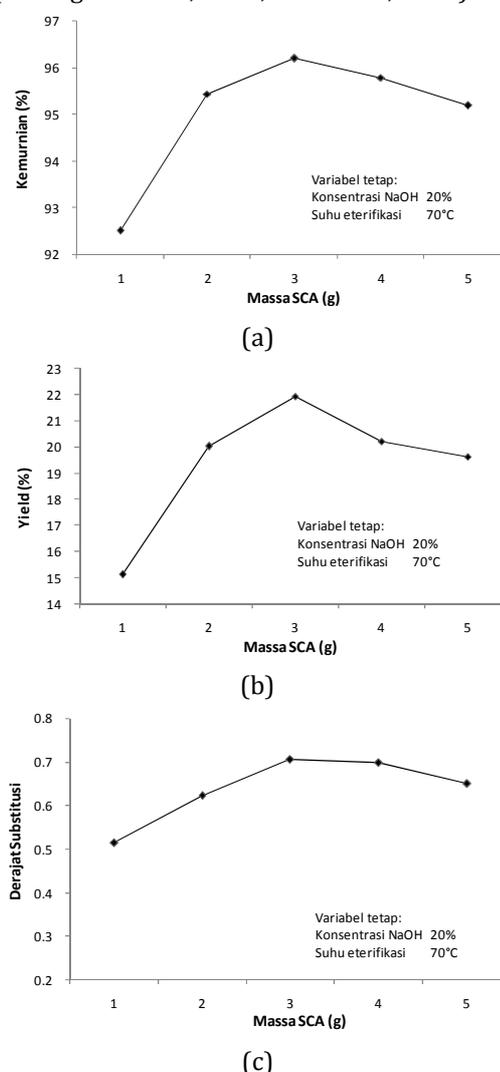
Penurunan kemurnian, perolehan, dan DS dari Na-CMC setelah mencapai kondisi optimum (konsentrasi NaOH 20%), yaitu pada saat konsentrasi NaOH tinggi (30% dan 40%), disebabkan oleh Na-CMC yang terbentuk akan terdegradasi oleh NaOH yang berlebihan. Disamping itu, kelebihan NaOH juga akan bereaksi dengan SCA membentuk sodium glikolat dan sodium klorida sebagai *by-products* yang membuat pembentukan Na-CMC berkurang (Pushpalamar dkk., 2006, Togrul dan Arslan, 2003).

### 3.4 Pengaruh Konsentrasi SCA

Pengaruh konsentrasi SCA dipelajari dengan memvariasikan konsentrasi SCA yaitu 1, 2, 3, 4 dan 5 g. Dari Gambar 2(a) dan 2(b), terlihat bahwa kemurnian dan perolehan dari Na-CMC terus meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi SCA dan mencapai titik optimum pada konsentrasi SCA 3 g (0,21 M) dengan kemurnian 96,20% dan perolehan 21,94%; setelah itu kemurnian dan perolehan dari Na-CMC menunjukkan penurunan. Begitu pula untuk DS, pada Gambar 2(c), dapat dilihat DS optimum sebesar 0,705 didapat pada saat konsentrasi SCA 3 g.

Pada saat massa SCA yang ditambahkan rendah (1 dan 2 g), pembentukan Na-CMC belum optimum disebabkan oleh terbatasnya konsentrasi SCA yang mengkonversi gugus hidroksil selulosa menjadi Na-CMC. Pada massa SCA tinggi, yaitu 4 g dan 5 g, terjadi kelebihan reaktan SCA. Kelebihan SCA ini akan bereaksi dengan NaOH membentuk *by-product* sodium glikolat seperti pada reaksi (2). Pada saat konsentrasi NaOH dan SCA yang tinggi digunakan dalam reaksi pembentukan Na-CMC, reaksi samping (pembentukan sodium glikolat) menjadi lebih dominan

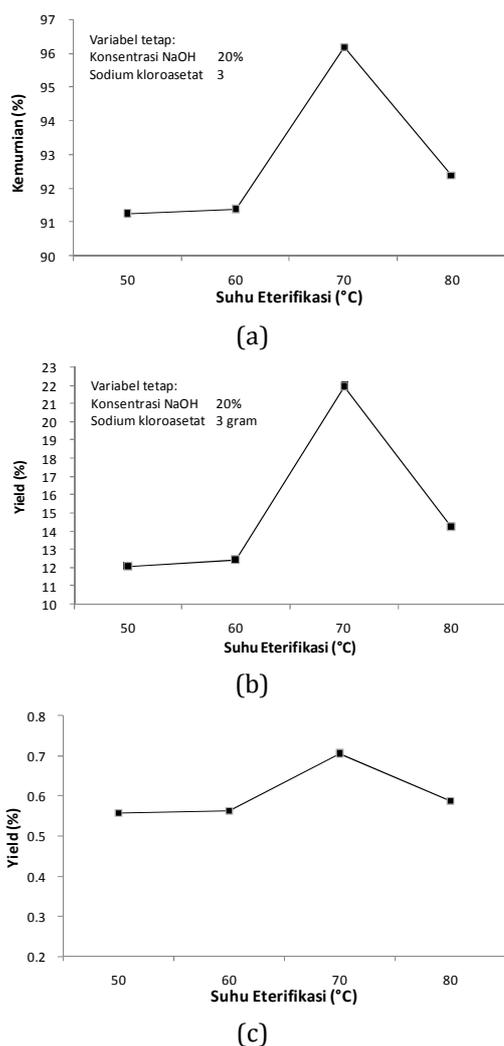
dibandingkan reaksi utama yaitu pembentukan Na-CMC, dan menyebabkan penurunan DS, kemurnian Na-CMC, serta menurunkan efisiensi reaksi yang berakibat pada penurunan *perolehan* Na-CMC (Adinugraha dkk., 2005, Barai dkk., 1997).



**Gambar 2. Pengaruh konsentrasi SCA terhadap (a) kemurnian Na-CMC; (b) perolehan Na-CMC; dan (c) DS dari Na-CMC**

### 3.5 Pengaruh Temperatur Eterifikasi

Karakteristik Na-CMC terbaik didapatkan pada kondisi operasi dengan konsentrasi NaOH saat reaksi alkalisasi adalah 20% dan massa SCA yang digunakan adalah 3 g (0,21 M) dan temperatur 70 °C. Gambar 3 menunjukkan pengaruh temperatur reaksi eterifikasi terhadap kemurnian, perolehan, dan DS dari Na-CMC.



**Gambar 1.** Pengaruh temperatur eterifikasi terhadap : (a) kemurnian Na-CMC; (b) perolehan Na-CMC; dan (c) DS dari Na-CMC

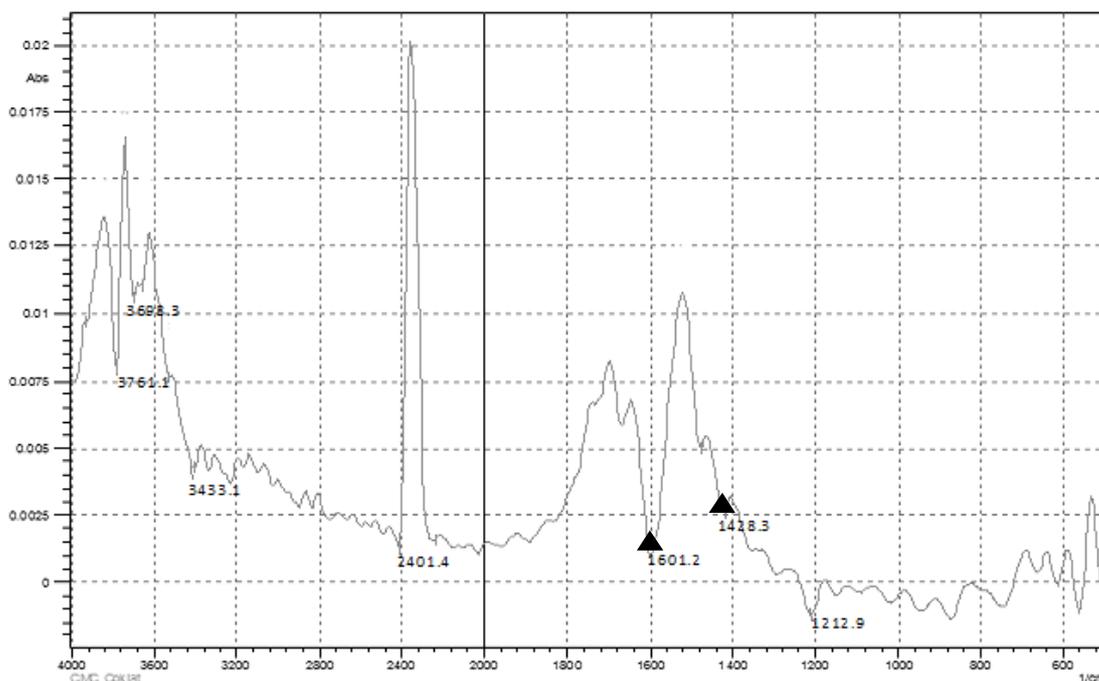
Seperti yang terlihat pada Gambar 3(a), kemurnian Na-CMC mengalami peningkatan seiring dengan kenaikan temperatur eterifikasi dan mencapai nilai optimum yaitu sebesar 96,2%, pada saat eterifikasi dengan temperatur 70 °C, kemudian mengalami penurunan. Pada Gambar 3(b), dapat dilihat bahwa perolehan Na-CMC mengalami peningkatan dan mencapai nilai optimum (21,94%) saat eterifikasi dengan temperatur 70 °C. DS dari Na-CMC semakin tinggi apabila temperatur eterifikasi semakin tinggi, akan tetapi mengalami penurunan apabila temperatur terlalu tinggi. Pada Gambar 3(c), DS mencapai nilai optimum sebesar 0,705 pada saat temperatur 70 °C kemudian menurun pada saat temperatur 80 °C.

Penurunan yang terjadi pada nilai karakteristik dari Na-CMC kemungkinan disebabkan oleh degradasi selulosa. Pada saat temperatur tinggi, yaitu 80 °C, alkaliselulosa mengalami degradasi. Degradasi ini mengakibatkan gugus hidroksil pada alkaliselulosa, terutama pada C2 dan C3, akan tereliminasi. Hal ini mengakibatkan berkurangnya gugus hidroksil yang dapat terkonversi menjadi gugus karboksimetil sehingga reaksi pembentukan Na-CMC pun berkurang. Degradasi selulosa mengalami peningkatan seiring dengan kenaikan suhu.

Temperatur optimum reaksi eterifikasi untuk pembentukan Na-CMC adalah 70 °C. Ini disebabkan oleh gugus hidroksil pada rantai karbon C2 dan C3 terbuka dan terkonversi menjadi gugus karboksimetil. Untuk reaksi pada temperatur rendah, yaitu 50 dan 60 °C, ikatan gugus hidroksil pada alkaliselulosa belum terbuka optimal sehingga hanya sedikit dari gugus hidroksil yang terkonversi menjadi gugus karboksimetil atau Na-CMC (Pushpalamar dkk., 2006; Scheir dkk., 2001).

### 3.6 Analisis Gugus Fungsional Na-CMC

Analisis *infrared spectroscopy spectra* terhadap Na-CMC dari kulit singkong dilakukan untuk Na-CMC dengan karakteristik yang paling optimal yaitu Na-CMC dengan kemurnian 96,20%, perolehan 21,94%, serta DS 0,705 pada kondisi reaksi menggunakan larutan NaOH 20%, 3 g SCA, dan suhu eterifikasi 70 °C. Senyawa karboksimetil dapat diidentifikasi pada panjang gelombang 1601,1  $\text{cm}^{-1}$  dan 1428,3  $\text{cm}^{-1}$  seperti yang terlihat pada Gambar 4. Berdasarkan pustaka, gugus karboksil diidentifikasi pada panjang gelombang dengan kisaran antara 1600-1640  $\text{cm}^{-1}$  dan 1400-1450  $\text{cm}^{-1}$  (Adinugraha dkk., 2005; Pecsok dkk., 1976). Absorpsi paling besar pada 1601,1  $\text{cm}^{-1}$ , yang menunjukkan adanya gugus karboksil -COOH. Pita absorpsi pada 1428,3  $\text{cm}^{-1}$ , menunjukkan adanya pemutusan (*scissoring*) gugus -CH<sub>2</sub>. Akan tetapi, absorpsi pada panjang gelombang 1428,3  $\text{cm}^{-1}$  sangat kecil, karena hanya sedikit gugus -CH<sub>2</sub> yang mengalami pemutusan. Absorpsi yang cukup besar lainnya terjadi pada pita absorpsi pada panjang gelombang 3761,1  $\text{cm}^{-1}$  dan 1212,9  $\text{cm}^{-1}$  (Gambar 4), menunjukkan adanya gugus -OH dan C-O, secara berurutan, sebagai pengotor (Adinugraha dkk., 2005; Pecsok dkk., 1976; Pushpalamar dkk., 2006).



Gambar 2. FTIR spectra Na-CMC dari kulit singkong (simbol ▲ menandakan gugus karboksil)

#### 4. Kesimpulan

Na-CMC dapat diproduksi dari reaksi karboksimetilasi selulosa yang diperoleh dari kulit singkong. Karakteristik Na-CMC terbaik didapatkan pada saat reaksi alkalisasi oleh NaOH 20% dengan pelarut isopropil alkohol, dilanjutkan eterifikasi oleh SCA 3 g pada temperatur 70 °C. Karakteristik yang didapat berupa kemurnian Na-CMC sebesar 96,20%, perolehan sebesar 21,94%, serta DS 0,705. Na-CMC yang terbentuk dari kulit singkong ini berupa serbuk dan termasuk dalam *grade* kedua atau teknis dilihat dari kemurnian Na-CMC berdasarkan Standar Nasional Indonesia 06-3736-1995 (SNI, 1995).

#### Daftar Pustaka

Adinugraha, M. P.; Marseno, D. W.; Haryadi., Synthesis and characterization of sodium carboxymethylcellulose from cavendish banana pseudo stem (*Musa cavendishii* LAMBERT), *Carbohydrate Polymers*, **2005**, 62(2), 164-169.

Adegbola, A. A.; Asaolu, O., *Preparation of Cassava Peels for Use in Small Ruminant Production in Western Nigeria*. In: T.R. Preston and M. Y. Nuwanyakapa (eds), *Towards optimal feeding of agricultural by-products to livestock in Africa* Proceedings of a workshop

at University of Alexandria, Egypt, October 1985, ILCA, Addis Ababa, Ethiopia, 1986, hal. 109-115.

AGRICA, *Bensin Singkong*, Lembaga Pers Mahasiswa AGRICA Fakultas Universitas Jenderal Soedirman: Purwokerto, 2007.

Sigma-Aldrich (a), *Carboxymethylcellulose Sodium Salt*; MSDS No. C5678; Sigma-Aldrich: St. Louis, MO, USA, 2006.

Sigma-Aldrich (b), *Sodium Hydroxyacetate*; MSDS No. CDS000626; Sigma-Aldrich: St. Louis, MO, USA, 2006.

ASTM Standard D-1439-94, *Sodium Carboxymethylcellulose*, ASTM, West Conshohocken, PA, USA, 1994.

Fisher Scientific, *Sodium Chloride*, MSDS no ACC21105; Fisher Scientific: Fair Lawn, NJ, USA, 2001. <http://avogadro.chem.iastate.edu/MSDS/NaCl.htm>.

Barai, B. K.; Singhal, R. S.; Kulkarni, P. R., Optimization of a process for preparing carboxymethyl cellulose from water hyacinth (*Eichornia crassipes*), *Carbohydrate Polymers*, **1997**, 32(3-4), 229-231.

Biswal, D. R.; Singh, R. P., Characterisation of carboxymethyl cellulose and polyacrylamide graft copolymer, *Carbohydrate Polymers*, **2004**, 57(4), 379-387.

FAO, *Compendium of food additive specifications*, Food and Agriculture Organization of the United Nations 74<sup>th</sup> Meeting, 2011, hal. 115-119 .

Ferdiansah, M. K., *Pengelolaan Limbah Buangan Kulit Singkong sebagai Upaya Mendukung Produksi CMC Ramah Lingkungan*, 2010, [http://www.mediaindonesia.com/webtorial/klh/?ar\\_id=NzQ2MQ==](http://www.mediaindonesia.com/webtorial/klh/?ar_id=NzQ2MQ==).

Heinze, T.; Pfeiffer, K., Studies on the synthesis and characterization of carboxymethylcellulose, *Die Angewandte Makromolekulare Chemie*, **1999**, 266(1), 37-45.

Kamel, S.; Ali, N.; Jahangir, K.; Shah, S. M.; El-Gendy, A. A., Pharmaceutical significance of cellulose: a review, *EXPRESS Polymer Letters*, **2008**, 2(11), 758-778.

NIST, *IUPAC-NIST Solubility Database, Version 1.0, NIST Standard Reference Database 106*, National Institute of Standards and Technology, 2007, <http://www.nist.gov/laboratories.cfm>.

Pecsok, R. L.; Shields, L. D.; Cairns, T.; McWilliam, I. G., *Modern Method of Chemical Analysis*; Wiley and Sons: New York, 1976.

Prihandana, R.; Noerwijan, K.; Adinurani, P. G.; Setyaningsih, D.; Setiadi, S.; Hendroko, R.,

*Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*, Agromedia: Jakarta, 2007.

Pushpalamar, V.; Langford, S. J.; Ahmad, M.; Lim, Y. Y., Optimization of reaction conditions for preparing carboxymethyl cellulose from sago waste, *Carbohydrate Polymers*, **2006**, 64(2), 312-318.

Scheir, J.; Camino, G.; Tumiatti, W., Overview of water evolution during the thermal degradation of cellulose, *European Polymer Journal*, **2001**, 37(5), 933-942.

SNI, *Natrium Karboksi Metil Selulosa Teknis*, Dewan Standardisasi Nasional Indonesia: Jakarta, 1995.

Toğrul, H.; Arslan, N., Production of carboxymethyl cellulose from sugar beet pulp cellulose and rheological behavior of carboxymethyl cellulose, *Carbohydrate Polymers*, **2003**, 54(1), 73-82.

Toğrul, H.; Arslan, N., Carboxymethyl cellulose from sugar beet pulp cellulose as a hydrophilic polymer in coating of mandarin, *Journal of Food Engineering*, **2004**, 62(3), 271-279.

Waring, M. J.; Parsons, D., Physico-chemical characterization of carboxymethylated spun cellulose fibres, *Biomaterials*, **2001**, 22(9), 903-912.

Yasar, F.; Toğrul, H.; Arslan, N., Flow properties of cellulose and carboxymethyl cellulose from orange peel, *Journal of Food Engineering*, **2007**, 81(1), 187-199.