

## PEMANFAATAN KULIT SINGKONG SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN NATRIUM 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  
Email: aayucitra@yahoo.com

### Abstrak

Kulit singkong merupakan sumber selulosa yang berlimpah dan murah, dengan kadar selulosa 80-85% dari berat kulit singkong. Tujuan penelitian ini adalah memanfaatkan selulosa dalam kulit singkong sebagai bahan baku pembuatan natrium karboksimetil selulosa (Na-CMC), mempelajari pengaruh natrium hidroksida, natrium kloroasetat serta suhu pada karakteristik Na-CMC seperti perolehan, kemurnian, dan derajat substitusi, serta menentukan kondisi operasi optimum untuk pembuatan Na-CMC berdasarkan kemurnian Na-CMC terbesar. Gugus fungsi Na-CMC ditentukan menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectra*. Mula-mula, kulit singkong dikeringkan dan dihancurkan sehingga berukuran 50 mesh. Kulit singkong diekstraksi dengan NaOH 10% di suhu 35 °C selama 5 jam, untuk melarutkan lignin. Kulit singkong bebas lignin diekstrak dengan asam asetat 10% dan natrium klorida dengan pemanasan 75 °C selama 1 jam untuk melarutkan hemicelulosa 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 natrium 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 natrium kloroasetat pada suhu 70 °C. Perolehan Na-CMC yang didapat adalah sebesar 22%, kemurnian 96,20%, derajat substitusi 0,705; termasuk dalam *grade* kedua menurut SNI 06-3736-1995.

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

### Abstract

**THE USE OF CASSAVA PEELS AS RAW MATERIAL FOR SODIUM CARBOXYMETHYL CELLULOSE PRODUCTION.** Cassava peels are abundantly available and may be used as a lowcost cellulose source (80-85% cellulose per weight cassava peel). the study was to evaluate the effect of the concentration of sodium hydroxide, sodium chloroacetate, and temperature reaction on the sodium carboxymethyl cellulose (sodium-CMC) characteristics i.e. 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 eliminated 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 22% and degree of substitution 0.705.

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

\*penulis korespondensi

## 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 dkk., 2007). Dalam kulit singkong terkandung selulosa sebesar 80-85% dari berat kulit singkong (Tabel 1), sehingga memiliki potensi ekonomi. Angka limbah kulit singkong tersebut cukup tinggi dan sangat disayangkan jika kandungan selulosa yang tinggi tersebut tidak dimanfaatkan lebih lanjut.

**Tabel 1. Komposisi Kulit Singkong**

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

Sumber: Adegbola dan Asaolu, 1986

Untuk menghasilkan turunan selulosa dengan sifat yang lebih menguntungkan, baik dari sisi ekonomi maupun aplikasinya dalam bidang pangan, perlu dilakukan konversi selulosa misalnya 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 jeruk dan kulit pisang telah dilakukan oleh Yasar dkk. (2007) dan Adinugraha dkk. (2005) dengan hasil terbaik kemurnian Na-CMC sebesar 98,63% dan DS 0,75 pada kondisi operasi menggunakan 15% NaOH, pelarut isopropil alkohol, dan suhu eterifikasi 55°C untuk kulit pisang. Akan tetapi, penelitian untuk menghasilkan Na-CMC dari kulit singkong masih terbatas dan 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).

## METODE

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 mengidentifikasi senyawa karboksimetil selulosa (CMC) serta dilakukan penentuan karakteristik Na-CMC yang meliputi perolehan, kemurnian, dan derajat substitusi. Gugus fungsi Na-CMC ditentukan menggunakan FTIR.

### 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 serbuk kulit singkong berukuran 50 mesh. Serbuk Kulit singkong ditimbang sebanyak 50 g secara analitis, kemudian ditambahkan NaOH 10% mol sebanyak 1 L untuk menghilangkan lignin dari kulit singkong atau delignifikasi (Togrul and Arslan, 2004; Adinugraha dkk., 2005; Yasar dkk., 2007). Delignifikasi dilakukan selama 5 jam pada suhu 35 °C dengan menggunakan penangas air. Padatan selulosa dan hemiselulosa dipisahkan dari larutan lignin (*black liquor*) dengan filtrasi menggunakan kertas Whatmann 110 mm. Padatan bebas lignin kemudian dicuci dengan akuades sebanyak dua kali.

Padatan bebas lignin ditimbang sebanyak 25 g, kemudian ditambahkan 100 mL akuades, 5 mL asam asetat (10% v/v), dan 2 g natrium klorida di dalam *gelas piala*. Campuran kemudian dipanaskan dengan suhu 75 °C selama 1 jam sambil diaduk dengan kecepatan 500 rpm, kemudian disaring untuk memisahkan padatan selulosa dari hemiselulosa. *Pulp* hasil penyaringan dibilas dengan m akuades dan etanol masing-masing

sebanyak 50 mL, lalu disaring kembali. Pulp selulosa kemudian dikeringkan pada suhu 50 °C selama 16 jam (Togrul and Arslan, 2004; Adinugraha dkk., 2005; , Yasar dkk., 2007).

### 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. Na-CMC kasar 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 (Togrul and Arslan, 2004; Adinugraha dkk., 2005; Yasar dkk., 2007).

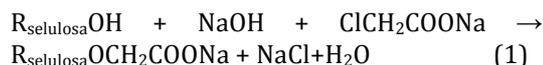
Semua sampel Na-CMC dianalisis perolehan, kemurnian, dan derajat substitusinya. Na-CMC dengan kemurnian dan perolehan terbesar dianalisis gugus fungsinya dengan menggunakan FTIR.

### Uji Kualitatif dan Karakterisasi Na-CMC

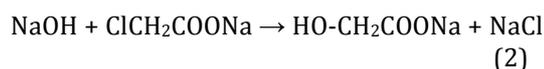
Keberadaan senyawa Na-CMC dapat ditentukan secara kualitatif ditandai dengan adanya perubahan warna. Adanya kandungan senyawa Na-CMC dalam sampel ditandai dengan munculnya warna merah keunguan pada sampel yang diuji. Uji kualitatif Na-CMC dilakukan dengan standar metode dari FAO (FAO, 2011). Secara kuantitatif,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

### Perolehan Na-CMC

Na-CMC merupakan senyawa turunan selulosa yang larut 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:



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



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, 2006), sedangkan Na-CMC memiliki kelarutan yang tinggi dalam air yaitu >100 g/100 mL (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 rasio 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 konstan. Besarnya perolehan Na-CMC dihitung menggunakan persamaan berikut:

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

### 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 fungsinya. Sebanyak 3 mg sampel ditumbuk bersama kalium bromida (KBr) sebanyak 800 mg. Campuran dipress sehingga menjadi lempeng tipis dengan diameter  $\pm 1$  cm. Spektrum FTIR direkam pada bilangan gelombang 4000-400  $\text{cm}^{-1}$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 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 suhu 70 °C. Kemurnian Na-CMC tertinggi (96,2%) dan

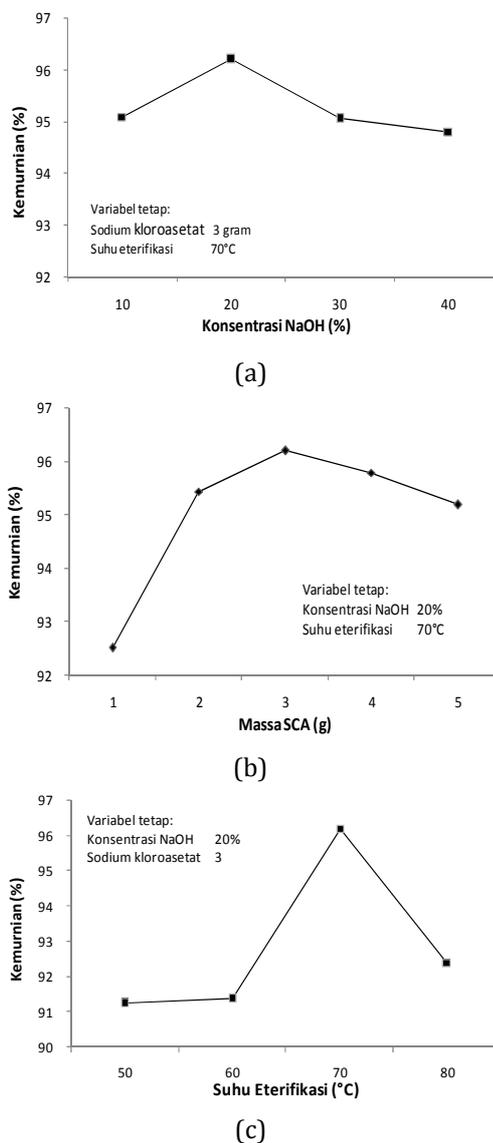
perolehan terbesar (22%) diperoleh dari proses dengan konsentrasi NaOH 20%. Berdasarkan pustaka, kondisi optimum pembuatan Na-CMC dari kulit pisang didapat pada konsentrasi NaOH 20% dan suhu eterifikasi 70 °C (Togrul dan Arslan, 2003). Kondisi ini selanjutnya dipergunakan untuk mempelajari pengaruh variasi konsentrasi SCA pada karakteristik Na-CMC. Variasi konsentrasi SCA yang digunakan adalah 1, 2, 3, 4, dan 5 g dengan konsentrasi NaOH 20% dan suhu 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 suhu yang digunakan adalah 50, 60, 70, dan 80 °C. Kemurnian Na-CMC tertinggi didapatkan pada suhu 70 °C.

**Bukti 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<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 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).

**Pengaruh Variasi Konsentrasi NaOH**

Pembentukan Na-CMC dipengaruhi oleh pembentukan alkali-selulosa melalui alkalisasi selulosa dengan NaOH. Dari Gambar 1(a)-(c) dapat dilihat bahwa konsentrasi NaOH 20% adalah konsentrasi optimum yang memberikan kemurnian Na-CMC tertinggi (96,2%), perolehan terbesar, serta derajat substitusi/DS tertinggi. Setelah mencapai nilai optimum, kemurnian, perolehan, dan DS Na-CMC menurun. Dilihat dari kemurniannya, Na-CMC turunan dari kulit singkong ini termasuk dalam *grade* kedua atau teknis berdasarkan SNI 06-3736-1995 (SNI, 1995).



**Gambar 1. Pengaruh konsentrasi NaOH pada: (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 berturut-turut 22% dan 0,705. Pada penelitian ini, didapatkan DS dengan rentang 0,102–0,705 untuk berbagai karakteristik Na-CMC yang didapat memiliki nilai yang belum optimum pada saat konsentrasi NaOH yang ditambahkan rendah (2% dan 10%). Ini disebabkan 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

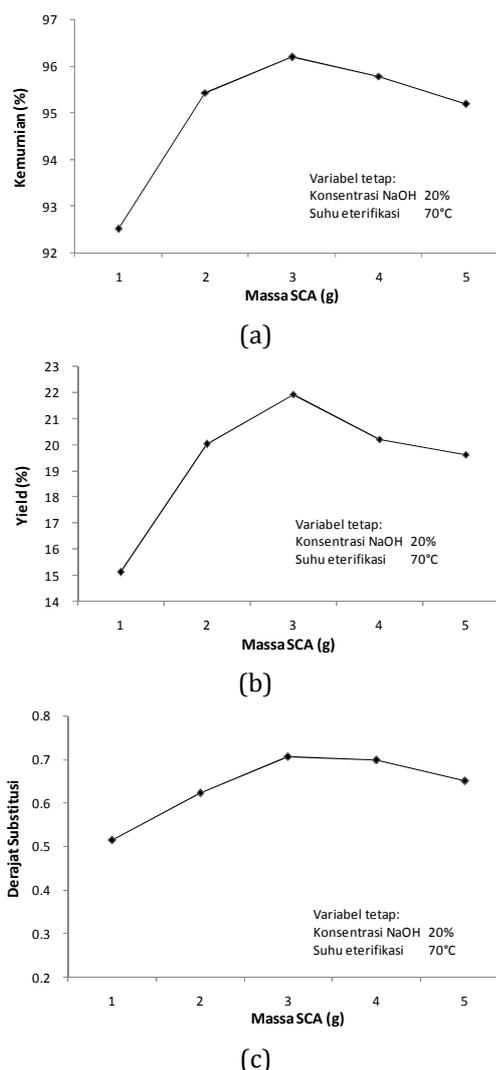
NaOH dilanjutkan reaksi karboksimetilasi oleh SCA adalah antara 0,20–1,50. Apabila DS dari Na-CMC kurang dari 0,20 maka kelarutan Na-CMC sangat kecil, sedangkan apabila DS di atas 0,20 akan membuat Na-CMC larut dan hidroafinitas dari Na-CMC akan meningkat (Waring dan Parsons, 2001; Adinugraha dkk., 2005.).

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. Di samping itu, kelebihan NaOH juga akan bereaksi dengan SCA membentuk sodium glikolat dan sodium klorida sebagai produk samping yang membuat pembentukan Na-CMC berkurang (Togrul dan Arslan, 2003; Pushpalamar dkk., 2006.).

### 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 (Barai dkk., 1997; Adinugraha dkk., 2005.).



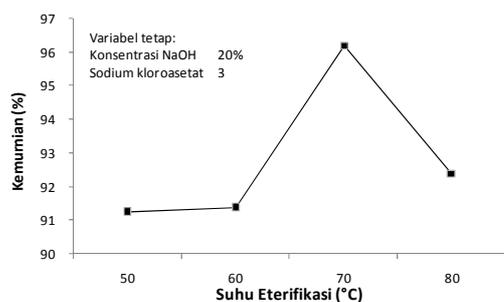
**Gambar 2. Pengaruh konsentrasi SCA pada (a) kemurnian Na-CMC; (b) perolehan Na-CMC; dan (c) DS dari Na-CMC**

### Pengaruh Suhu Eterifikasi

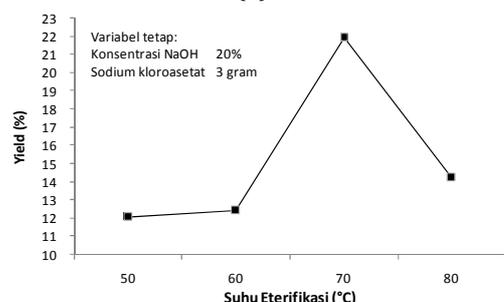
Karakteristik Na-CMC terbaik didapatkan pada kondisi operasi dengan konsentrasi NaOH saat reaksi alkalisasi adalah 20% dan massa SCA yang digunakan adalah 3 g (0,21 M) dan temperatur 70 °C. Gambar 3 menunjukkan pengaruh temperatur reaksi eterifikasi terhadap kemurnian, perolehan, dan DS dari Na-CMC.

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

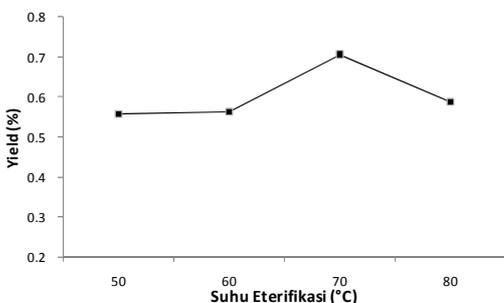
(21,94%) saat eterifikasi dengan temperatur 70 °C. DS dari Na-CMC semakin tinggi apabila temperatur eterifikasi semakin tinggi, akan tetapi mengalami penurunan apabila temperatur terlalu tinggi. Pada Gambar 3(c), DS mencapai nilai optimum sebesar 0,705 pada saat temperatur 70 °C kemudian menurun pada saat temperatur 80 °C.



(a)



(b)



(c)

**Gambar 3. Pengaruh suhu eterifikasi pada: (a) kemurnian Na-CMC; (b) perolehan Na-CMC; dan (c) DS dari Na-CMC**

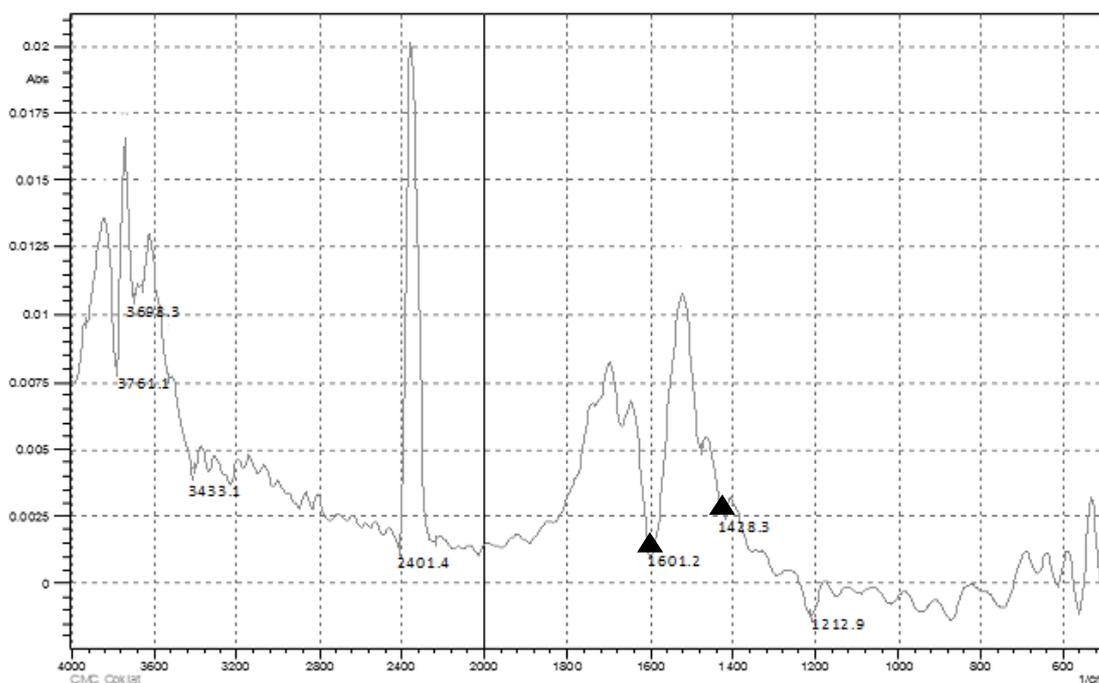
Penurunan yang terjadi pada nilai karakteristik dari Na-CMC kemungkinan disebabkan oleh degradasi selulosa. Pada saat temperatur tinggi, yaitu 80 °C, alkaliselulosa mengalami degradasi. Degradasi ini

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 (Scheir dkk., 2001; Pushpalamar dkk., 2006).

### Analisis Gugus Fungsional Na-CMC

Analisis *Spektrum FTIR* pada Na-CMC dari kulit singkong dilakukan untuk Na-CMC dengan karakteristik yang paling optimal yaitu Na-CMC dengan kemurnian 96,20%, perolehan 22%, 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 cm<sup>-1</sup> dan 1428,3 cm<sup>-1</sup> seperti yang terlihat pada Gambar 4. Berdasarkan pustaka, gugus karboksil diidentifikasi pada panjang gelombang dengan kisaran 1600-1640 cm<sup>-1</sup> dan 1400-1450 cm<sup>-1</sup> (Pecsok dkk., 1976; Adinugraha dkk., 2005). Absorpsi paling besar pada 1601,1 cm<sup>-1</sup>, yang menunjukkan keberadaan gugus karboksil -COOH. Pita absorpsi pada 1428,3 cm<sup>-1</sup>, menunjukkan vibrasi menggantung (*scissoring*) dari gugus -CH<sub>2</sub>. Akan tetapi, intensitas pita absorpsi pada panjang gelombang tersebut relatif lemah. Absorpsi yang cukup besar lainnya terjadi pada pita absorpsi pada panjang gelombang 3761,1 cm<sup>-1</sup> dan 1212,9 cm<sup>-1</sup> (Gambar 4), menunjukkan adanya gugus -OH dan C-O, secara berurutan, sebagai pengotor (Pecsok dkk., 1976; Adinugraha dkk., 2005; Pushpalamar dkk., 2006).



**Gambar 4. Spektrum Imparsial dari Na-CMC turunan kulit singkong (simbol ▲ menandakan gugus karboksil)**

#### 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 SNI 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, hlm. 109-115.

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

Sigma-Aldrich, *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.

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, hlm. 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==). (akses Mei 2011)

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.

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.

Standar Nasional Indonesia, *Natrium Karboksilat 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.