

## **KARAKTERISASI KARBOKSIMETIL SELULOSA (CMC) DARI PELEPAH KELAPA SAWIT**

### ***CHARACTERIZATION OF CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) OF PALM MIDRIB***

**Devi Silsia\*, Zulman Efendi dan Febri Timotius**

Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

Jl WR. Supratman Bengkulu, 38123A, Indonesia

\*Email korespondensi: devisilsia@unib.ac.id

Diterima 03-05-2018, Selesai Direview 23-05-2018, Diterbitkan 30-05-2018

#### **ABSTRAK**

Pelepah adalah salah satu limbah perkebunan sawit yang belum dimanfaatkan secara optimal. Kandungan selulosa pelepah sawit yang cukup tinggi sangat potensial diubah menjadi karboksimetil selulosa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik karboksimetil selulosa yang dihasilkan dari berbagai konsentrasi asam trikloroasetat dan waktu reaksi. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan dua faktor yaitu konsentrasi asam trikloroasetat (10%,20% dan 30%) dan waktu reaksi (3 jam dan 4 jam). Sintesis Karboksimetil selulosa pada penelitian ini terdiri dari tiga tahap yaitu alkalisasi, karboksimetilasi dan pemurnian. Karboksimetil selulosa yang diperoleh ditentukan derajat substitusi (DS), pH, viskositas, kadar air, dan kemurniannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karboksimetil selulosa terbaik diperoleh dari penggunaan asam trikloroasetat 20 % dan waktu reaksi 3 jam. Pada kondisi ini karboksimetil selulosa yang dihasilkan memiliki nilai DS 0,76, pH 8,32, , kadar air 7,1% viskositas 7,8 cP, dan kemurnian 92,62 %.

**Kata kunci** : pelepah sawit, karboksimetil selulosa,karakteristik.

#### **ABSTRACT**

Midrib is one of the palm plantation waste that has not been utilized optimally. The high cellulose content of palm midrib is potentially converted into carboxymethyl cellulose. This study aims to characterize carboxymethyl cellulose produced from various concentrations of trichloroacetic acid and reaction duration. This study apply a complete randomized design (RAL) with two factors i.e trichloroacetic acid concentration (10%, 20% and 30%) and reaction duration (3 hours and 4 hours). The synthesis of carboxymethyl cellulose in this study consists of three stages i.e alkalization, carboxymethylation and purification. The carboxymethyl cellulose obtained was characterized include degree of substitution (DS), pH, viscosity, water content, and purity. The results showed that the best carboxymethyl cellulose was obtained from the use of 20% trichloroacetic acid and 3 hours reaction. The characterrization result include substitution degree value of 0.76, pH of 8.32, water content of 7.1%, with a viscosity of 7.8 cP, and purity of 92.62%.

**Keywords**: palm midrib, carboxymethyl cellulose, characterization

#### **PENDAHULUAN**

Dewasa ini persentase bahan pangan olahan yang dikonsumsi masyarakat makin tinggi. Dalam pengolahannya untuk mempertahankan mutu dan nilai gizi sering

ditambahkan zat aditif. Salah satu zat aditif yang sering digunakan adalah karboksimetil selulosa (CMC). Karboksimetil selulosa dimanfaatkan sebagai *stabilizer*, *thickener*, *adhesive* dan *emulsifier*. Menurut Ferdiansyah, dkk (2016) selain dapat larut

dalam air dalam kondisi suhu panas maupun dingin, CMC disintesa dari bahan nabati sehingga kehalalannya dapat dipertanggung jawabkan. Selulosa merupakan bahan utama dalam sintesa CMC.

Karboksimetil selulosa merupakan turunan dari selulosa yang dikarboksimetilasi adalah eter polimer linier dengan gugus karboksimetilasi ( $-\text{CH}_2\text{-COOH}$ ) yang terikat pada beberapa gugus OH dari monomer glukopiranos. Beberapa peneliti telah mensintesa CMC dari bahan nabati yang mengandung selulosa. Wijayani, dkk (2005) mensintesa CMC dari enceng gondok, Eringsih, dkk (2011) dan Melisa, dkk (2014) mensintesa dari limbah tongkol jagung. Bahan lain yang dapat diolah menjadi CMC adalah kulit buah kakao (Nisa dan Widya, 2014) dan jerami padi (Nur, dkk, 2016)

CMC disintesis melalui dua tahap yaitu alkalisasi dan karboksimetilasi. Ke dua tahap ini dapat berlangsung dalam bentuk padatan dan dalam media air atau pelarut organik. Alkalisasi dilakukan sebelum karboksimetilasi dengan menggunakan NaOH. Proses ini bertujuan untuk mengaktifkan gugus-gugus OH pada molekul selulosa (Wijayani, dkk, 2005). Proses karboksimetilasi dapat dilakukan dengan menggunakan reagen natrium monokloroasetat, pada proses ini gugus  $-\text{OH}$  pada selulosa digantikan oleh  $\text{ClCH}_2\text{COONa}$  (Pitaloka, dkk, 2015). Proses karboksimetilasi merupakan proses eterifikasi. Pada tahap ini terjadi pelekatan gugus karboksilat pada struktur selulosa. Sehingga gugus karboksilat pada asam trikloroasetat juga dapat digunakan (Nisa, dkk, 2014). Setelah proses sintesis selesai, CMC yang terbentuk selanjutnya dimurnikan.

Kualitas CMC yang dihasilkan dapat dilihat dari beberapa parameter yaitu. Nilai derajat substitusi (DS), pH, Viskositas, gugus fungsi dan kemurnian. DS merupakan faktor

utama kelarutan CMC dalam air (Waring dan Person, 2001). Viskositas dan kemurnian CMC juga memegang peranan penting, karena CMC berfungsi sebagai pengental atau pengemulsi (Pitaloka, dkk, 2015)

Kelapa sawit merupakan komoditas perkebunan yang sangat berkembang di Provinsi Bengkulu. Luas perkebunan sawit terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Selain menghasilkan tandan buah segar (TBS), perkebunan sawit dan industri pengolahan sawit juga menghasilkan limbah. Salah satu limbah kelapa sawit yang belum dimanfaatkan secara optimal adalah pelepah.

Setiap pohon kelapa sawit dapat menghasilkan pelepah sebanyak 22-26 pelepah/tahun dengan berat pelepah rata-rata 4 – 6 Kg/pelepah. Produksi pelepah dapat mencapai 40 – 50 pelepah/pohon/tahun dengan berat rata-rata 4,5 Kg/pelepah (Umar, 2009). Pelepah kelapa sawit mengandung selulosa sebesar 40,96% (Mulyani dan Sofyana, 2007). Kandungan selulosa yang cukup tinggi pada pelepah kelapa sawit sangat berpotensi diolah lebih lanjut menjadi CMC yang memiliki nilai ekonomi lebih tinggi dan lebih bermanfaat dalam berbagai aplikasi.

Ferdiansyah, dkk (2016) serta Sebayang dan Sembiring (2017) telah mencoba mensintesa CMC dari pelepah sawit. Proses alkalisasi dan karboksimetilasi dilakukan dalam larutan isopropanol dan reagen yang digunakan dalam tahapan karboksimetilasi adalah natrium monokloroasetat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik CMC dari pelepah sawit pada berbagai konsentrasi asam trikloroasetat dan waktu reaksi.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Pelepah sawit yang diperoleh dari perkebunan kelapa sawit di Kelurahan

Padang serai Kecamatan Kampung Melayu Kota Bengkulu. Bahan kimia yang digunakan adalah NaOH (technical grade), NaOCl, asam asetat glasial, asam trikloroasetat, akuades, etanol, HNO<sub>3</sub>, HCl, AgNO<sub>3</sub>, Phenophthalein (PP), K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.

Peralatan yang digunakan antara lain neraca analitik, baskom, oven, grinder, kertas saring, pisau, ayakan 60 mesh, pH meter dan peralatan gelas yang biasa digunakan dalam laboratorium.

### Rancangan Penelitian

Penelitian ini dirancang menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 2 faktor, yaitu konsentrasi asam trikloro asetat (10%, 20% dan 30%) dan lama reaksi sintesis (3 dan 4 jam). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 2 kali.

### Persiapan sampel pelepah sawit

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini berupa pelepah sawit yang diambil dari lima pohon sawit secara acak dari kebun masyarakat di Padang Serai. Masing-masing pohon diambil 1 pelepah. Setiap pelepah diambil sepanjang 20 cm dari bagian pangkal, 20 cm di bagian tengah dan 20 cm di bagian ujung. Pelepah tersebut dikuliti, dipotong-potong menyerupai korek api dan dikeringkan. Sampel yang telah kering ini kemudian dihaluskan dengan menggunakan mesin grinder dan serbuk yang diperoleh diayak dengan menggunakan ayakan 60 mesh. Serbuk tersebut dikeringkan kembali dengan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 1 jam.

### Ekstraksi Selulosa

Selulosa pelepah sawit diekstraksi dengan cara merendam serbuk pelepah sawit di dalam larutan NaOH 10% selama 24 jam. Selanjutnya dilakukan proses penyaringan dengan menggunakan kain saring. Residu yang diperoleh selanjutnya direndam dalam

larutan NaOCl 5% selama 3 jam. Kemudian campuran tersebut dipisahkan kembali. Residu yang dihasilkan (selulosa) dicuci dengan akuades mendidih sampai bau hipokloritnya hilang. Selulosa yang diperoleh selanjutnya dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 60°C hingga didapatkan berat konstan.

Rendemen ekstrak (RE)(%)

$$= \frac{\text{Berat kering ekstrak pelepah sawit}}{\text{Berat sampel serbuk pelepah sawit}} \times 100 \%$$

### Pembuatan CMC

Lima gram selulosa pelepah sawit kering ditambahkan 100 ml akuades dan dialkalisasi dengan menambahkan 10 ml larutan NaOH 30 % sedikit demi sedikit sambil diaduk. Alkalisasi dilakukan selama 1 jam. Setelah alkalisasi selesai dilanjutkan dengan karboksimetilasi dengan menggunakan variasi konsentrasi asam trikloroasetat (10%, 20% dan 30%). Proses karboksimetilasi dilakukan pada suhu 55°C selama 3 dan 4 jam. Setelah proses karboksimetilasi selesai, dilakukan penetralan dengan menggunakan asam asetat glasial, sampai pH 7. Selanjutnya dilakukan perendaman dalam 100 metanol selama 24 jam. CMC yang didapat kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C.

### Karakterisasi CMC

CMC yang diperoleh pada berbagai konsentrasi asam trikloroasetat selanjutnya dikarakterisasi mutunya, yaitu: Derajat Substitusi (DS), pH, Viskositas, kadar air dan kemurnian CMC. Penentuan derajat substitusi (DS) merujuk kepada metode yang dilakukan oleh Melisa dkk, 2014. Sedangkan penentuan viskositas, pH dan kemurnian CMC mengacu pada metode Wijayani dkk, 2005.

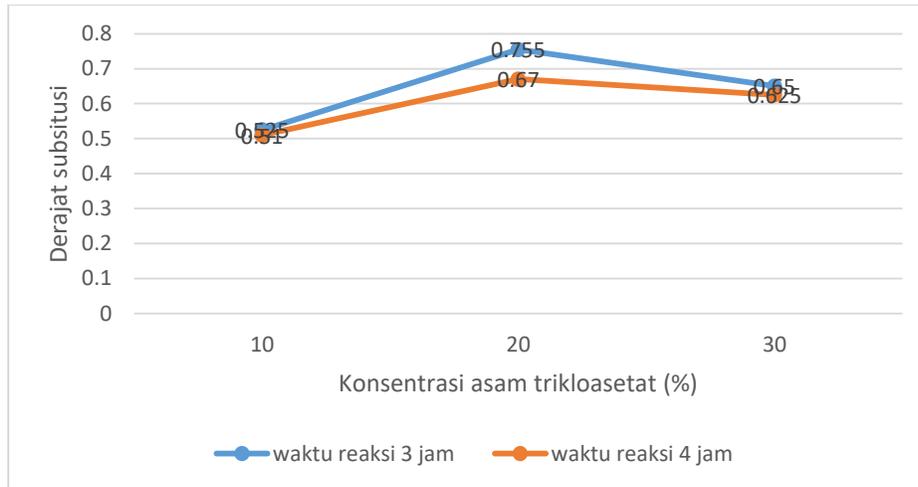
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Derajat Substitusi (DS)

Derajat substitusi merupakan parameter yang penting dalam menentukan

kualitas dari CMC. Derajat substitusi CMC adalah jumlah rata-rata gugus hidroksil dalam struktur selulosa yang disubstitusi oleh gugus lain. Semakin besar derajat substitusi maka kualitas CMC semakin baik, karena

kelarutannya dalam air semakin besar (Wijayani, dkk, 2005). Derajat substitusi CMC yang diperoleh pada berbagai konsentrasi asam trikloroasetat dan waktu reaksi dapat dilihat pada Gambar. 1.



Gambar 1. Nilai Derajat Substitusi CMC

Dari Gambar 1 terlihat bahwa derajat substitusi cenderung naik jika konsentrasi asam trikloroasetatnya ditambah, dari 10 % menjadi 20%, tetapi turun pada konsentrasi asam trikloroasetat 30 %. Turunnya derajat substitusi pada konsentrasi asam trikloroasetat 30% diduga disebabkan makin banyaknya produk samping yang terbentuk, seperti NaCl dan natrium glikonat (Wijayani, dkk, 2005). Derajat substitusi tertinggi diperoleh pada konsentrasi asam trikloroasetat 20% dan waktu reaksi 3 jam yaitu 0,76 dan yang terendah pada konsentrasi asam trikloroasetat 10% dan waktu reaksi 4 jam yaitu 0,51. Hasil yang diperoleh ini sejalan dengan hasil penelitian Nisa dan Widya (2014). Makin lama waktu reaksi makin kecil nilai derajat substitusinya. Hal ini diduga karena pada saat alkalisasi struktur karboksimetil selulosa sudah mengembang, makin lama waktu reaksi maka jarak antar gugus makin lebar dan semakin melemahkan ikatan dan akan

terputus sehingga substitusi yang diinginkan tidak terjadi (Nida dan Widya, 2014).

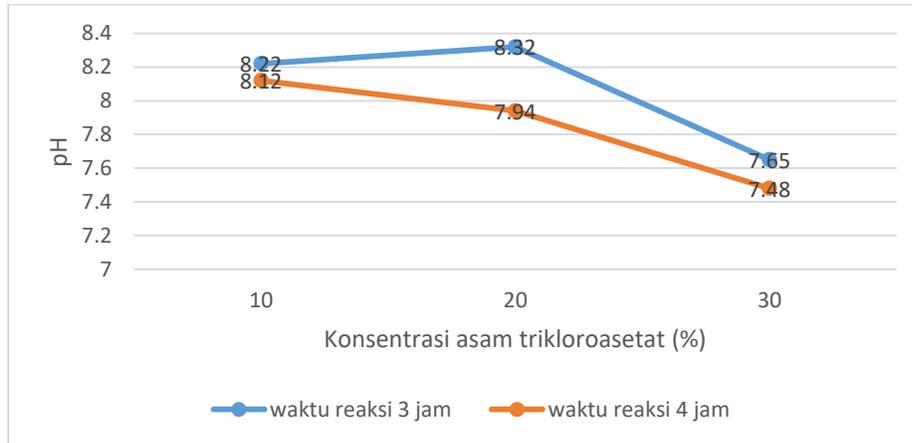
Beberapa peneliti juga telah mencoba mensintesis CMC dari pelepah sawit. CMC hasil penelitian Ferdiansyah, dkk (2016) memiliki nilai derajat substitusi yang hampir sama, yaitu 0,75. Sedangkan CMC dari hasil penelitian Sebayang dan Sembiring (2017) memiliki derajat substitusi yang sedikit lebih besar yaitu 0,82. Ferdiansyah, dkk (2016) dan Sebayang dan Sembiring (2017) menggunakan Natrium monokloroasetat (NaMCA) pada proses karboksimetilasi, sedangkan dalam penelitian ini digunakan asam trikloroasetat.

Derajat substitusi CMC yang dihasilkan dari penelitian ini sudah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) dan standar FAO. Menurut SNI derajat substitusi CMC mutu 1 berada pada kisaran 0,7 – 1,2 (Nur, dkk, 2016). Sedangkan menurut standar FAO, 0,2-1,5 (Ferdiansyah, dkk, 2016).

## pH

Karakteristik CMC yang lain yang berkaitan dengan kualitas yang baik adalah pH. Nilai pH dari CMC yang dihasilkan dari berbagai konsentrasi asam trikloroasetat dan waktu reaksi dapat dilihat pada Gambar 2. Nilai pH tertinggi adalah 8,32, yang

diperoleh dari CMC yang dibuat dengan asam trikloroasetat 20% dan waktu reaksi 3 jam. Sedangkan pH terendah adalah 7,48, yang diperoleh dari CMC yang dibuat dengan konsentrasi asam trikloroasetat 30% dan waktu reaksi 4 jam.

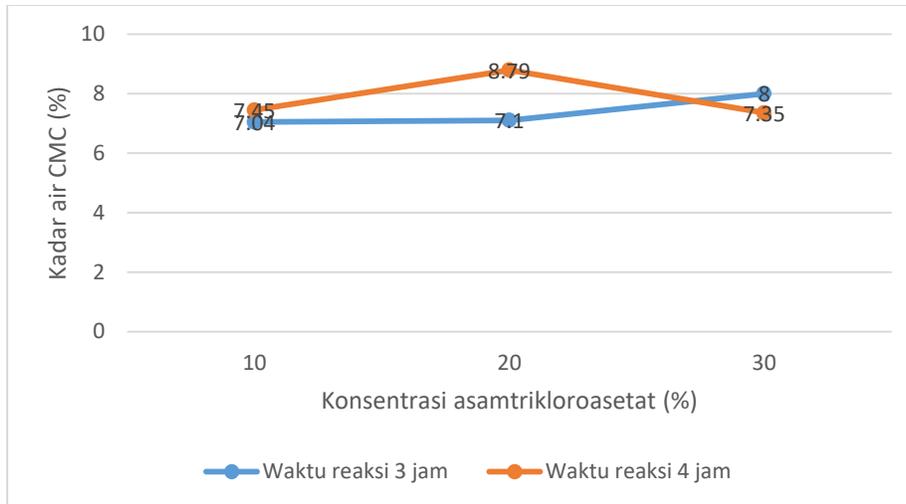


Gambar 2. Nilai pH CMC

Nilai pH dari CMC menjadi pertimbangan dalam penggunaannya. Jika pH terlalu rendah (<7) larutan menjadi tidak homogen karena terbentuk endapan. pH larutan CMC 1% biasanya 7 – 8,5 dan pada rentang 5-9 tidak terlalu berpengaruh pada viskositas CMC (Wijayani, dkk, 2005). Untuk CMC mutu 1, SNI mensyaratkan nilai pH berada pada kisaran 6-8 (Nur, dkk, 2016), sedangkan standar menurut FAO adalah 6,0-8,5 (Ferdiansyah, dkk, 2016). CMC yang dihasilkan dari seluruh perlakuan sudah memenuhi syarat FAO, tetapi belum semuanya yang memenuhi SNI untuk CMC mutu 1. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian Ferdiansyah, dkk (2016), nilai pH yang didapat sedikit lebih tinggi. Dimana nilai pH CMC nya adalah 6,72.

## Kadar Air

Kadar air dari CMC berpengaruh terhadap sifat alir dan daya simpan CMC. Semakin tinggi kadar air maka umur simpannya makin berkurang. Hal ini disebabkan karena terjadinya kerusakan yang disebabkan oleh faktor fisik, kimia maupun mikrobiologis (Ferdiansyah, dkk, 2016). CMC bersifat higroskopis sehingga mudah menyerap air dari udara. Jumlah air yang dapat diabsorpsi tergantung pada kadar air CMC, kelembaban relatif, suhu dan derajat substitusi (Nisa dan Widya, 2014). Kadar air dari CMC yang dihasilkan pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 4. Kadar Air CMC

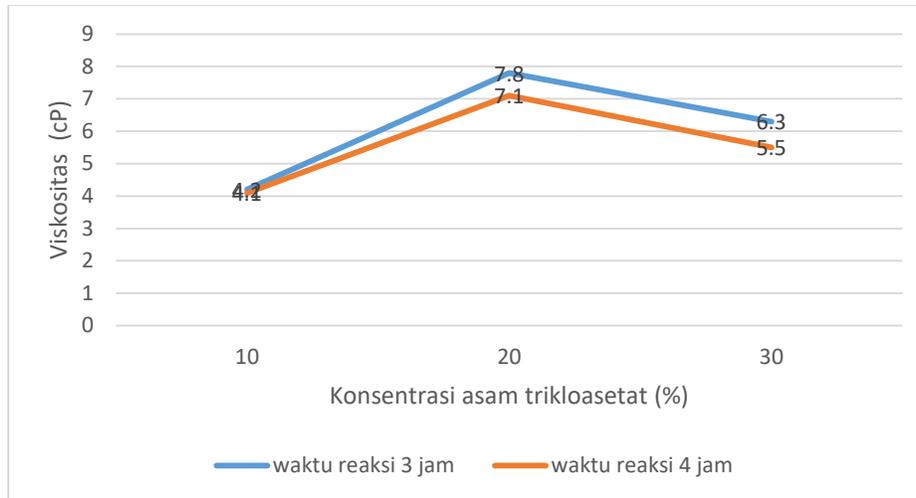
Makin tinggi konsentrasi asam trikloroasetat yang digunakan dan makin lama waktu reaksi, kadar air CMC yang dihasilkan juga makin tinggi. Hal ini juga sejalan dengan hasil penelitian Nisa, dkk (2014). Kadar air CMC tertinggi diperoleh dari perlakuan asam trikloroasetat 20% dan waktu reaksi 4 jam, yaitu 8,79%. Sedangkan kadar air terendah adalah 7,1 %, yang diperoleh dari perlakuan asam trikloroasetat 20% dan waktu reaksi 3 jam.

Kadar air CMC yang diperoleh lebih rendah jika dibandingkan dengan kadar air CMC hasil penelitian Melisa, dkk, 2014, yaitu 7,47% dan Nisa dan Widya (2014), yaitu 13,51 %. Tetapi kadar air CMC ini sedikit lebih tinggi jika dibandingkan dengan kadar CMC hasil penelitian Ferdiansyah, dkk (2016), yaitu 6,72%.

Semua CMC yang dihasilkan dari berbagai perlakuan sudah memenuhi kadar air yang disyaratkan oleh FAO yaitu < 12%.

### Viskositas

Hasil pengujian viskositas CMC 2% dapat dilihat pada Gambar 4. Viskositas tertinggi diperoleh pada konsentrasi asam trikloroasetat 20%, dan yang terendah pada konsentrasi asam trikloroasetat 10 %. baik pada waktu reaksi 3 jam maupun 4 jam. Viskositas tertinggi pada waktu reaksi 3 jam dan 4 jam berturut-turut adalah 7,8 cP dan 7,1 cP. Terjadi kenaikan viskositas pada penambahan asam trikloroasetat 10% menjadi 20%. Tetapi nilai viskositas turun kembali pada penambahan asam trikloroasetat 30%.



Gambar 4. Viskositas CMC 2%

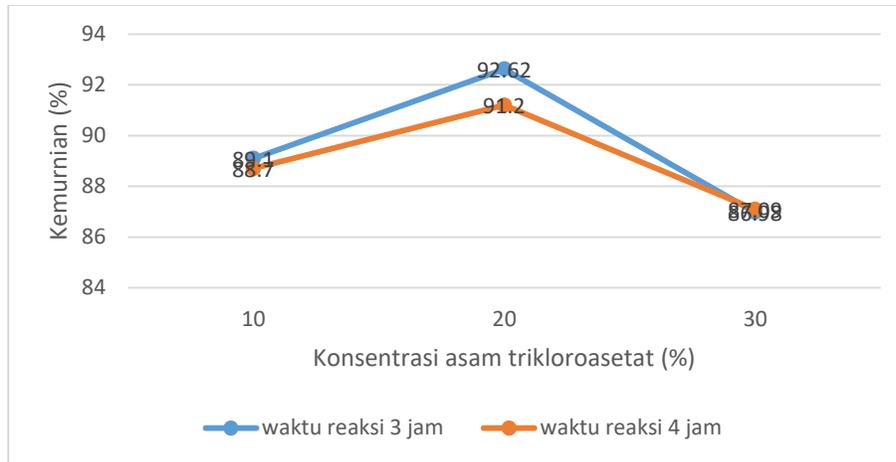
Viskositas larutan CMC berhubungan dengan kemampuan CMC untuk mengikat air. Kemampuan CMC untuk mengikat air dapat dilihat dari derajat substitusinya. Derajat substitusi CMC tertinggi yang dihasilkan pada penelitian ini diperoleh dari perlakuan asam trikloroasetat 20 % dan waktu reaksi 3 jam. Sehingga viskositas CMC yang tertinggi juga diperoleh pada perlakuan ini. Semakin tinggi derajat substitusi maka makin tinggi kemampuan untuk mengikat air, maka viskositas akan semakin tinggi (Nisa dan Widya, (2014); Ferdiansya, dkk (2016).

Viskositas juga CMC dipengaruhi oleh panjang rantai atau derajat polimerisasi (DP) selulosa. Makin tinggi nilai DP selulosa, maka viskositas CMC akan meningkat (Imeson, 2010). Diduga selulosa pelepah sawit yang digunakan sebagai bahan baku memiliki nilai DP yang rendah, sehingga viskositas CMC yang dihasilkan

tidak terlalu tinggi. Viskositas CMC yang dihasilkan belum memenuhi standar FAO yaitu  $\geq 25$  cP. Viskositas CMC dari pelepah sawit ini juga masih lebih kecil dari viskositas CMC pelepah sawit Ferdiansyah, dkk, (2016) yaitu 11,65 cP.

#### Kemurnian

Kemurnian dari CMC dipengaruhi oleh banyaknya produk samping yang dihasilkan pada proses sintesis CMC. Semakin sedikit produk samping yang dihasilkan maka semakin tinggi kemurnian CMC yang dihasilkan. Produk samping yang dihasilkan yaitu natrium glikolat dan natrium klorida. Kemurnian CMC juga dipengaruhi oleh konsentrasi NaOH pada sistem dan media reaksi (Pitaloka, dkk, 2015). Kemurnian CMC yang dihasilkan pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Kemurnian CMC

Kemurnian tertinggi diperoleh pada CMC dengan penggunaan asam trikloroasetat 20% dengan lama reaksi 3 jam, yaitu 92,62%. Kemurnian CMC yang dihasilkan pada penelitian ini menunjukkan kenaikan jika konsentrasi asam trikloroasetat dinaikan dari 10% menjadi 20%, tetapi kembali menurun pada penambahan asam trikloroasetat 30%. Makin lama waktu reaksi kemurnian CMC juga semakin turun. Hal ini di duga pada penggunaan asam trikloroasetat 30% dan makin lama waktu reaksi maka makin banyak Natrium klorida dan Natrium glikonat yang terbentuk. Kemurnian CMC yang masih rendah disebabkan oleh teknik pemurnian yang masih sederhana, sehingga diperlukan teknik pemurnian yang lebih baik (Hutomo, 2012 dalam Ferdiansyah, dkk, 2016).

Kemurnian CMC pelepah sawit hasil penelitian Ferdiansyah (2016) yaitu 91,12%, sehingga kemurnian CMC hasil penelitian ini sedikit lebih tinggi. Begitu juga jika dibandingkan dengan CMC dari selulosa enceng gondok, yang hanya mencapai 90,9% (Pitaloka, dkk, 2015). Tetapi kemurnian CMC ini belum memenuhi standar dari FAO yaitu  $\geq 99,5\%$ .

## KESIMPULAN

Karakteristik karboksimetil selulosa (CMC) yang dihasilkan dari pelepah sawit pada berbagai konsentrasi asam trikloroasetat dan waktu reaksi adalah: Derajat substitusi (0,51 – 0,76); pH (7,48 – 8,32); kadar air (7,04% - 8,79%); Viskositas (4,1cP – 7,8cP), dan kemurnian (86,98% - 92,62%). CMC terbaik dihasilkan dari perlakuan asam trikloroasetat 20% dan waktu reaksi 3 jam, dengan karakteristik DS 0,76, pH 8,32, kadar air 7,1%, viskositas 7,8 cP dan kemurnian 92,62%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Eriningsih,R.,R.Yulina dan T.Mutia. 2011. Pembuatan Karboksimetil Selulosa dari Limbah Tongkol Jagung Untuk Pengental Pada Proses Pencapan Tekstil.Arena Tekstil. 26(2).105-113.
- Ferdiansyah,M.K.,D.W.Marseno dan Y.Pranoto. 2016. Kajian Karakteristik Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Pelepah Kelapa Sawit sebagai Upaya Diversifikasi Bahan Tambahan Pangan yang Halal. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan. 5(4): 136-139.

- Ferdiansyah, M.K., D.W. Marseno dan Y. Pranoto. 2017. Optimasi Sintesis Karboksi Metil Selulosa (CMC) dari Pelepah sawit Menggunakan Respon Surface Methodology (RSM). *Agritech*.-37(2). 158-164.
- Imeson, A. 2010. *Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents*. Willey Blackwell. United Kingdom.
- Melisa, S., Bahri dan Nurhaeni. 2014. Optimasi Sintesis Karboksilmetil selulosa dari Tongkol Jagung Manis (*Zea Mays L Saccharata*). Online *Jurnal of Natural Science*. 3(2): 70-78
- Mulyani, S. dan Sofyana. 2007. Pemanfaatan Pelepah Daun Sawit Sebagai bahan Baku Pulp Dengan Proses Etanol. *Indonesian Science and Technology Digital Library*.  
[http://pustaka2.ristek.go.id/katalog/index.php/search\\_katalog/byid/50039](http://pustaka2.ristek.go.id/katalog/index.php/search_katalog/byid/50039).
- Nisa, D dan W.D.R. Putri. 2014. Pemanfaatan Selulosa dari Kulit Buah Kakao (*Teobroma cacao L.*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan CMC (*Carboxymethyl Cellulose*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(3): 34-42.
- Nur, R., Thamrin dan M.Z. Muzakkar. 2016. Sintesis dan Karakterisasi CMC (*Carboxymethyl Cellulose*) yang Dihasilkan dari Selulosa Jerami Padi. *J. Sains dan Teknologi Pangan*. 1(3). 222-231.
- Pitaloka, A.B., N.A. Hidayah, A.H.S. Saputra dan M. Nasikin. 2015. Pembuatan CMC dari Selulosa Enceng Gondok dengan Media Reaksi Campuran Larutan Isopropanol-Isobutanol untuk Mendapatkan Viskositas dan Kemurnian Tinggi. *Jurnal Integrasi Proses*.-5(2). 108-114.
- Sebayang, F dan H. Sembiring. 2017. Synthesis of CMC from Palm Midrib Cellulose as Stabilizer and Thickening Agent in Food. *Oriental Journal of Chemistry*, 33(1):519-530.
- Umar, S. 2015. Potensi perkebunan Kelapa Sawit sebagai Pusat Pengembangan Sapi Potong dalam Merevitalisasi dan Mengakselerasi Pengembangan Peternakan Berkelanjutan. [http://repository.usu.ac.id/bitstram/./1/ppgb\\_2009\\_Sayed%20Umar.pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstram/./1/ppgb_2009_Sayed%20Umar.pdf).
- Waring, M.J. dan Parsons. 2001. Physico-chemical Characterization of Carboxymethylated Spun Cellulose Fibres. *Biomaterials* 22: 903-912
- Wijayani, A., K. Ummah dan S. Tjahjani. 2005. Karakterisasi Karboksilmetil Selulosa (CMC) dari Enceng Gondok (*Eichornia crassipes*). *Indo. J. Chem*. 5(3): 228-231.