

## **PENGARUH VARIASI KONSENTRASI NaOH DAN BERAT NATRIUM MONOKLOROASETAT PADA PEMBUATAN (*Carboxymethyl Cellulose*) CMC DARI SERAT DAUN NENAS (*Pineapple-leaf fibres*)**

Zia Maulina, Adriana, Teuku Rihayat

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jl. Medan-Banda Aceh, Buketrata, Lhokseumawe

[ziamaulina02@gmail.com](mailto:ziamaulina02@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh variasi konsentrasi NaOH dan berat Natrium Monokloroasetat pada pembuatan CMC (*Carboxymethyl Cellulose*) dari serat daun nenas (*Pineapple-leaf fibres*) dengan proses preparasi bahan baku, isolasi selulosa dan sintesis CMC. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan variasi konsentrasi NaOH dan rasio natrium monokloroasetat : selulosa untuk memperoleh nilai rendemen, pH, kadar air, densitas, viskositas dan derajat substitusi yang tertinggi. Variasi konsentrasi NaOH yang digunakan adalah 15%, 30%, dan 45% dengan rasio natrium monokloroasetat : selulosa adalah 4:5, 5:5, 6:5, 7:5 dan 8:5. Dari hasil penelitian diperoleh rasio natrium monokloroasetat : selulosa terbaik yaitu 7 gram : 5 gram dengan konsentrasi NaOH 45% didapatkan nilai rendemen 94%, nilai pH 7, nilai kadar air 13,26%, densitas 1.48 gr/ml, dan nilai DS tertinggi yaitu 0,82, dan berdasarkan hasil analisa FTIR CMC dicirikan dengan adanya puncak serapan pada bilangan gelombang  $3263.56\text{ cm}^{-1}$  –  $3275.13\text{ cm}^{-1}$  menandakan adanya gugus hidroksil ( $-\text{OH}$ ). Pada puncak serapan dengan bilangan gelombang  $1581.63\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus karbonil ( $\text{C}=\text{O}$ ). Pada puncak serapan dengan bilangan gelombang  $1408.04\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya ikatan ( $-\text{CH}_2$ ) yang berpengaruh terhadap pembentukan CMC. Pada serapan panjang gelombang  $1049.28\text{ cm}^{-1}$  –  $1099.43\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya eter yang terbentuk yaitu gugus ( $-\text{O}-$ ), selama 4 jam waktu reaksi.

**Kata kunci :** CMC (*Carboxymethyl Cellulose*), derajat substitusi, selulosa, serat daun nenas.

### **1. PENDAHULUAN**

Perkembangan gaya hidup masyarakat membuat produk pangan saat ini dituntut tidak hanya memenuhi kuantitas yang dibutuhkan, namun juga memenuhi kualitas yang di inginkan konsumen. Salah satu zat adiktif yang lazim digunakan dalam beberapa bidang industri adalah *Carboxymethyl* (CMC). *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) merupakan polimer selulosa linear dan berupa senyawa anion, yang bersifat biogredable, tidak berwarna,

tidak berbau, tidak beracun, larut dalam air namun tidak larut dalam pelarut organik (Ayuningtyas S dkk, 2017).

CMC berasal dari selulosa kayu dan kapas yang diperoleh dari reaksi antara selulosa dengan asam monokloroasetat, dengan katalis berupa senyawa alkali. Semakin banyak kebutuhan CMC maka semakin banyak pula kayu yang dibutuhkan sehingga semakin banyak pula pohon yang harus ditebang sehingga mengakibatkan

kerusakan lingkungan. Pada penelitian ini akan digunakan daun nenas sebagai bahan dasar pembuatan CMC. Hidayat (dalam Ari Setiawan dkk,2017), menyatakan terdapat 69,5-71,5% selulosa dalam daun nenas. Nenas merupakan jenis buah yang terkenal di Indonesia atau dibelahan dunia lainnya, selain dikonsumsi sebagai buah segar nenas juga diolah menjadi bahan baku untuk industri pengolahan makanan. Hasil pengolahan buah nenas sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari diantaranya sari buah, selai, manisan dan bahan pelengkap dalam pembuatan makanan.

Permasalahan yang timbul saat ini adalah banyaknya sampah atau limbah daun nenas yang belum sepenuhnya dimanfaatkan, selama ini daun nenas hanya dijadikan sebagai bahan pembuat kerajinan rumah tangga dan sebagian besar pada saat panen tanaman harus diganti dengan tanaman nenas yang baru sedangkan daunnya hanya dibuang begitu saja. Penelitian dilakukan dengan tahapan isolasi selulosa, sintesis CMC dan karakterisasi CMC.

## **2. METODE PENELITIAN**

### **Alat dan Bahan**

Alat yang akan digunakan untuk pembuatan *carboxymethyl cellulose* (CMC) yaitu : Blender, ayakan 60 mesh, timbangan analitik, oven, hot plate, chusher, termometer, piknometer, pH meter, kertas saring, buret, viskometer, erlenmeyer, spatula, seperangkat alat FTIR.

Bahan yang akan digunakan untuk pembuatan *carboxymethyl cellulose* (CMC) yaitu : Daun nenas, natrium monokloroasetat, isopropanol, natrium hipoklorit (NaOCl), natrium hidroksida (NaOH), natrium klorida (NaCl), asam asetat (CH<sub>3</sub>COOH), aquadest, asam nitrat (HNO<sub>3</sub>) 2 M, metanol, etanol 95%, indikator PP.

## **3. PROSEDUR PENELITIAN**

### **Persiapan Sampel Daun nenas**

Sampel daun nenas sebelum digunakan dijemur dibawah sinar matahari sampai kering. Daun nenas yang sudah kering digiling dan diayak dengan ayakan 60 mesh. Serbuk daun nenas dikeringkan kembali dengan menggunakan oven selama 1 jam pada suhu 60°C.

### **Isolasi Selulosa dari Daun nenas**

Serbuk daun nenas sebanyak 25 gram dimasukkan kedalam erlenmeyer 1000 ml. Kemudian ditambahkan 500 ml NaOH 20%. Selanjutnya dimasak di waterbath bersuhu 100°C selama 3 jam. Setelah selesai dipanaskan dilakukan pencucian dengan penyaringan air bersih. Kemudian ditambahkan asam asetat glasial 10% sebanyak 5 ml dan 10 gram NaCl dilanjutkan dengan penyaringan dan pencucian dengan air bersih. *Slurry* yang didapatkan selanjutnya dimasak pada suhu 60°C selama 3 jam dengan 125 ml NaOCl 10% dan 500 ml aquadest. Selanjutnya dicuci dan disaring untuk menghilangkan sisa NaOCl. Hasil dari penyaringan kemudian ditambahkan 250 ml Na metabisulfit 3% dan 250 ml aquadest kemudian dimasak pada suhu 60°C selama 3 jam. Setelah itu disaring dan dicuci dengan air bersih. Selulosa basah yang didapatkan kemudian diovenkan pada suhu 70°C selama 24 jam. Setelah selulosanya kering di blender dan diayak dengan ayakan 60 mesh. Selulosa yang didapatkan dianalisa.

### **Sintesis CMC**

Ditimbang 5 gram selulosa daun nenas kemudian dimasukkan kedalam erlenmeyer 250 ml, ditambahkan 100 ml isopropanol secara perlahan-lahan. Setelah itu dilakukan penambahan larutan 20 ml NaOH sedikit demi sedikit sambil dihomogenkan. Konsentrasi larutan NaOH dalam penelitian ini divariasikan 15%, 30%

dan 45%. Alkalisasi dilakukan selama 4 jam dengan suhu 25°C pada hot plate. Setelah alkalisasi selesai dilanjutkan dengan karboksimetilasi dengan penambahan reagen natrium monokloroasetat dengan variasi 4, 5, 6, 7, 8 gram. Karboksimetilasi dilakukan dengan oven pada suhu 55°C selama 180 menit. Setelah proses karboksimetilasi selesai. Sampel kemudian direndam dengan 100 ml metanol selama 24 jam. Kemudian campuran dinetralkan dengan penambahan asam asetat 90% sampai pH 7 sebanyak 100 ml. Campuran disaring kembali. Residu yang didapatkan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C selama 24 jam. Residu kering yang didapatkan kemudian diblender dan diayak dengan ayakan 60 mesh. CMC yang didapatkan dianalisa.

#### **Penentuan Derajat Substitusi (DS) (Nur`ain,2016)**

1.5 gram CMC dicampurkan dengan 60 ml larutan etanol 95% sambil diaduk secara merata. Ditambahkan asam nitrat 2 M campuran diaduk selama 2 menit. Campuran dipanaskan Selama 5 menit, diaduk kembali selama 15 menit. Kemudian campuran disaring dan residunya dicuci dengan 30 ml larutan etanol 95% yang telah dipanaskan pada suhu 60°C. Residu yang didapat dicuci kembali dengan menggunakan larutan methanol dan keringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam. 0,5 gram residu dimasukkan kedalam Erlenmeyer, ditambahkan 100 ml aquadest sambil di aduk. Kemudian ditambahkan 25 ml larutan Natrium hidoksida 0,5 N, lalu dipanaskan selama 15 menit. Dalam keadaan panas, campuran tersebut dititrasi dengan larutan asam klorida 0,3 N dan menggunakan indikator pp.

Derajat Substitusi ditentukan dengan persamaan berikut :

$$\% \text{ CMC} = [(V_o - V_n) \times 0,058 \times 100] / M$$
  
Derajat Substitusi (DS)

$$DS = [162 \times \% \text{ CMC} / [5800 - (57 \times \% \text{ CMC})]]$$

#### **Analisis struktur kimia menggunakan Fourier Transform Infra Red Spectroscopy (FTIR)**

Sampel padat yang akan dianalisa dicampurkan dengan selulosa daun nenas (5-10% sampel dalam bentuk selulosa daun nenas), Kemudian tempatkan pada sampel pan dan siap untuk dianalisis.

#### **4. PEMBAHASAN**

##### **Preparasi Bahan Baku Serat Daun Nenas**

Pada pembuatan karboksimetil selulosa dengan menggunakan bahan baku yaitu serat daun nenas dengan memotong kecil serat daun nenas lalu di ayak dengan ayakan 60 mesh. Kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven selama 1 jam pada suhu 60°C, dan dilakukan analisa kadar air, didapat nilai kadar air yaitu 11.16%.

##### **Isolasi selulosa**

Isolasi selulosa dilakukan untuk mengilangkan senyawa lain yang terkandung di dalam serat daun nenas. Lignin yang terikat dengan selulosa dapat dihilangkan dengan proses delignifikasi. Penghilangan lignin dapat dilakukan dengan natrium hidoksida (NaOH) 20%. Penghilangan lignin dengan NaOH akan ditandai berupa warna coklat kehitaman pada larutan. Endapan hasil isolasi berupa senyawa selulosa yang masih berwarna coklat. Warna kecoklatan pada selulosa disebabkan oleh senyawa lignin yang masih tersisa, sehingga dibutuhkan suatu proses bleaching (pemutihan) untuk memutihkan selulosa yang masih berwarna coklat. Proses pemutihan dilakukan dengan penambahan natrium hipoklorit (NaOCl) 10%, didapatkan selulosa berwarna putih. Kemudian dilakukan penambahan Na metabisulfit 3% untuk menghilangkan sisa

NaOCl dan di cuci dengan aquadest. Selulosa basah di oven dengan kadar air 8.59%

### **Sintesis Karboksimetil Selulosa**

Faktor utama yang perlu diperhatikan dalam sintesis CMC adalah alkalisasi dan karboksimetilasi karena menentukan karakteristik CMC yang dihasilkan. Proses alkalisasi pada penelitian ini menggunakan larutan NaOH 15%, 30% dan 45% sebanyak 20 ml dengan pengadukan menggunakan hotplate magnetik stirer selama 4 jam. Hal ini dilakukan agar campuran reaksi merata maka selulosa harus terbasahi seluruhnya oleh larutan NaOH. Fungsi NaOH yaitu mengaktifkan gugus-gugus OH pada molekul selulosa dan sebagai pengembang. Proses pengembangan selulosa ini akan mempengaruhi proses selanjutnya yaitu proses karboksimetilasi dimana kondisi karboksimetilasi akan optimum jika pengembangannya optimum. Konsentrasi NaOH yang terlalu rendah pada proses alkalisasi akan membatasi konversi selulosa menjadi alkali selulosa dan berpengaruh terhadap proses karboksimetilasi.

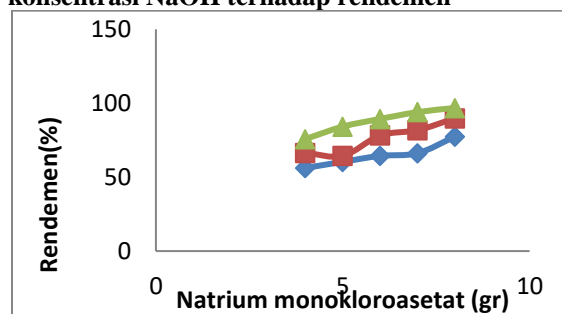
Pada proses karboksimetilasi digunakan reagen Natrium monokloroasetat. Tahap karboksimetilasi merupakan proses eterifikasi. Pada tahap ini merupakan proses pelekatan gugus karboksilat pada struktur selulosa. Gugus karboksilat yang dimaksud terdapat pada Natrium monokloroasetat. Pada penelitian sebelumnya Jumlah asam trikloroasetat yang digunakan akan berpengaruh terhadap substitusi dari unit anhidroglukosa pada selulosa. Semakin tinggi reaksi substitusi maka semakin tinggi pula kualitas Na-CMC yang dihasilkan (Melda, 2018; 26-27). Bertambahnya jumlah alkali yang digunakan akan mengakibatkan naiknya jumlah Natrium monokloroasetat yang terlarut, sehingga mempermudah dan mempercepat difusi Natrium monokloroasetat ke dalam pusat reaksi yaitu gugus hidroksil. Namun kelebihan Natrium

monokloroasetat dapat menyebabkan semakin banyak gugus fungsi dalam CMC yang tersubstitusi dengan gugus karboksimetil.

Perubahan terjadi secara perlahan-lahan seiring dengan bertambahnya jumlah NaOH yang ditambahkan. Semakin besar jumlah NaOH yang ditambahkan, maka perubahan warna menjadi semakin coklat. Perubahan warna tersebut disebabkan oleh masih adanya senyawa-senyawa lain pada selulosa yang bereaksi dengan NaOH (Nur, 2016: 226).

Perubahan warna CMC menjadi kuning dan putih terjadi pada saat proses penetralan dimana ketika ditambahkan asam asetat glasial, CMC yang tadinya berwarna coklat secara perlahan berubah menjadi warna kuning seiring dengan banyaknya jumlah asam asetat yang ditambahkan. karena pada saat proses penambahan NaOH tidak menyebabkan perubahan warna coklat tetapi berubah menjadi kuning hal tersebut terjadi karena pada konsentrasi ini tidak banyak senyawa lain yang terkandung, sehingga pada proses penetralan dan penambahan asam asetat glasial CMC dapat berwarna putih kemudian direndam dengan methanol, dan di cuci dengan aquadest.

**Pengaruh berat natrium monokloroasetat dan konsentrasi NaOH terhadap rendemen**

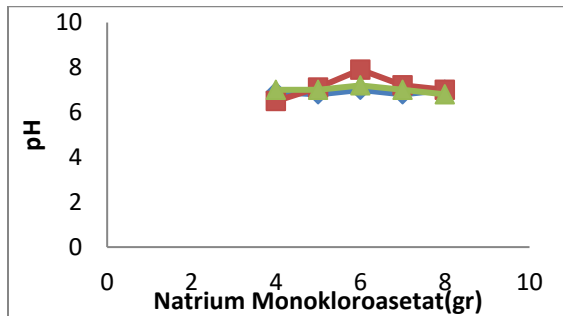


Gambar 1. Pengaruh berat natrium Monokloroasetat dan konsentrasi NaOH terhadap rendemen.

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah natrium monokloroasetat yang digunakan maka nilai rendemen (%) yang diperoleh semakin tinggi, konsentrasi NaOH juga sangat berpengaruh terhadap rendemen yang dihasilkan semakin tinggi konsentrasi NaOH maka persentase rendemen yang dihasilkan juga semakin meningkat. Rendemen yang paling tinggi diperoleh pada konsentrasi NaOH 45% dengan variasi Natrium monokloroasetat : selulosa (8 gram : 5 gram) dengan rendemen 96.8% dengan waktu reaksi selama 4 jam.

### **Pengaruh berat natrium monokloroasetat dan Konsentrasi NaOH terhadap pH**

Pada grafik dibawah menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah Natrium monokloroasetat dan konsentrasi NaOH yang digunakan maka pH yang diperoleh semakin tinggi hal ini disebabkan karena konsentrasi NaOH berperan sangat penting terhadap pH yang akan dihasilkan.

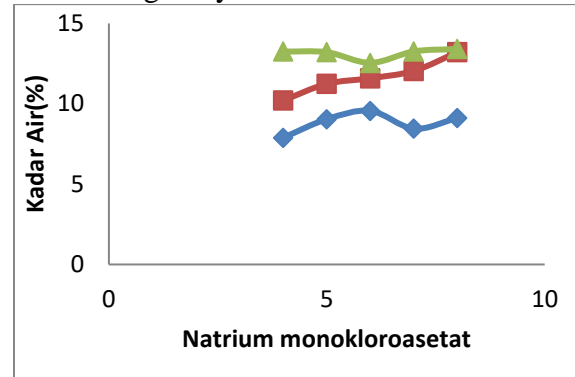


Gambar 2. Pengaruh berat Natrium Monokloroasetat dan Konsentrasi NaOH terhadap pH

### **Pengaruh berat natrium monokloroasetat dan konsentrasi NaOH terhadap kadar air**

Pada grafik 3 menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah Natrium monokloroasetat dan konsentrasi NaOH yang digunakan maka kadar air yang

diperoleh semakin tinggi hal ini disebabkan karena konsentrasi NaOH berperan sangat penting terhadap kadar air yang akan dihasilkan, semakin tinggi konsentrasi NaOH yang digunakan maka akan bertambahnya molekul air yang dihasilkan dan meningkatnya nilai kadar air.

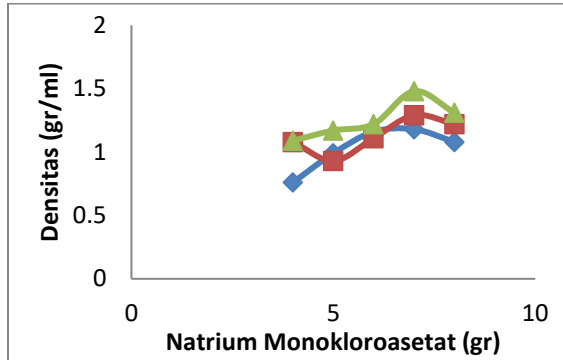


Gambar 3. Pengaruh berat Natrium Monokloroasetat dan Konsentrasi NaOH terhadap Kadar Air.

Dari grafik 3 dapat dilihat bahwa nilai kadar air yang mendekati standar Mutu CMC SNI 06-3726-1995 dengan kadar air  $\leq 10\%$  adalah pada Konsentrasi NaOH 15% yaitu berkisar antara 7.89% - 9.12%.

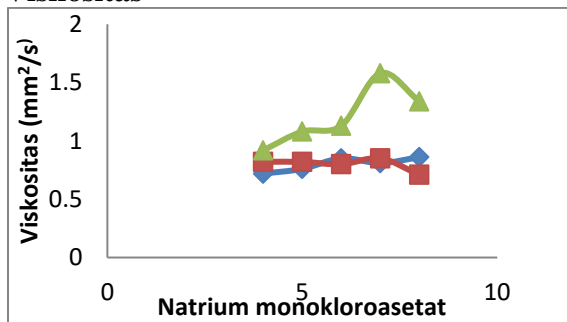
### **Pengaruh berat natrium monokloroasetat dan Konsentrasi NaOH terhadap Densitas**

Pada grafik 4 menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah Natrium monokloroasetat dan konsentrasi NaOH yang digunakan maka densitas yang dihasilkan cenderung naik. Densitas yang paling tinggi diperoleh pada konsentrasi NaOH 45% dengan variasi Natrium monokloroasetat : selulosa (7 gram : 5 gram) dengan densitas 1.48 gr/ml dengan waktu reaksi selama 4 jam.



Gambar 4. Pengaruh berat Natrium Monokloroasetat dan Konsentrasi NaOH terhadap Densitas.

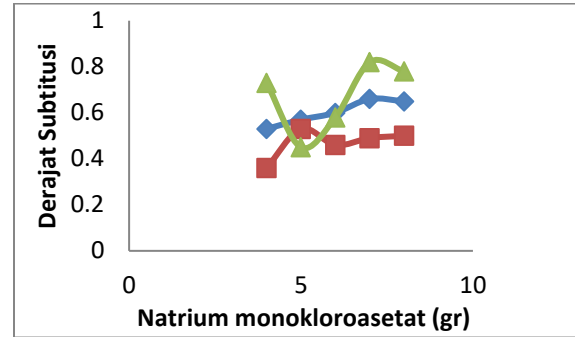
#### Pengaruh berat natrium monokloroasetat dan Konsentrasi NaOH terhadap Viskositas



Gambar 5. Pengaruh berat Natrium Monokloroasetat dan Konsentrasi NaOH terhadap Viskositas.

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah Natrium monokloroasetat dan konsentrasi NaOH yang digunakan maka viskositas yang dihasilkan cenderung naik. Pada konsentrasi NaOH 45% didapatkan Viskositas sebesar  $0.92 \text{ mm}^2/\text{s} - 1.34 \text{ mm}^2/\text{s}$ , yang terbaik yaitu pada perbandingan natrium monokloroasetat : selulosa (gram:gram) 7:5 dengan nilai viskositas  $1.58 \text{ mm}^2/\text{s}$ .

#### Pengaruh berat natrium monokloroasetat dan Konsentrasi NaOH terhadap Derajat Substitusi

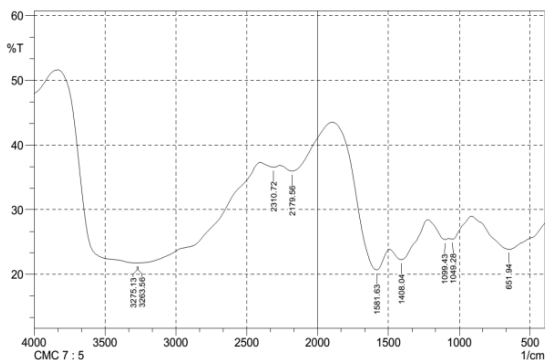


Gambar 6. Pengaruh berat Natrium Monokloroasetat dan Konsentrasi NaOH terhadap Derajat Substitusi

Pada gambar 6 menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah Natrium monokloroasetat dan konsentrasi NaOH yang digunakan maka derajat substitusi yang dihasilkan cenderung naik. DS sangat berpengaruh terhadap kualitas CMC, semakin tinggi DS semakin meningkat tingkat kekentalan CMC. Derajat substitusi yang paling tinggi diperoleh pada konsentrasi NaOH 45% dengan variasi Natrium monokloroasetat : selulosa (7 gram : 5 gram) dengan derajat substitusi 0.82 dengan waktu reaksi selama 4 jam.

#### 2.4.8 Analisa Gugus Fungsi

Analisa pada sampel dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) terbaik yaitu pada perbandingan berat natrium monokloroasetat : selulosa (7 gram : 5 gram) dengan konsentrasi NaOH 45%, menggunakan *Fourier Transform Infra Red Spectroscopy* (FTIR).



Gambar 7. Analisa gugus fungsi *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) serat daun nenas.

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa hasil analisa FTIR karboksimetil selulosa dari serat daun nenas memiliki vibrasi (bilangan gelombang) yang mendekati bilangan gelombang karboksimetil selulosa komersial. Analisa gugus fungsi CMC dari serat daun nenas menunjukkan bahwa munculnya beberapa bilangan gelombang. CMC dicirikan dengan adanya gugus hidroksil ( $-OH$ ), adanya gugus karbonil ( $C=O$ ), adanya ikatan ( $-CH_2$ ) yang berpengaruh terhadap pembentukan CMC dan adanya eter yang terbentuk yaitu gugus ( $-O-$ ).

## KESIMPULAN

Pengaruh konsentrasi NaOH dan berat natrium monokloroasetat terhadap rendemen, pH, kadar air, densitas, viskositas, dan derajat substitusi. Semakin tinggi konsentrasi NaOH dan berat natrium monokloroasetat yang digunakan maka nilai yang diperoleh semakin meningkat. Nilai rendemen yang paling tinggi yaitu 96.8%, pH yang paling tinggi 7.9, kadar air yang tertinggi 13.41%, dengan densitas 1.48 gr/ml, viskositas 1.58 mm<sup>2</sup>/s, dan nilai derajat substitusi 0.82

Berdasarkan hasil analisa gugus fungsi dengan menggunakan alat FTIR CMC dicirikan dengan adanya puncak serapan pada bilangan gelombang 3263.56 cm<sup>-1</sup> – 3275.13 cm<sup>-1</sup> menandakan adanya gugus

hidroksil ( $-OH$ ). Pada puncak serapan dengan bilangan gelombang 1581.63 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus karbonil ( $C=O$ ). Pada puncak serapan dengan bilangan gelombang 1408.04 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya ikatan ( $-CH_2$ ) yang berpengaruh terhadap pembentukan CMC. Pada serapan panjang gelombang 1049.28 cm<sup>-1</sup> – 1099.43 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya eter yang terbentuk yaitu gugus ( $-O-$ ), dari hasil analisa menunjukkan kesesuaian dengan struktur karboksimetil selulosa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustriono, F. R., dan Hasanah, A.N. (2016). Pemanfaatan limbah sebagai bahan baku sintesis karboksimetil selulosa : *Review*. Farmaka.
- Badan Standarisasi Nasional. SNI 06-3736-1995 : Natrium karboksilmetil selulosa teknis. Jakarta (ID) : BSN.
- Baharuddin, M., Sappewai., Karisma., dan Fitriyani, J. (2016). Produksi bioetanol dari jerami padi (*Oryza sativa l*) dan kulit pohon dao (*Dracontamelon*) melalui proses sakarifikasi dan fermentasi serentak (SFS). *Chemicaet natura acta*. 4(1): 2.
- Hidayat, P. (2008). Teknologi pemanfaatan serat daun nanas sebagai alternative bahan baku tekstil. *Teknokin*. Yogyakarta. Vol 13.No. 2.
- Mahendra, A., dan Mitarlis. (2017). Sintesis dan karakterisasi *Carboxymethylcellulose* (CMC) dari selulosa enceng gondok (*Eichhorniacrassipes*). *Unesa journal of chemistry*.
- Melisa., Bahri, S., dan Nurhaeni. (2014). Optimasi sintesis karboksimetil selulosa dari tongkol jagung (*Zea mays l.*). *Online Journal of Natural Science*. 3(2):70-78.
- Munawarah, S., Z. Pertiwi. A., Putri.C.,P. (2017). Optimasi pembuatan CMC sebagai bahan penstabil emulsi berbasis

selulosa limbah tandan kosong kelapa sawit.

- Muzakkar, M. Z., Tamrin., Nur, R., dan Ratna. (2017, 21, September). Sintesis dan karakterisasi CMC (*Carboxymethylcellulose*) yang dihasilkan dari jerami padi. *Prosiding seminar nasional FKPT-TPI 2017*. Kendari, Sulawesi Tenggara.
- Permatasari, L. (2012). *Pembuatan senyawa karboksimetil selulosa (CMC)*. Tugas akhir Jurusan Teknik Kimia. Politeknik Negeri Bandung. Bandung. Karya tidak diterbitkan.
- Pitaloka, A. B., Hidayah, N. A., Saputra A.H.S., dan Nasikin, M. (2015). Pembuatan CMC dari selulosa enceng gondok dengan media reaksi campuran larutan isopropanol isobutanol untuk mendapatkan viskositas dan kemurnian tinggi. *Journal integrasi proses*.5(2). 108-114
- Purba, M. P. (2015). *Sintesis dan karakterisasi Carboxymethylcellulose (CMC) dari selulosa batang pisang raja dengan variasi natrium monokloroasetat*. Tugas akhir Jurusan Teknik Kimia. Universitas Sumatra Utara. Medan. Karya tidak diterbitkan.
- Safitri .D., Rahim.A.B., Sikanna.R. (2017). *Sintesis karboksimetil selulosa (CMC) dari selulosa kulit durian (Durio zibethinus)*. Skripsi Jurusan Kimia.