

## PEMANFAATAN SELULOSA DARI KULIT BUAH KAKAO (*Theobroma cacao* L.) SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN CMC (*Carboxymethyl Cellulose*)

### *Cellulose Utilization in Cacao Pod Husk (Theobroma cacao L.) as Raw Material for CMC (carboxymethyl cellulose) Synthesis*

Dianrifiya Nisa<sup>1</sup>, Widya Dwi Rukmi Putri<sup>1</sup>

1) Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP Universitas Brawijaya Malang  
Jl. Veteran, Malang 65145

<sup>1</sup>Penulis Korespondensi, Email: rifiyanisa@rocketmail.com

#### ABSTRAK

Indonesia merupakan negara penghasil kakao ketiga di dunia dengan produksi yang terus tumbuh 3,5% tiap tahunnya. Limbah kulit kakao ini salah satunya banyak mengandung 32-45% serat kasar yang berupa lignin dan selulosa. Selulosa merupakan polisakarida yang jika terhidrolisis akan menghasilkan monomer glukosa dan beberapa selobiosa. Sifat dari selulosa ini yaitu tidak larut didalam air dan sangat mudah menyerap air, sehingga cocok digunakan sebagai bahan baku pembuatan CMC (*carboxy methyl cellulose*). Pembuatan CMC terdiri dari dua tahap yaitu alkalisasi dan karboksimetilasi. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu RAK (Rancangan Acak Kelompok) menggunakan 2 faktor yaitu konsentrasi Asam trikloroasetat (20% dan 30%) dan lama waktu agitasi (1 jam, 2 jam, 3jam) dengan 3 kali ulangan. Data yg didapatkan akan dilakukan analisis ragam (ANOVA) dengan taraf nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa banyaknya konsentrasi Asam Trikloroasetat dan lama agitasi yang dilakukan memberikan interaksi yang nyata terhadap derajat substitusi dan banyaknya konsentrasi Asam Trikloroasetat memberikan pengaruh nyata terhadap kelarutan dalam air, dan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air, pH, viskositas, dan warna.

Kata kunci: Karboksimetilasi, Selulosa, CMC (*carboxy methyl cellulose*, Kulit Kakao (*Theobroma cacao* L.))

#### ABSTRACT

*Cacao pod husk contain 32-45% rough fiber as lignin and cellulose. Cellulose is polysaccharides which is hydrolize by producing glucose monomer and some selobiosa. Characteristic of cellulose is insoluble in water and easy to absorb water, so it's suitable to use as raw material for CMC (carboxymethyl cellulose). The synthesis of CMC consist of to two steps, alkalization and carboxymethylation. The statistical method was Randomized Block Design with two factors i. e. concentration of trichloroacetic acid (20% and 30%) and agitation times ( 1 hour, 2 hours, 3 hours) with 3 replication. Data were analyzed by Analysis of Variance (ANOVA) with significant level 5%. The result showed that concentration of trichloroacetic acid and agitation times gave significant effect to degree of substitution, on the other hand, concentration of trichloroacetic acid gave significant effect for solubility in water and did not give significant effect for the moisture content, pH, viscosity, and colors.*

*Key Words: CMC, carboxymethylation, cellulose, cacao pod husk*

#### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan tiga negara terbesar penghasil buah kakao (*Theobroma cacao* L.) didunia. Data dari Badan PBB untuk Pangan dan Pertanian (FAO) menyebutkan, Indonesia memproduksi 574.000 ton kakao di tahun 2010. Menyumbang sekitar 16% dari produksi kakao secara global [1]. Kulit kakao ini salah satunya banyak mengandung 32-45%

serat kasar yang berupa lignin dan selulosa [2]. Selulosa merupakan polisakarida yang jika terhidrolisis akan menghasilkan monomer glukosa dan beberapa selobiosa. Sifat dari selulosa ini yaitu tidak larut didalam air dan sangat mudah menyerap air. Hal ini sangat berpeluang besar supaya kulit buah kakao ini bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan CMC (*carboxy methyl cellulose*). Selama ini limbah kulit kakao hanya digunakan sebagai pakan ternak saja tanpa ada pemanfaatan lebih lanjut.

CMC merupakan molekul anionik yang mampu mencegah terjadinya pengendapan protein pada titik isoelektrik dan meningkatkan viskositas produk pangan, disebabkan bergabungnya gugus karboksil CMC dengan gugus muatan positif dari protein [3]. Penggunaan Na-CMC sebagai derivat dari selulosa antara 0,01%-0,8% akan mempengaruhi produk pangan seperti jelli buah, sari buah, mayonaise dan lain-lain [4]. Semua zat pengental dan pengental adalah hidrofил dan terdispersi dalam larutan yang dikenal sebagai hidrokoloid. CMC ini biasanya digunakan diberbagai industri seperti : tekstil, kramik, dan makanan [5]. Fungsi dari CMC disini sebagai penstabil emulsi, pengental, dan bahan pengikat.

Faktor – faktor yang mempengaruhi proses pembuatan CMC adalah alkalisasi dan karboksimetilasi. Alkalisasi merupakan langkah untuk mengaktifkan gugus-gugus OH pada molekul selulosa, dengan adanya proses alkalisasi ini maka struktur selulosa akan mengembang dan akan memudahkan reagen karboksimetilasi berdifusi didalamnya. Setelah itu dilanjutkan dengan proses karboksimetilasi merupakan langkah untuk melihat jumlah asam monokloroasetat ataupun natrium monokloroasetat akan berpengaruh terhadap substitusi unit anhidroglukosa pada selulosa [6]. Proses karboksimetilasi ini sebenarnya adalah proses eterifikasi. Pada tahap ini merupakan proses pelekatan gugus karboksilat pada struktur selulosa. Gugus karboksilat yang dimaksud terdapat pada asam Trikloroasetat. Hal ini yang sangat penting untuk dikontrol pada saat proses pembuatan CMC.

Penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan karakteristik fisik dan kimia CMC lebih baik dan sesuai dengan standart yang berlaku. Proses penambahan konsentrasi Asam Trikloroasetat dan lama agitasi yang diberikan diharapkan dapat meningkatkan derajat substitusi, meningkatkan viskositas, menurunkan kadar air, meningkatkan kecerahan warna dan menghasilkan pH yang netral sehingga karakteristik fisik dan kimia CMC menjadi lebih optimal dan dapat digunakan sebagai bahan penstabil untuk bermacam-macam produk olahan pangan.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Bahan**

Bahan yang akan digunakan untuk pembuatan CMC yaitu : kulit buah kakao varietas Lindak berumur  $\pm$  5 bulan diperoleh dari perkebunan RIAU, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 5%, etanol 96%, aquadest, NaOH15% dan NaOH 2N, asam trikloroasetat 20% dan 30%, asam asetat glasial, dan 2-propanol 87%. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1N, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1N, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 72%, NaOH 0,1N, aquadest, Indikator PP, Asam Oksalat, buffer pH 4, buffer pH 7, kertas saring dan alumunium foil semua bahan kimia diperoleh dari toko bahan kimia Makmur Sejati, Malang.

### **Alat**

Alat yang digunakan untuk pembuatan CMC yaitu: blender "Panasonic", ayakan ukuran 80mesh, neraca analitik "Denver Instrumen M-30", oven kering, pengering cabinet, desikator, pH meter, seperangkat pengaduk (*magnetic stirer*), *Shaker Waterbath*, seperangkat alat glassware, kompor, panci, loyang, gelas plastik, autoklaf, corong plastik, ember, pisau, sendok, corong *Buchner*, pompa vakum, pipet tetes, dan pipet volume.

Alat yang digunakan untuk analisis pada penelitian ini adalah timbangan analitik, oven listrik, desikator, tanur, lemari asam, refluk (pendingin balik), seperangkat glassware, vortex "LW ScientificInc", *Colour reader* "Minolta CR-100", pH meter "Ezodo" *viscometer*, FTIR, *magnetic stirrer*, buret, kompor listrik, sentrifuse "Universal Model : PLC-912E", corong kaca, thermometer, dan desikator.

## Desain Penelitian

Penelitian ini dilakukan diawali dengan penelitian pendahuluan yang menghasilkan kombinasi perlakuan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). RAK yang disusun secara faktorial dengan 2 faktor dan 3 ulangan. Faktor I adalah konsentrasi asam Trikloroasetat yang terdiri dari 2 level dan faktor II adalah lama agitasi yang terdiri dari 3 level. Data yang didapatkan dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* dan *Zeleny* untuk mendapatkan perlakuan terbaik.

## Tahapan Penelitian

Tahap pelaksanaan penelitian meliputi tahap penelitian preparasi sampel, proses isolasi selulosa, pembuatan CMC (meliputi tahapan alkalisasi dan karboksimetilasi), dan proses netralisasi.

### 1. Preparasi Sampel

Kulit kakao dicacah, lalu dilakukan blanching selama 10 menit pada suhu 90 °C. Setelah itu dilakukan penyaringan antara filtrat dan ampas. Ampas yang dihasilkan dikeringkan dengan pengering kabinet selama 12 jam. Setelah kulit kakao mengering selanjutnya diblender dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh. Dilakukan analisis kadar air [7].

### 2. Alkalisasi dan Karboksimetilasi

Delapan gram (8 g) gram berat kering serbuk selulosa dari kulit kakao dimasukkan kedalam erlenmeyer 500 mL yang ditempatkan pada *hotplate stirer* kemudian ditambah 200 mL 2-propanol, 25 mL etanol, 25 mL aquades dan diaduk selama 10 menit. Selanjutnya ditambahkan larutan NaOH 15 % tetes demi tetes sebanyak 20 mL dan proses alkalisasi ini berlangsung selama 1 jam pada suhu 24 °C. Setelah selesai dilanjutkan proses karboksimetilasi yang ditempatkan kedalam *waterbath* dengan menambahkan asam trikloroasetat (20% dan 30%) sebanyak 20 mL sedikit demi sedikit. Proses ini berlangsung selama (1 jam, 2 jam, 3 jam) pada suhu 75 °C. Selama kedua proses ini berlangsung pengaduk tetap berputar. Setelah itu dilakukan analisis selulosa metode Chesson [8].

### 3. Netralisasi

Setelah proses karboksimetilasi selesai, *waterbath* dimatikan kemudian campuran ini dipindahkan kedalam gelas kimia dan diukur pHnya. Selanjutnya ditambah asam asetat glasial sampai pH netral dan didekantasi. Residu yang didapatkan ditambah 100 mL etanol dan diaduk kemudian disaring menggunakan pompa vakum. Akhirnya dibungkus dalam aluminium foil dikeringkan dalam oven selama 4 jam pada suhu 60 °C. CMC yang telah kering ini kemudian dihaluskan dan disimpan dalam tempat tertutup. Analisis yang dilakukan terhadap produk akhir CMC yaitu meliputi analisis pH, viskositas, Derajat Substitusi (DS), dan Indeks Kelarutan dalam Air [8].

## Prosedur Analisis

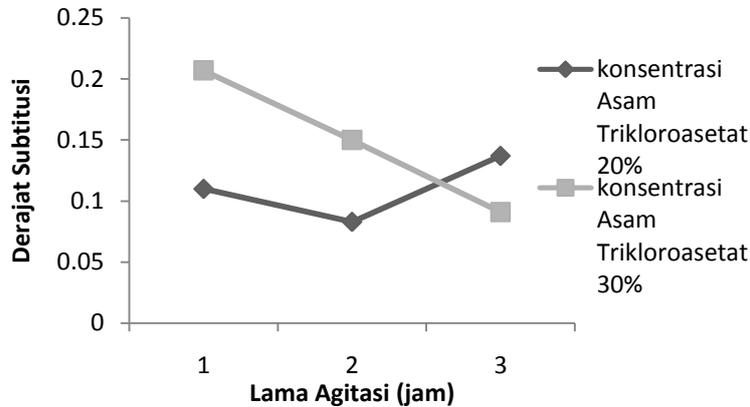
Analisis yang dilakukan meliputi analisis kadar air (Metode Termogravimetri) [7], analisis selulosa (Metode Chesson) [8], analisis penentuan derajat substitusi metode titrasi [9], analisis Warna (L, a, b) dengan *color reader* CR-100 [10], indeks kelarutan dalam air Metode Oven kering [7], analisis viskositas menggunakan *viscometer* [7], analisis pengukuran pH larutan CMC 1% menggunakan pH meter [7].

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Derajat substitusi

Derajat substitusi menentukan kelarutan CMC. Derajat Substitusi adalah jumlah rata-rata gugus per anhidroglukosa unit yang disubstitusikan oleh gugus lain [7]. Apabila gugus yang menggantikan berupa satu gugus anhidroksil pada tiap unit anhidroglukosa

diesterifikasi dengan satu buah gugus asetil, nilai DS sebesar 1. DS yang dihasilkan yaitu 0.083 – 0.207.



Gambar 1. Nilai Derajat Substitusi CMC

Berdasarkan grafik diatas terlihat bahwa pada produk CMC dengan derajat substitusi yang terendah diperoleh pada konsentrasi Asam Trikloroasetat 20% dan lama agitasi 2 jam dengan pola grafik antar perlakuan konsentrasi Asam Trikloroasetat 20% cenderung naik (dapat dilihat pada Gambar 1). Untuk membantu Asam Trikloroasetat bisa berdifusi dengan baik maka harus diikuti dengan teknik agitasi dan lama waktu agitasi yang sesuai. Agitasi sendiri berfungsi untuk mengontakkan Asam Trikloroasetat dengan struktur selulosa agar lebih mudah terjadinya substitusi gugus hidroksil menjadi gugus karboksil [7]. Sedangkan CMC dengan konsentrasi Asam Trikloroasetat 30% dan lama agitasi 1 jam memiliki nilai derajat substitusi terbesar dari semua perlakuan tetapi grafik yang dihasilkan cenderung menurun karena semakin lamanya agitasi (dapat dilihat pada Gambar 1). Hal ini diduga karena pada saat alkalisasi struktur sudah mengembang dan perlakuan agitasi yang semakin lama memungkinkan jarak antar gugus semakin lebar dan semakin melemahkan ikatan dan akan terputus sehingga substitusi yang diinginkan tidak terjadi.

Pada penelitian ini pada proses alkalisasi NaOH yang diberikan menggunakan konsentrasi yang sama dan lama agitasi yang sama pula. Penambahan NaOH juga membantu menaikkan derajat substitusi, jika terjadi pengikatan secara maksimal maka NaOH akan berikatan seluruhnya dengan selulosa [11].

Penentuan jumlah Asam Trikloroasetat yang mampu menempel pada permukaan selulosa dapat dilakukan dengan analisis semikuantitatif mengenai derajat substitusi (DS) yaitu banyaknya jumlah gugus hidroksil yang tersubstitusi oleh Asam Trikloroasetat terhadap selulosa dengan harapan jumlah, distribusi dan penataan Asam Trikloroasetat yang menempel pada permukaan selulosa dapat ditentukan. Rentang DS untuk Na-CMC hasil dari reaksi alkalisasi oleh NaOH dilanjutkan reaksi karboksimetilasi oleh SCA adalah antara 0.20 – 1.50 [12].

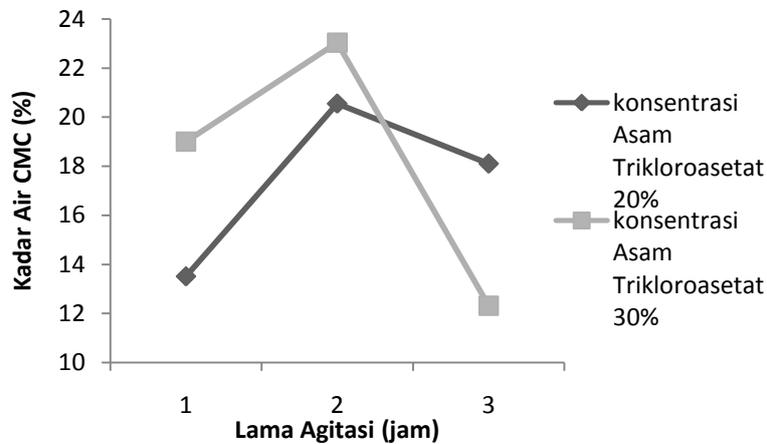
## 2. Kadar Air

CMC bersifat higroskopis sehingga dapat menyerap air dari udara. Jumlah air yang dapat diabsorpsi tergantung dari kadar air CMC, kelembaban relatif, suhu dan derajat substitusi. CMC dengan derajat substitusi lebih tinggi lebih efektif mengikat air [13].

Berdasarkan Gambar 2. dapat dilihat bahwa kadar air dalam mengalami penurunan akibat perlakuan perbedaan konsentrasi Asam Trikloroasetat dan lama agitasi. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi Asam Trikloroasetat dan lama agitasi tidak memberikan pengaruh nyata.

Senyawa pengikat air dan air yang terperangkap dalam bahan itu berbeda. Dalam hal ini CMC mempunyai air yang terperangkap didalam strukturnya sehingga air ini tidak bisa masuk ataupun keluar dr bahan. Jika agitasi yang diberikan semakin lama dan derajat

substitusi yang dihasilkan semakin tinggi akan menyebabkan air yang terkandung dalam CMC semakin banyak. Hal ini dipengaruhi juga seberapa besar tingkat pemutusan ikatan.

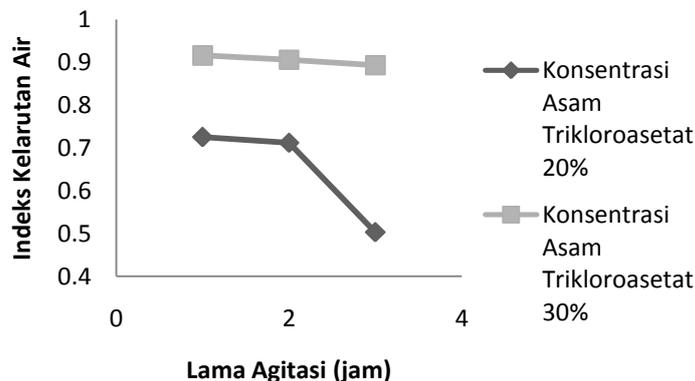


Gambar 2. Nilai Kadar Air CMC

### 3. Indeks Kelarutan dalam Air

Kelarutan adalah kuantitas maksimal suatu zat kimia terlarut (solut) untuk dapat larut pada pelarut tertentu membentuk larutan homogen. Kelarutan suatu zat dasarnya sangat bergantung pada sifat fisika dan kimia solut dan pelarut pada suhu, tekanan dan pH larutan [14]. Dari hasil analisis yang dilakukan jumlah indeks kelarutan yang dihasilkan oleh CMC ini yaitu 0.50 – 0.92.

Indeks Kelarutan CMC dalam Air yang dihasilkan yaitu 0.50 hingga 0.92. Pada gambar 4.3 dapat dilihat bahwa Indeks kelarutan dalam air menurun karena bergantung pada derajat substitusi CMC yang juga semakin menurun hal ini disebabkan gugus-gugus yang tersubstitusi juga menurun seiring lamanya agitasi. Semakin lama agitasi maka akan menyebabkan struktur selulosa semakin mengembang dan memperbesar jarak antara gugus satu dengan gugus yang lainnya yang menyebabkan semakin sulit untuk melakukan pemutusan ikatan dan penggantian gugus. Jika substitusi tidak terjadi maka air yang diinginkan tidak terikat dan menyebabkan pengendapan pada larutan dan CMC tidak larut dalam air [7].



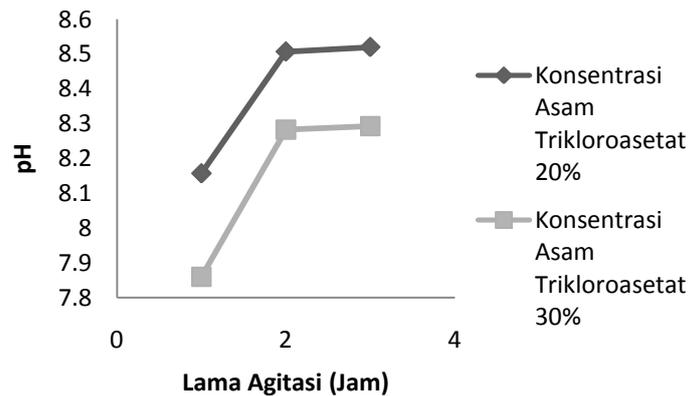
Gambar 3. Nilai Indeks Kelarutan dalam Air CMC

Kelarutan CMC dalam air bergantung pada tingkat kemampuan CMC untuk mengikat air dan pH yang dihasilkan. Semakin tinggi kemampuan CMC mengikat air dengan pH dalam kondisi basa akan mempermudah kelarutannya. Hal Ditinjau dari segi kualitas,

semakin besar harga derajat substitusi maka kualitas CMC semakin baik dan kelarutan dalam air semakin besar [7].

#### 4. pH

Indikator lain yang menunjukkan kualitas CMC yang baik adalah pH. pH disini menentukan bagaimana Kekentalan berkurang pada pH kurang dari 5. CMC mantap pada pH 5-11, kekentalan maksimum pada pH 7-9. CMC dapat berfungsi bersama dengan kebanyakan gom lain yang larut dalam air, dan tidak terpengaruh oleh adanya kation yang dapat menghasilkan garam yang larut.



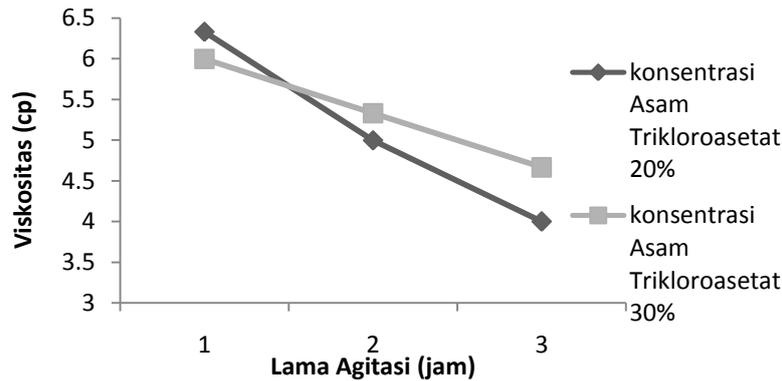
Gambar 4. Nilai pH CMC

Gambar 4 merupakan grafik nilai pH CMC yang dihasilkan akibat perlakuan perbedaan konsentrasi Asam Trikloroasetat dan Lama Agitasi yang diberikan selama pembuatan CMC. Dari Gambar 4.5 dapat dilihat semakin lama waktu agitasi maka pH produk cenderung meningkat, hal ini terjadi pada Konsentrasi Asam Trikloroasetat 20% dan 30%.

Pada saat pembuatan CMC pada tahap karboksimetilasi, selulosa yang sudah tersubstitusi dengan Na<sup>+</sup> akan bereaksi dengan Asam Trikloroasetat dan menghasilkan CMC dan garam NaCl. Semakin banyak konsentrasi Asam Trikloroasetat yang diberikan maka akan semakin banyak garam NaCl yang dihasilkan dan pH yang dihasilkan juga akan meningkat. Asam karboksilat yang beraksi dengan basa akan membentuk garam. Bisa ditandai dengan timbulnya busa yang membantu membedakan asam karboksilat dari senyawa organik netral atau basa [15]. Tetapi dengan semakin banyak konsentrasi yang diberikan kondisi CMC juga semakin asam.

#### 5. Viskositas

Viskositas adalah suatu sifat dari cairan yang lebih bertahan untuk mengalir. Viskositas adalah kekuatan yang dibutuhkan untuk memindahkan suatu permukaan datar ke permukaan lainnya dengan ketentuan cairan digerakkan dengan gaya tertentu.



Gambar 5. Nilai Viskositas CMC

Hasil dari analisis viskositas pada Gambar 5 menjelaskan bahwa viskositas larutan tergantung dengan kemampuan CMC untuk mengikat air sehingga menghasilkan larutan dengan viskositas tertentu. Pada penelitian ini viskositasnya, pada kondisi yang sama diperoleh nilai rata-rata sebesar 6.5 cp dan ini termasuk dengan CMC dengan viskositas rendah. Kemampuan CMC untuk mengikat air dapat dilihat dari hasil analisis derajat substitusi. Semakin tinggi derajat substitusi semakin besar tingkat kemampuan CMC dalam mengikat air untuk menghasilkan viskositas tertentu. Gugus-gugus yang sudah tersubstitusi dengan gugus metil maka CMC akan lebih reaktif terhadap air dan akan mempengaruhi viskositas yang diinginkan dan derajat polimerisasi yang tinggi dapat membantu viskositas. Semakin panjang rantai selulosa yang masih terikat akan menyebabkan viskositas meningkat dan menjadi larutan yang kental dan bersifat termoreversible [16].

Na-CMC akan terdispersi dalam air, kemudian butir-butir Na-CMC yang bersifat hidrofilik akan menyerap air dan terjadi pembengkakan. Air yang sebelumnya ada di luar granula dan bebas bergerak, tidak dapat bergerak lagi dengan bebas sehingga keadaan larutan lebih mantap dan terjadi peningkatan viskositas [17].

## 6. Warna

Warna merupakan salah satu profil visual yang menjadi kesan pertama konsumen dalam menilai bahan makanan [18]. Pada produk CMC yang dihasilkan ini secara visual berwarna coklat muda dan cenderung kearah kuning tua. Perubahan warna terjadi pada tahap alkalisasi saat penambahan NaOH 15% sebanyak 20ml. Kecerahan CMC yang paling besar yaitu 79,433 dihasilkan akibat dari konsentrasi Asam Trikloroasetat 20% dengan lama agitasi 1 jam.

Adanya komponen-komponen polifenol dalam biji kakao, tidak menutup kemungkinan juga terdapat dalam kulit buah kakao dan ikut bereaksi dengan senyawa lain atau efek pemanasan yang mengakibatkan perubahan warna. Kulit buah kakao mengandung campuran flavonoid atau tannin terkondensasi atau terpolimerisasi, seperti antosianidin, katekin, leukoantosianidin yang kadang-kadang terikat dengan glukosa. Tannin yang terikat dengan gula umumnya mudah larut dalam pelarut hidroalkohol, sedangkan tannin terkondensasi atau tannin lebih mudah terekstraksi dengan pelarut aseton 70 % [20]

Tabel 1. Hasil Analisis Warna CMC

Perlakuan		L	a+	b+
Konsentrasi Asam Trikloroasetat (%)	Lama Agitasi (Jam)			
20%	1	79.43	2.40	19.63
	2	78.13	2.30	19.77
	3	78.93	3.10	22.17
30%	1	75.83	2.93	20.73

2	75.97	2.90	20.70
3	75.17	3.93	20.47

Perubahan warna yang terjadi disebabkan oleh sedikit lignin yang masih ada didalam selulosa dan bereaksi dengan basa seperti NaOH yang menyebabkan perubahan warna (pencoklatan) didalam proses pembuatan CMC [7].

### SIMPULAN

Perlakuan terbaik yang diperoleh yaitu dengan konsentrasi Asam Trikloroasetat 20% dan lam agitasi 1 jam yang menghasilka derajat substitusi 0.10, pH 7.86, viskositas 6.33 Cp, kadar air 13.51, kecerahan (L) 79.43, derajat kekuningan 2.40, dan derajat kemerahan 19.63.

### DAFTAR PUSTAKA

- 1) Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. 2012. 2014, Indonesia Targetkan jadi Penghasil Kakao Terbesar di Dunia. ([http:// nationalgeographic.co.id/berita/2012/07/2014-indonesia-targetkan-jadi-penghasil-kakao-terbesar-di-dunia](http://nationalgeographic.co.id/berita/2012/07/2014-indonesia-targetkan-jadi-penghasil-kakao-terbesar-di-dunia)). Tanggal akses 11 februari 2013.
- 2) Soparjo. 2011. Performa Kambing yang Diberi Kulit Buah Kakao Terfermentasi. Media Peternakan, April 2011, hlm. 35-41 EISSN 2087-4634
- 3) Witono, Judi R., Okky dan Apriani, Dewi. 2004. Kajian Awal Terhadap Pembuatan *Carboxymethyl Starch* (CMS) dari Umbi Pati Garut. Jurnal. ISSN : 1411-4216
- 4) Winarno, F.G. 2008. Kimia Pangan dan Gizi. Mbrio Press. Bogor
- 5) Fennema, O. R., M. Karen, and D. B. Lund. 1996. Principle of Food Science. The AVI Publishing, Connecticut
- 6) Kusumawardani, Indah and W., Agustin. 2013. Pretreatment Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*) sebagai Bahan Baku Bioetanol Generasi Kedua. Universitas Brawijaya. Malang
- 7) Wijayanti, A., Ummah, K., dan Siti Tjahjani. 2005. Karakteristik Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Enceng Gondok (*Eichorniacrassipes (Mart) Solms*). Universitas Negeri Surabaya. Indo. *J. Chem.*, 2005, 5 (3), 228 – 231
- 8) Datta, R. 1981. Acidogenic Fermentation of Lignocellulose-Acid Yield Andconversion of Components. *Biotechnology and Bioengineering* 23 (9):2167-2170.
- 9) Cellogen, Sodium Carboxymethyl Cellulose, Dai-Ichi Kogyo Seiyaku Co. Ltd.
- 10) Hattori, K., E. Abe, T. Yoshida and J. Cuculo, 2004. New solvents for Cellulose II ethylenediamine/ thiocyanate salt system. *Polymer J.*, 36 (2): 123-130.
- 11) Arnelli, Yoga M.S.H., Astuti Y., 2006. Pengaktifan Kapas Sebagai Resin Penukar Kation Asam Lemah. Jurnal Sains & Matematika. Vol 14 No.4
- 12) Hamelinck CN, Hooijdonk GV, Faaji APC. 2005. Etanol From Lignocellulosic Biomass: Techno-Economic Performance In Short-, Middle- And Long Term. *Biomass and Bioenergy* 28: 384-410.
- 13) FAO. 2011. Compendium of food additive specifications, Food and Agriculture Organization of the United Nations 74th Meeting. hal. 115-119.
- 14) Estiasih, T. 2006. Teknologi dan Aplikasi Polisakarida dalam Pengolahan Pangan. Penerbit Fakultas Teknologi Pertanian. UB. Malang.
- 15) Heinze, Thomas. 2005. Carboxymethyl Ethers of Cellulose and Starch – A Review. *Journal Science*. No.3 C.13-29
- 16) Lii, C.Y dan Chang S.M. 2007. Characterization of Red Bean Starch and Its Noodle Quality. Di dalam: Kim, Y.S., D.P. Wiesenborn, J.H. Lorenzen, dan P. Berglund. 1996. Suitability of Edible Beanand Potato Starches for Starch Noodles. *Cereal Chem*. 73(3):302-308.
- 17) Adinugraha, M.P. and D.W. Marseno, Haryadi. 2005. Synthesis and Characterization of Sodium Carboxymethyl Cellulose From Cavendish Banana Pseudo Stem (*Musa Cavendishii* LAMBERT). *Carbohydrate Polymers*, 62: 164-169.

- 18) Kartika. 1997. Studi Pendahuluan dan Pemurnian Amiloglukosidase pada Pati. KT-11. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi. Bogor, 11-12 Februari 1992.
- 19) Figueira, A., and Janick, J. 1993. New products from *Theobroma cacao*: Seed pulp and pod gum. *New crops.*, New York, 475- 478
- 20) Heydarzadeh, H.D, Najafpour, G.D and Moghaddam, A.A. Nazari. 2009. Catalys-Free Conversion of Alkali Cellulose Fine Carboxymethyl Cellulose at Mild Conditions. *World Applied Sciences Journal.* 6 (4): 564-569