

Submitted : 23 June

Revised : 25 June

Accepted : 27 June

PEMBUATAN CMC DARI SELULOSA ECENG GONDOK DENGAN MEDIA REAKSI CAMPURAN LARUTAN ISOPROPANOL-ISOBUTANOL UNTUK MENDAPATKAN VISKOSITAS DAN KEMURNIAN TINGGI

Alia Badra Pitaloka^{1,2*}, Nur Anis Hidayah², Asep Handaya Saputra², Mohammad Nasikin²

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon, Banten, 42435, Indonesia

²Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok, 16424, Indonesia

*Email: aliabp@untirta.ac.id

Abstrak

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan gulma perairan yang dapat mengganggu ekosistem air. Untuk mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan berbagai upaya telah dilakukan dan salah satunya adalah dengan pemanfaatan eceng gondok sebagai bahan baku pembuatan *Carboxymethyl Cellulose* (CMC). Potensi eceng gondok sebagai bahan baku CMC cukup besar karena kandungan selulosanya yang cukup tinggi. Proses pembuatan CMC ini diawali dengan isolasi selulosa eceng gondok. Selulosa yang dihasilkan kemudian dialkalisasi dengan menggunakan larutan NaOH 10% b/v dan 35% b/v. Tahap berikutnya adalah reaksi karboksimetilasi antara alkali selulosa dan natrium monokloroasetat (NaMCA, ClCH₂COONa) dalam suatu media reaksi. Pada penelitian ini digunakan campuran larutan isopropanol dan isobutanol sebagai media reaksi dengan variasi komposisi. Dari hasil penelitian diperoleh CMC dengan kondisi optimum pada konsentrasi NaOH 10% dengan nilai derajat substitusi (DS) tertinggi sebesar 1,49 pada komposisi isopropanol-isobutanol 20:80 (v/v), kemurnian tertinggi 90,9% pada komposisi isopropanol-isobutanol 80:20 (v/v), dan viskositas tertinggi 157,5 cP pada komposisi isopropanol-isobutanol 50:50 (v/v).

Kata Kunci: eceng gondok, karboksimetil selulosa (CMC), kemurnian, viskositas

Abstract

Water hyacinth is one of aquatic weeds because it becomes aquatic ecosystem problem. Many efforts were made to reduce the negative impact of these plants, which one of them with using as raw material for synthesis of Carboxymethyl Cellulose (CMC). Water hyacinth has high potential to be CMC because its cellulose content is quite high. CMC manufacture process start with cellulose isolation. Subsequently, cellulose was alkalinized with 10% and 35% w/v NaOH solution. Carboxymethylation reaction occurred by reacting alkali cellulose with sodium monochloroacetic (NaMCA, ClCH₂COONa) in mixture of isopropanol and isobutanol as reaction medium. The composition of isopropanol-isobutanol as reaction medium is varied as well. From this experiment, optimum condition of CMC production is 10% w/v NaOH concentration with maximum degree of substitution (DS) of 1.49 in isopropanol-isobutanol 20:80 (v/v), purity of 90.9% in isopropanol-isobutanol 80:20 (v/v), and maximum viscosity of 157.5 cP in isopropanol-isobutanol 50:50 (v/v).

Keywords: water hyacinth, carboxymethyl cellulose (CMC), purity, viscosity

1. PENDAHULUAN

Eceng gondok merupakan jenis tumbuhan yang memiliki kecepatan tumbuh yang tinggi dan dengan

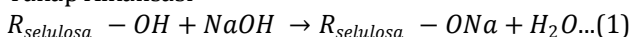
mudah menyebar melalui saluran air, sehingga dianggap sebagai gulma karena dapat merusak lingkungan perairan. Keberadaan eceng gondok di

perairan menyebabkan sulitnya sinar matahari masuk menembus perairan dan berkurangnya kandungan oksigen dalam air. Di Indonesia, populasi eceng gondok sangat melimpah namun masih belum teroptimalkan pemanfaatannya. Oleh karena itu, diperlukan suatu upaya untuk mengendalikan populasi eceng gondok, salah satunya dengan pembuatan *carboxymethyl cellulose* (CMC) dari selulosa eceng gondok.

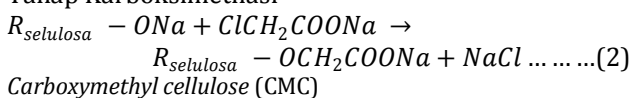
Carboxymethyl cellulose (CMC) merupakan turunan selulosa yang paling banyak digunakan pada berbagai industri, seperti industri makanan, farmasi, detergen, tekstil dan produk kosmetik sebagai pengental, penstabil emulsi atau suspensi dan bahan pengikat (Wijayani dkk., 2005). Pada mulanya CMC banyak dibuat dari selulosa kayu karena kandungan selulosanya yang cukup yaitu sekitar 42-47% (Dumanauw, 1990). Namun, sekarang ini banyak dikembangkan CMC dari bahan bukan kayu seperti pelepah dan tandan kosong kelapa sawit, pisang, dan tanaman eceng gondok. Eceng gondok berpotensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan CMC karena memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi yaitu hingga 65,41% (Joedodibroto, 1983).

Proses pembuatan CMC meliputi dua tahap utama, yaitu alkalisasi dan karboksimetilasi. Kedua tahap ini dapat berlangsung dalam bentuk padatan atau dalam suatu media lain berupa air atau pelarut organik. Proses alkalisasi dalam media air akan menghasilkan CMC yang kurang homogen, sehingga nilai DS dari CMC yang dihasilkan rendah serta memiliki viskositas yang rendah pula (Hendayani dan Musianti, 1993). Alkalisasi dilakukan dengan menggunakan larutan NaOH yang bertujuan untuk mengaktifkan gugus-gugus -OH pada molekul selulosa dan mengembangkan selulosa. Pengembangan selulosa ini dapat memudahkan difusi reagen untuk proses selanjutnya, yaitu karboksimetilasi. Proses karboksimetilasi dilakukan dengan menggunakan reagen monokloroasetat (MCA) atau natrium monokloroasetat (NaMCA). Jumlah NaMCA yang digunakan berpengaruh terhadap substitusi dari unit anhidroglukosa pada selulosa (Pribadi, 1985). Selain itu, penggunaan pelarut organik dalam reaksi karboksimetilasi adalah untuk menyediakan aksesibilitas reagen eterifikasi ke pusat-pusat reaksi dari rantai selulosa. Mekanisme reaksi pembuatan CMC dijabarkan sebagai berikut.

Tahap Alkalisasi



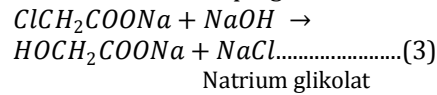
Tahap Karboksimetilasi



Selain itu terdapat pula reaksi yang menghasilkan produk samping karena adanya kelebihan NaOH. Kelebihan NaOH yang tidak bereaksi dengan selulosa pada tahap karboksimetilasi akan bereaksi dengan NaMCA dan menghasilkan Na-glikolat dan NaCl.

Semakin banyak NaOH yang ditambahkan akan bertambah pula produk sampingnya. Hal ini akan berpengaruh pada kemurnian CMC yang dihasilkan, dimana semakin banyak produk samping maka kemurnian CMC yang dihasilkan akan semakin berkurang (Wijayani dkk., 2005).

Reaksi Produk Samping



Penelitian pembuatan CMC dari selulosa eceng gondok telah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan beberapa jenis media reaksi, yaitu beberapa larutan alkohol murni (Barai dkk., 1996), campuran larutan isobutanol dan etanol (Saputra dkk., 2014a), campuran larutan isopropil dan isobutanol (Saputra dkk., 2014b), dan campuran larutan isopropil dan etanol (Pitalokadkk., 2014). Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas CMC diantaranya adalah jenis media dan konsentrasi alkali. Pemilihan media reaksi dengan polaritas kecil akan meningkatkan laju reaksi pembentukan CMC. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan campuran pelarut isopropanol-isobutanol karena polaritasnya yang relatif kecil. Penggunaan larutan alkali pada proses sintesis CMC berfungsi untuk mengembangkan selulosa dan membantu proses penghancuran struktur kristalin selulosa pada proses alkalisasi. Ketika bereaksi dengan alkali struktur kristalin selulosa akan berubah menjadi struktur amorf dan hal ini akan mempermudah substitusi gugus karboksimetil pada proses karboksimetilasi.

Kualitas CMC yang dihasilkan dinyatakan dengan beberapa parameter yaitu, nilai DS (Derajat Substitusi), viskositas, pH, morfologi, gugus fungsi, dan kemurnian CMC. Viskositas dan kemurnian tinggi CMC menjadi suatu parameter penting karena penggunaan CMC di berbagai industri kebanyakan sebagai pengemulsi atau pengental, terutama dalam industri makanan dan industri pengeboran minyak.

Pada penelitian ini, akan dilakukan pembuatan CMC yang berasal dari selulosa eceng gondok dengan menggunakan campuran larutan isopropanol-isobutanol sebagai media reaksi. Melalui penelitian ini diharapkan diperoleh CMC dengan viskositas dan kemurnian yang tinggi.

2. METODE PENELITIAN

Proses pembuatan CMC terdiri dari dua tahap yaitu proses isolasi selulosa eceng gondok dan proses sintesis CMC.

2.1 Isolasi Selulosa Eceng Gondok

Batang eceng gondok yang diperoleh dari daerah Tangerang dibersihkan, dikeringkan dan digiling menjadi serbuk dengan ukuran 60 mesh. Serbuk eceng gondok ini dihilangkan kandungan lilinnya dengan proses ekstraksi menggunakan campuran larutan toluena-etanol dengan perbandingan volume 2:1. Kemudian dilanjutkan dengan proses *bleaching* untuk

menghilangkan lignin dengan menggunakan larutan NaClO_2 1% dalam suasana asam pada suhu 80°C selama 3 jam dan proses dehemiselulosa yaitu proses penghilangan hemiselulosa dengan menggunakan larutan NaOH 17,5% b/v selama 3 jam pada suhu ruang. Kemudian dilakukan pencucian dengan akuades dan etanol 96%.

2.2 Sintesis CMC

Pada proses pembuatan CMC, sebanyak 10 gram selulosa dimasukkan ke dalam media reaksi campuran isopropanol-isobutanol dan diaduk selama 10 menit. Kemudian tahap alkalisasi dilakukan dengan menambahkan 30 ml larutan NaOH ke dalam labu reaksi selama 1 jam dengan pengadukan pada suhu ruang. Setelah itu dilanjutkan dengan proses karboksimetilasi dengan menambahkan NaMCA sebanyak 12 gram ke dalam labu reaksi pada suhu 55°C dan diaduk selama 3,5 jam. Setelah proses karboksimetilasi selesai, sampel kemudian dinetralkan dengan asam asetat glasial dan dibilas dengan etanol 96%. CMC yang diperoleh kemudian dikeringkan. Proses pembuatan CMC ini dilakukan pada variasi komposisi media pelarut 20:80, 40:60, 50:50, 60:40, dan 80:20 serta variasi konsentrasi NaOH 10% dan 35% pada masing-masing variasi komposisi pelarut.

2.3 Karakterisasi Selulosa dan CMC

Karakterisasi selulosa dan CMC dilakukan dengan uji *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan *X-Ray Diffraction* (XRD). Selain itu, CMC yang diperoleh juga dianalisis nilai DS, viskositas dan kemurniannya. Nilai DS ditentukan dengan menggunakan metode standar Cellogen-Dai-Chi Kogio Seiyaku Co. Ltd. di Balai Besar Pulp dan Kertas (BBPK), Bandung.

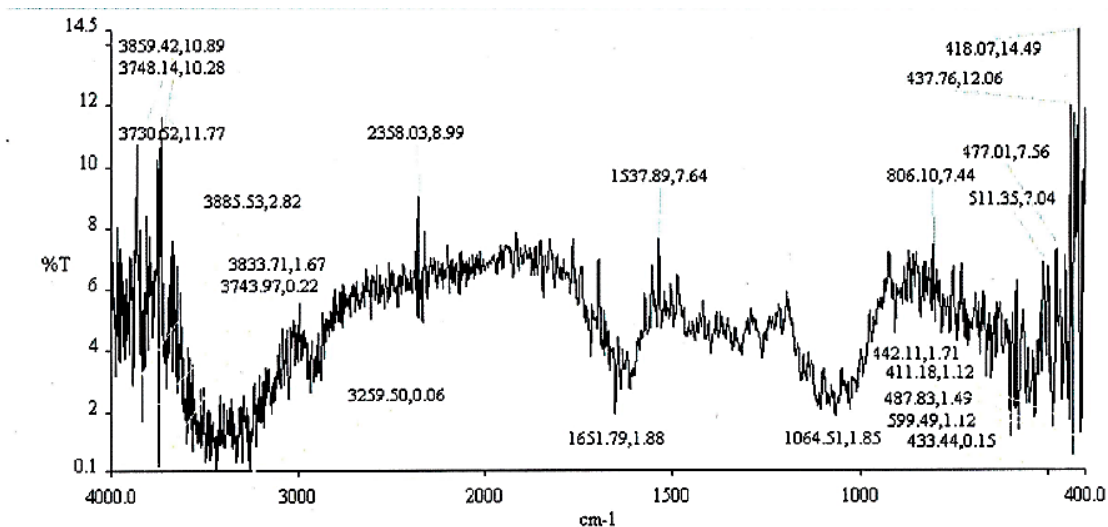
Uji nilai DS dilakukan untuk mengetahui jumlah gugus $-\text{OH}$ yang tergantikan oleh $\text{ClCH}_2\text{COONa}$ sebagai penanda terbentuknya CMC, sedangkan uji kemurnian untuk mengetahui tingkat kemurnian CMC dilihat dari

produk samping yang terbentuk. Pada pengujian nilai viskositas CMC yang diperoleh, uji dilakukan pada larutan CMC 2% dan diukur menggunakan viskometer (Wijayani dkk., 2005). Uji viskositas dilakukan dengan melarutkan CMC kering dengan aquades kemudian dilakukan pengukuran viskositas dengan viskometer pada kecepatan 30 rpm.

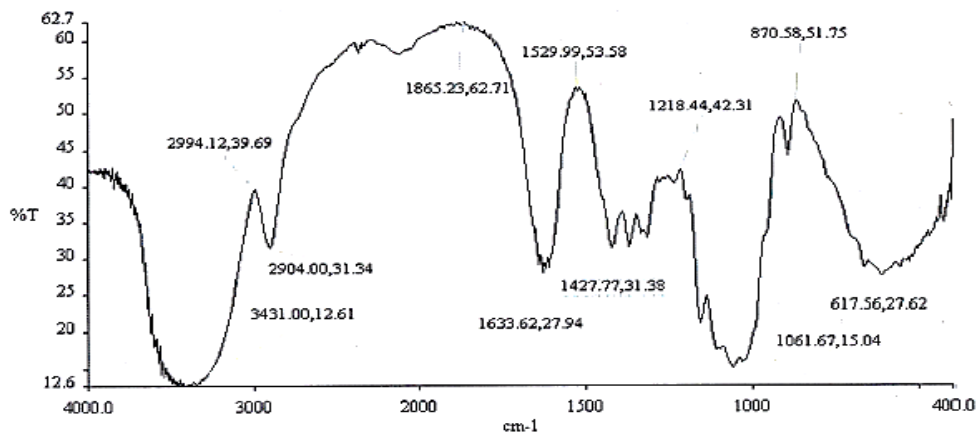
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji FTIR

Pada Gambar 1 dapat dilihat spektra FTIR dari eceng gondok sebelum dilakukan proses isolasi selulosa dimana terdapat banyak puncak terbentuk dari berbagai kandungan eceng gondok seperti lignin, pektin, hemiselulosa, dan selulosa itu sendiri. Selain itu banyaknya puncak terbentuk karena masih terdapatnya kandungan air yang cukup banyak pada serbuk eceng gondok sebelum isolasi. Pada Gambar 1, diperoleh adanya puncak pada $2348,03 \text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya gugus H-C-H , beberapa gugus $-\text{OH}$ yaitu pada puncak $3700 - 3800 \text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan terbentuknya kelompok ikatan hidrogen antara atom hidrogen dalam satu kelompok gugus hidroksil dalam suatu monomer glukosa dan atom oksigen dari gugus hidroksil lain monomer glukosa pada rantai polimer selulosa (Saputra dkk., 2014b). Selain itu, terbaca pula puncak pada $1651,79 \text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya gugus penyerapan air fiber- OH pada tanaman eceng gondok dan puncak $1064,51$ yang menunjukkan regangan C-O dan struktur dari komponen selulosa. Pada daerah $806,10 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan puncak serapan karena adanya getaran C-H dari rantai β -glikosidik yang merupakan penghubung antar unit glukosa pada selulosa (Alemdar dan Sain, 2008). Dari Gambar tersebut pula nampak puncak getaran pada daerah sekitar 1700 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus karboksil dan keton serta adanya cincin aromatik benzen yang mengindikasikan keberadaan hemiselulosa dan lignin pada eceng gondok.



Gambar 1. FTIR eceng gondok



Gambar 2. FTIR selulosa

Pada Gambar 2 dapat dilihat spektra FTIR dari selulosa yang diperoleh dari proses isolasi eceng gondok. Pada gambar ini terlihat bahwa beberapa spektra menghilang karena adanya proses isolasi kimiawi selulosa yang menghilangkan lilin, pektin, lignin, hemiselulosa, dan zat-zat lainnya. Adanya puncak pada $3431,00 \text{ cm}^{-1}$ mengindikasikan gugus O-H pada selulosa, puncak $2994,12 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan keberadaan gugus O-H yang mengindikasikan kandungan lignin dan hemiselulosa yang masih terbawa setelah proses isolasi selulosa, dan puncak $1633,62 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan gugus fiber O-H untuk penyerapan air selulosa. Keberadaan selulosa ditunjukkan oleh munculnya gugus- CH_2 pada puncak $1427,72 \text{ cm}^{-1}$, gugus C-O pada puncak $1061,67 \text{ cm}^{-1}$, dan gugus C-H pada puncak $870,58 \text{ cm}^{-1}$.

3.2 Uji XRD

Pada Gambar 3 dapat dilihat perbandingan struktur kristalin selulosa sebelum direaksikan dengan NaOH 10% dan 35% dan setelah direaksikan dengan keduanya. Tampak bahwa setelah direaksikan dengan media pelarut dan NaOH terjadi kerusakan struktur kristalin selulosa dan menjadi lebih longgar untuk mempermudah reaksi pada tahap selanjutnya yaitu reaksi karboksimetilasi. Pada penggunaan NaOH 35% struktur kristalin selulosa terlihat lebih rusak dibandingkan dengan struktur kristalin selulosa yang direaksikan dengan NaOH 10%. Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi NaOH semakin besar kerusakan struktur kristalin selulosa.

Struktur amorf selulosa sendiri dapat terbentuk karena keberadaan alkali dan penggunaan alkohol sebagai media reaksi yang merusak struktur kristalin dari selulosa I. Semakin tinggi konsentrasi dari alkohol yang digunakan maka struktur kristalin akan lebih banyak yang menghilang dan struktur amorf akan terbentuk (Zhang dkk, 1993).

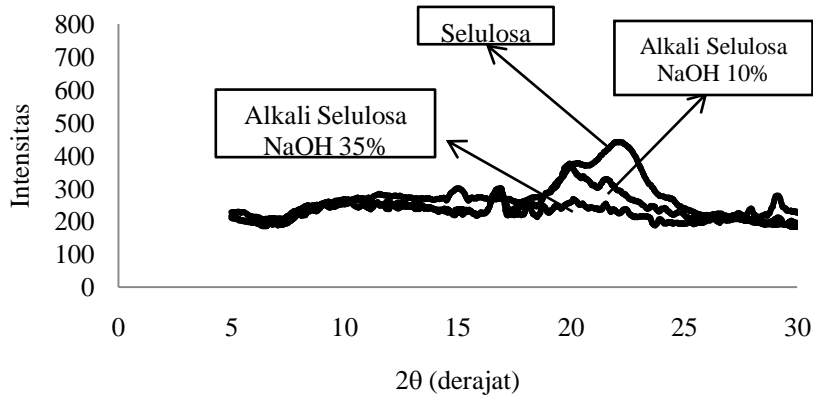
Gambar 4 memperlihatkan perbandingan puncak yang terbentuk pada uji XRD CMC, alkali selulosa, dan selulosa. Pada gambar tersebut terlihat bahwa struktur kristalin CMC naik kembali setelah direaksikan dengan NaMCA. Pada penambahan NaMCA terjadi substitusi gugus karboksimetil dalam selulosa dan mengakibatkan jarak antar partikel yang semula

longgar menjadi lebih padat kembali. Struktur kristalin dari CMC ini berbanding terbalik dengan nilai DS CMC. Semakin tinggi nilai DS CMC maka struktur kristalin CMC akan semakin tidak terlihat (Cicilia, 2013). Pada gambar ini, terlihat bahwa puncak kristalin CMC lebih rendah dibanding selulosa dimana hal ini menunjukkan bahwa struktur kristalin yang terbentuk tidak sepadat struktur kristalin selulosa sebelum mengalami reaksi alkalisasi dan karboksimetilasi. Pada gambar tersebut, terjadi perubahan struktur kristalin selulosa menjadi amorf parsial setelah reaksi dengan NaOH dan membentuk struktur kristalin kembali setelah bereaksi dengan NaMCA.

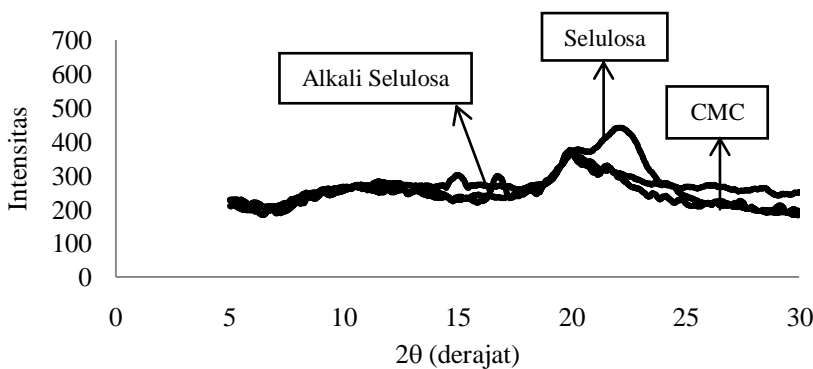
3.3 Derajat Substitusi (DS)

Perbedaan nilai DS yang dihasilkan ini berkaitan erat dengan peran media reaksi selama proses sintesis CMC. Pengaruh dari media reaksi yang digunakan dilihat dari nilai polaritas pelarut yang digunakan. Menurut Zhang dkk (1993), semakin kecil polaritas dari suatu media pelarut maka akan meningkatkan efektivitas reaksi karboksimetilasi dan menjaga molekul selulosa tetap tidak terdekomposisi oleh larutan alkali. Selain itu, semakin kecil polaritas media reaksi juga akan menyebabkan rendahnya kelarutan NaOH dalam sistem karena sifat sistem yang non polar. Pada sistem ini, NaOH yang berbentuk larutan akan membentuk lapisan di sekitar selulosa dan akan menyebabkan semakin banyak jumlah NaOH yang terdistribusi dalam selulosa dan mengkonversi selulosa menjadi alkali selulosa (Yokota, 1985).

Dari Tabel 1, diketahui bahwa polaritas terendah terdapat pada campuran isopropanol-isobutanol 20:80 dan dengan NaOH 10% menghasilkan nilai DS yang tertinggi sebesar 1,49 dibanding keempat CMC yang lain. Semakin tinggi polaritas campuran reaksi, maka akan semakin rendah nilai DS dari CMC yang dihasilkan seperti terdapat pada Gambar 5. Hal ini disebabkan semakin kecil polaritas media reaksi akan semakin baik proses penghancuran struktur kristalin selulosa dan meningkatkan substitusi reagen ke dalam selulosa. Selain itu, kondisi ini juga akan meningkatkan ketersediaan reagen eterifikasi (karboksimetilasi) pada proses sintesis CMC (Klemm dkk., 1998).



Gambar 3. Perbandingan uji XRD selulosa dan alkali selulosa



Gambar 4. Perbandingan uji XRD selulosa, alkali selulosa, dan CMC

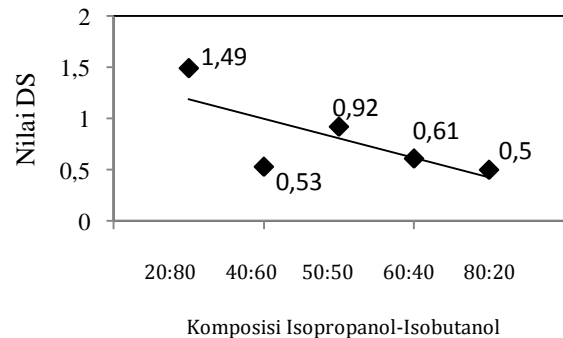
Tabel 1. Nilai polaritas campuran

Komposisi Isopropanol-Isobutanol	Polaritas
20:80	3,98
40:60	4,06
50:50	4,10
60:40	4,14
80:20	4,22

Pada sintesis CMC dengan konsentrasi NaOH sebesar 35%, nilai DS yang diperoleh tidak terlalu tinggi seperti pada proses sintesis CMC dengan menggunakan NaOH dengan konsentrasi 10%. Nilai DS tertinggi dicapai pada nilai 0,35 dengan komposisi media reaksi isopropanol-isobutanol 60:40. Nilai DS yang cukup rendah ini disebabkan beberapa kemungkinan yaitu NaOH yang lebih cenderung bereaksi dengan lignin dan hemiselulosa atau konsentrasi NaOH telah melampaui batas kritis NaOH pada proses sintesis CMC.

Menurut Kentjana (1996) kandungan hemiselulosa yang masih ikut terbawa alfa selulosa setelah proses isolasi selulosa akan membuat larutan NaOH yang digunakan ikut melarutkan sebagian hemiselulosa. Hal ini mengakibatkan proses pengembangan selulosa terhambat, dimana proses

pengembangan selulosa erat hubungannya dengan proses selanjutnya yaitu proses karboksimetilasi. Kondisi karboksimetilasi akan optimum jika pengembangannya optimum. Konsentrasi NaOH yang tinggi ini juga kemungkinan melebihi batas kritis NaOH pada proses sintesis CMC sehingga penghancuran struktur kristalin menjadi struktur amorf akan membuat struktur amorf berorientasi kembali dan bergabung untuk membentuk struktur kristalin lain (Zhang dkk, 1993). Hal ini akan membuat struktur selulosa lebih padat dan sulit ditembus oleh reagen kimia.



Gambar 5. Hasil uji nilai DS CMC NaOH 10%

3.4 Uji Kemurnian

Kemurnian dari CMC dipengaruhi oleh banyaknya produk samping yang dihasilkan dari proses sintesis CMC. Produk samping dari proses sintesis CMC yaitu natrium glikolat dan natrium klorida. Semakin sedikit jumlah produk samping yang dihasilkan maka akan semakin tinggi kemurnian CMC. Kemurnian CMC dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi NaOH pada sistem dan keberadaan media reaksi. Keberadaan media reaksi pada proses sintesis CMC, berperan untuk mempercepat destruksi struktur kristalin selulosa dan memudahkan substitusi NaOH dalam selulosa. Dengan media reaksi yang kurang tepat, keberadaan NaOH dalam larutan sulit untuk merusak struktur selulosa dan akan terjadi reaksi antara NaOH dan NaMCA membentuk produk samping berupa natrium glikolat dan natrium klorida.

Polaritas dari media reaksi juga sangat menentukan kemurnian dari CMC dihasilkan. Semakin rendah polaritas media reaksi akan semakin mempermudah proses substitusi reagen alkalisasi dan karboksimetilasi dan menghasilkan nilai DS CMC yang semakin tinggi sehingga semakin tinggi pula kemurnian CMC. Hal ini terjadi karena semakin kecil kemungkinan NaOH bereaksi NaMCA membentuk produk samping Na-glikolat dan NaCl (Pribadi, 1985). Namun hasil dari penelitian ini, seperti pada Gambar 6, terlihat bahwa pada konsentrasi NaOH 10%, semakin banyak isopropanol dalam media reaksi yang berarti semakin tinggi polaritas larutan, semakin besar kemurnian CMC dihasilkan. Hal ini disebabkan rintangan sterik yang dimiliki isobutanol lebih besar daripada isopropanol sehingga pada proses alkalisasi dan karboksimetilasi konsumsi NaOH dan NaMCA untuk pembentukan Na-glikolat dan NaCl semakin besar dan menurunkan kemurnian dari CMC dihasilkan. Kemurnian tertinggi CMC dengan konsentrasi NaOH 10% adalah 90,9%.

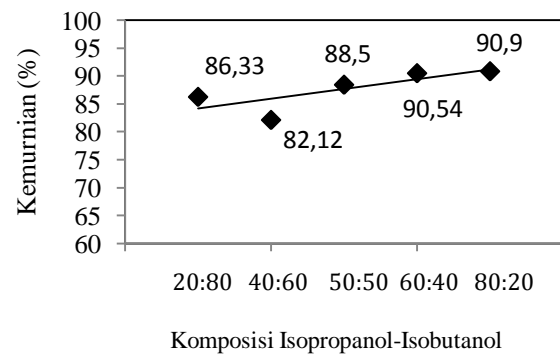
Pada konsentrasi NaOH 35%, kemurnian CMC maksimum diperoleh pada 85,26% dengan komposisi isopropanol-isobutanol 50:50. Kemurnian CMC yang tidak terlalu tinggi ini erat hubungannya dengan kondisi selulosa yang membentuk struktur kristalin lain seperti dijelaskan sebelumnya. Jika selulosa sulit ditembus oleh reagen karboksimetilasi, NaMCA, maka reagen tersebut sebagian besar akan tetap berada dalam media reaksi dan kemudian bereaksi dengan NaOH membentuk produk samping Na-glikolat dan NaCl.

3.5 Uji Viskositas

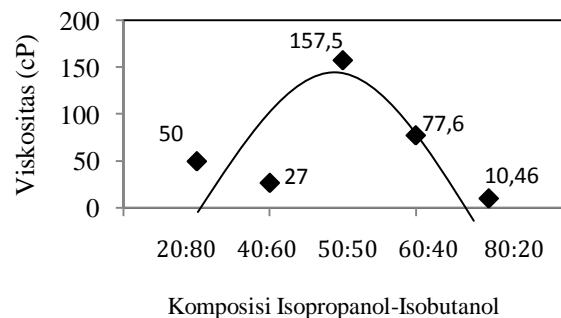
Pada Gambar 7 dapat dilihat hasil pengujian terhadap viskositas CMC dengan konsentrasi NaOH 10% dan diperoleh nilai viskositas tertinggi sebesar 157,5 cP pada komposisi isopropanol-isobutanol 50:50. Pada gambar tersebut pula terlihat bahwa viskositas sampel mengalami kenaikan hingga komposisi isopropanol-isobutanol 50:50 dan kemudian mengalami penurunan pada media reaksi dengan lebih banyak isopropanol. Kenaikan nilai viskositas CMC ini dikarenakan semakin banyaknya kandungan isopropanol sehingga mempermudah

akses reagen eterifikasi ke dalam ikatan selulosa sehingga viskositasnya naik. Penurunan viskositas CMC setelah mencapai titik tertinggi pada komposisi isopropanol-isobutanol 50:50 dikarenakan makin rendahnya volume isobutanol dalam media reaksi sehingga menaikkan nilai polaritas pelarut. Pada kondisi ini, reagen eterifikasi yang menembus selulosa menjadi lebih banyak karena keberadaan isopropanol yang lebih tinggi (Zhang dkk., 1993). Semakin banyak reagen eterifikasi yang masuk dalam selulosa dapat merusak ikatan selulosa dan mengakibatkan berat molekul rata-rata CMC menjadi lebih kecil. Hal inilah yang memicu rendahnya viskositas CMC (Zhao dkk., 2003).

Pada konsentrasi NaOH 35%, CMC yang dihasilkan memiliki nilai viskositas tertinggi sebesar 37 cP dengan komposisi isopropanol-isobutanol 80:20. Nilai ini lebih rendah dibandingkan dengan viskositas CMC pada konsentrasi NaOH 10% karena nilai DS yang diperoleh juga lebih rendah.



Gambar 6. Hasil uji kemurnian CMC pada NaOH 10%



Gambar 7. Hasil uji viskositas CMC pada NaOH 10%

Tabel 2. Perbandingan karakteristik CMC

Karakteristik CMC	Konsentrasi NaOH	
	10%	35%
Nilai DS	1,49	0,25
Kemurnian	90,90 %	76,22%
Viskositas	157,50 cP	6,0 cP

Pada Tabel 2 dapat dilihat karakteristik produk CMC yang dihasilkan dengan menggunakan larutan NaOH 10% dan 35% dengan komposisi media reaksi yang sama pada masing-masing karakteristik. Dari

ketiga perbandingan karakteristik tersebut dapat disimpulkan bahwa pembuatan CMC dengan menggunakan NaOH 10% lebih baik karena menghasilkan nilai DS, kemurnian, dan viskositas yang lebih tinggi dibandingkan dengan pembuatan CMC menggunakan NaOH 35% pada komposisi media reaksi yang sama.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian pembuatan CMC dari selulosa eceng gondok dengan menggunakan campuran larutan isopropanol-isobutanol sebagai media reaksi dengan konsentrasi NaOH 10% dan 35%, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. CMC dengan konsentrasi NaOH 10% memiliki nilai DS maksimum sebesar 1,49 dengan komposisi isopropanol-isobutanol 20:80, kemurnian maksimum sebesar 90,9% dengan komposisi isopropanol-isobutanol 80:20, dan viskositas tertinggi sebesar 157,5 cP pada komposisi isopropanol-isobutanol 50:50.
2. CMC dengan konsentrasi NaOH 35% memiliki nilai DS maksimum sebesar 0,35 dengan komposisi isopropanol-isobutanol 60:40, kemurnian maksimum sebesar 85,26% dengan komposisi isopropanol-isobutanol 50:50, dan viskositas tertinggi sebesar 37 cP pada komposisi isopropanol-isobutanol 80:20.
3. Pada proses pembuatan CMC dengan komposisi isopropanol-isobutanol yang sama, CMC yang dihasilkan dengan menggunakan larutan NaOH 10% memiliki karakteristik yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan larutan NaOH 35%.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Alemdar, A.; Sain, M., Isolation and Characterization of Nanofibers from Aricultural Residue, *Bioresource*, 2008, 99, 1664-1671.
- Pribadi, T., Pembuatan CMC dan Pemurnian Sodium Karboksimetil Selulosa (CMC), *Berita Selulosa*, 1985, XXI(4), 135-140.
- Saputra, A.H.; Qadhayna, L.; Pitaloka, A.B., Synthesis and Characterization of Carboxymethyl Cellulose (CMC) from Water Hyacinth Using Ethanol-Isobutyl Alcohol Mixture as the Solvents, *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 2014, 5(1), 36-40.
- Saputra, A.H.; Hapsari, M.; Pitaloka, A.B., Synthesis and Characterization of Carboxymethyl Cellulose (CMC) From Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) Cellulose Using Isobutyl-Isopropyl Alcohol Mixture As Reaction Medium, 3rd International Conference on Advance Material and Practical Nanotechnology (ICAMPN), Jakarta, 14-16 Agustus 2014.
- Wijayani, A.; Khoirul U.; Siti T., Karakterisasi Carboxymethyl cellulose (CMC) dari Eceng Gondok (*Eichornia crassipes* (Mart) Solms), *Indonesian Journal of Chemistry*, 2005, 5, 228-231.
- Yokota, H., The Mechanism of Cellulose Alkalization in the Isopropyl Alcohol-Water-Sodium Hydroxide-Cellulose System, 1985, *Journal of Applied Polymer Science*, 30, 263-277.
- Zhang, J.; Li, D.; Zhang, X.; Shi, Y., Solvent Effect on Carboxymethylation of Cellulose, *Journal of Applied Polymer Science*, 1993, 49, 741 - 745.
- Zhao, H.; Cheng, F.; Li, G.; Zhang, J., Optimization of a Process for Carboxymethyl Cellulose (CMC) Preparation in Mixed Solvents, *International Journal of Polymeric Materials*, 2003, 52(9), 749 - 75.