



Pembuatan Carboxymethyl Cellulose (CMC) Dari Batang Kelapa Sawit

Razita Hariani ^{1✉}, Fatmayati²

Politeknik Kampar, Bangkinang, Indonesia^(1,2,3)

DOI: 10.31004/jutin.v7i1.25815

✉ Corresponding author:
[razitahariani@gmail.com]

Article Info

Abstrak

Kata kunci:
Batang
Kelapa Sawit
CMC
Alkalisasi
Karboksimetilasi

Limbah batang kelapa sawit dihasilkan 81,5 juta m³ setiap tahun nya. Salah satu alternative pemanfaatannya yaitu pada pembuatan *carboxymethyl cellulosa* (CMC). CMC banyak dimanfaatkan di industri farmasi, makanan, tekstil, dan produk kosmetik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui waktu reaksi terbaik terhadap karakteristik CMC. Metode penelitian ini yaitu penelitian kuantitatif dengan metode eksperimen atau penelitian laboratorium. Prosedur pembuatan CMC pada penelitian ini secara garis besar terdiri dari 3 tahap awal dan 2 tahap inti yaitu, preparasi sampel pengecilan ukuran 50 mesh, delignifikasi menggunakan larutan NaOH 15% selama 3 jam, pemutihan menggunakan larutan NaOCl 6% selama 3 jam, alkalisasi menggunakan pelarut isopropanol dan di alkalisasi dengan NaOH 15% selama 1 jam, dan pada tahap karboksimetilasi dilakukan penambahan natrium monokloroasetat (NaMCA) dengan variasi waktu 2jam, 3jam, 4jam, 5jam, dan 6jam. Hasil karakteristik CMC yaitu pada waktu karboksimetilasi 5 jam menghasilkan produk CMC dengan derajat substitusi 1.64, viskositas 123.5 cP, pH 6.1 dan Kadar air 1.2%. Karakteristik tersebut sudah memenuhi SNI. Peningkatan waktu reaksi pada proses karboksimetilasi dapat meningkatkan kualitas CMC yang dihasilkan.

Abstract

Keywords:

Stem;

Palm Oil;

CMC;

Alkalyzation;

Carboxymethylation

81.5 million m³ of palm oil stem is produced every year. Stem fiber can be used as source of cellulose for the making of carboxymethyl cellulose(CMC). CMC is widely used in the pharmaceutical, food, textile and cosmetic industries. The aim of this research is to determine the best reaction time. The procedure consists of 3 initial stages and 2 core stages, namely, sample preparation, reducing the size to 50 mesh, delignification using a 15% NaOH solution for 3 hours, bleaching using a 6% NaOCl solution for 3 hours, alkalization using isopropanol and alkalized with 15% NaOH for 1 hour, in the carboxymethylation stage, sodium monochloroacetate (NaMCA) was added with time variations of 2, 3, 4, 5 and 6 hours. The results showed that 5 hours reaction times produces CMC with degree of substitution of 1.64, a viscosity of 123.5 cP, a pH of 6.1 and a water content of 1.2%.

1. PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor unggulan Indonesia yang memiliki cukup besar kontribusi terhadap ekspor nonmigas nasional dan setiap tahun cenderung terus mengalami peningkatan. luas areal kelapa sawit Indonesia pada tahun 2021 telah mencapai 14,47 juta hektar. Pustekolah (2013) menjelaskan bahwa peremajaan kebun sawit dilakukan setiap tahunnya. Setiap hektar kebun sawit yang ditebang sekitar 128 batang pohon sawit tua, atau setara dengan 220 m³/hektar. Dengan demikian, setiap tahun terdapat 81.5 juta m³ batang sawit yang menjadi limbah. Limbah batang sawit telah dimanfaatkan sebagai kayu solid maupun papan lapis. Namun, kelemahan dari batang sawit adalah tingginya kadar air dalam batang, sehingga produk yang dihasilkan menjadi tidak stabil dan rentan terhadap pertumbuhan mikroorganisme. Oleh karena itu perlu dicari alternatif lain dalam pemanfaatan batang kelapa sawit sehingga menghasilkan produk yang lebih bernilai ekonomis dan mempunyai berbagai macam aplikasi, salah satunya pada pembuatan carboxymethyl cellulose (CMC). CMC merupakan salah satu senyawa hasil modifikasi selulosa yang banyak dimanfaatkan pada industri farmasi, makanan, tekstil, detergen, dan produk kosmetik. Batang kelapa sawit berpotensi sebagai bahan pembuatan CMC karena kandungan selulosa cukup tinggi yaitu sebesar 55.33%

Kandungan selulosa yang terdapat pada batang kelapa sawit untuk mencapai sebuah produk CMC akan melalui beberapa proses dan proses inti yang dilakukan terdapat pada proses karboksimetilasi, dimana pada proses ini terjadi pelekatan gugus karboksilat pada struktur selulosa sehingga gugus karboksilat pada natrium monokloroasetat dapat digunakan (Wijayani dkk., 2005).

Beberapa penelitian terkait dengan isolasi selulosa dan sintesis CMC telah dilakukan sebelumnya dengan bahan baku yang berbeda. Melisa dkk (2014) meneliti tentang rasio terbaik dan waktu reaksi sintesis CMC dari tongkol jagung manis untuk mendapatkan derajat substitusi terbaik. Perlakuan rasio jumlah natrium monokloroasetat (NaMCA, ClCH₂COONa) terdiri dari 6 taraf yaitu 5,6,7,8,9 dan 10 gram sedangkan perlakuan waktu reaksi sintesis terdiri dari 6 taraf yaitu 1,2,3,4,5 dan 6 jam. Kondisi optimum reaksi diperoleh pada penambahan 7 gram Na-MCA dan waktu reaksi 4 jam. CMC yang dihasilkan mempunyai DS 1,197 dengan rendemen 73,45% dan kadar air 7,47%.

Nur'ain dkk (2016) melakukan penelitian optimasi kondisi reaksi untuk sintesis karboksimetil selulosa (CMC) dari batang jagung (*Zea mays L.*). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rasio natrium monokloroasetat : selulosa dan waktu reaksi terbaik dalam sintesis karboksimetil selulosa dari batang jagung sehingga diperoleh rendemen dan derajat substitusi tertinggi. Variasi rasio yang digunakan adalah 4:5, 5:5, 6:5, 7:5, 8:5 dan 9:5 gram sedangkan waktu reaksi yang digunakan yaitu 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 jam. Kondisi optimum reaksi dalam sintesis karboksimetil selulosa dari batang jagung diperoleh pada penggunaan rasio 6:5 gram natrium monokloroasetat : selulosa dengan menggunakan 4 jam waktu reaksi. Karboksimetil selulosa yang dihasilkan pada penggunaan rasio

terbaik memiliki rendemen sebesar 96,36% dan derajat substitusi yaitu 0,839. Sedangkan hasil karboksimetil selulosa pada waktu reaksi terbaik memiliki rendemen sebesar 91,95% dengan derajat substitusi sebesar 0,785.

Nisa dan Widya (2014) menjelaskan bahwa pada penelitian yang dilakukan, konsentrasi natrium monokloroasetat dan waktu reaksi pada proses karboksimetilasi berpengaruh terhadap pembuatan carboxymethyl cellulose (CMC). Hal tersebut dapat ditentukan dalam pengujian-pengujian yang dilakukan salah satunya pada pengujian derajat substitusi (DS) yang dimana derajat substitusi merupakan parameter yang penting dalam menentukan kualitas CMC dan derajat substitusi CMC yang dihasilkan dalam penelitian dari Nisa dan Widya sudah memenuhi standar nasional indonesia (SNI) dan standar FAO.

Tujuan dari dibuatnya penelitian ini yaitu untuk mengetahui cara pembuatan carboxymethyl cellulose CMC dari batang kelapa sawit, mengetahui pengaruh waktu karboksimetilasi terhadap karakteristik produk CMC dan mengetahui waktu karboksimetilasi terbaik yang menghasilkan produk CMC

2. METODE

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu batang kelapa sawit yang diperoleh dari kebun masyarakat, aquadest, natrium hidroksida (NaOH) 15%, natrium klorida (NaCl), asam asetat (CH₃COOH) 10%, natrium hipoklorit (NaOCl) 6%, isopropanol (C₃H₈O), asam trikloroasetat, etanol 95%, asam nitrat (HNO₃) 2M, natrium hidroksida (NaOH) 0,5N, asam klorida (HCl) 0,3N, methanol (CH₃OH), benzene (C₆H₆), sulfat (SO₄) 72%, natrium hidroksida (NaOH) 17,5%, natrium hidroksida (NaOH) 8,3%, asam asetat (CH₃COOH) 2N, indikator pp.

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu desikator, pH meter, hot plate magnetik stirrer, neraca analitik, ayakan 60 mesh, hot plate, oven, labu takar (10 mL, 50 mL, 100 mL, 1000 mL), erlenmeyer 250 mL, gelas ukur 100 mL, gelas kimia (100 mL, 250 mL 1000 mL), pipet morh 10 mL, buret, klem, statif, cawan petri, termometer 110°C, kertas pH, corong, lumpang dan alu, bulb, batang pengaduk, pipet tetes, spatula, magnetik stirrer dan kain saring.

Metode penelitian yang digunakan dalam pembuatan Carboxymethyl cellulose (CMC) yaitu metode eksperimental atau penelitian di laboratorium, CMC umumnya dibuat dengan metode Williamson ether synthesis yaitu reaksi eterifikasi alkali selulosa dengan asam monokloroasetat (MCA) atau garam sodiumnya (NaMCA) dalam medium air atau alkohol-air (slurry). Metode ini terdiri dari dua tahap, yaitu alkalisasi dan eterifikasi atau karboksimetilasi (Adden, 2009). Pada tahap alkalisasi, serbuk selulosa dilarutkan dalam campuran air-alkohol dan ditambah larutan NaOH dimana alkohol yang dipakai umumnya etanol atau isopropanol. NaOH berfungsi sebagai swelling agent yang mengaktifkan gugus-gugus -OH pada molekul selulosa dan mengembangkan selulosa menyebabkan struktur kristalin selulosa akan berubah. Pengembangan selulosa ini dapat memudahkan difusi reagen eterifikasi yaitu MCA masuk ke dalam serat. Selain itu, fase cair sebagai agen solvasi, melarutkan NaOH dan mendistribusikannya ke gugus hidroksil selulosa membentuk alkil selulosa. Larutan NaOH akan menembus ke struktur kristal selulosa, kemudian mensolvasi gugus hidroksil yang membuatnya siap untuk reaksi eterifikasi dengan cara memutus ikatan hydrogen (Almluf, 2010).

Tahap kedua adalah karboksimetilasi, dimana alkaliselulosa yang dihasilkan pada tahap alkalisasi reaktif terhadap reagen eterifikasi yaitu sodium monokloroasetat (Na-MCA) atau monokloroasetic acid (MCA) membentuk eter CMC. Pada tahap ini merupakan proses pelekatan gugus karboksimetil pada struktur selulosa. NaOH secara spontan akan bereaksi dengan MCA yang membentuk dua produk, yaitu natrium glikolat dan natrium klorida. Selain itu, NaOH digunakan juga untuk menjaga pH basa selama reaksi berlangsung (Hong, 2013). Setelah produk CMC dihasilkan, dilakukan pengujian mutu produk. Prosedur pengujian mutu produk dalam beberapa tahap yaitu rendemen, uji viskositas, uji Kadar air, uji derajat substitusi, uji pH.

1. Preparasi Sampel

Batang kelapa sawit dicuci dengan air mengalir hingga bersih. Sampel batang kelapa sawit terlebih dahulu dipotong-potong kemudian dijemur dibawah sinar matahari hingga kering. Sampel batang kelapa sawit yang telah kering ini kemudian digiling dan diayak dengan ayakan berukuran 50 mesh. Tepung batang kelapa sawit dikeringkan kembali dengan menggunakan oven selama 1 jam pada suhu 60 oC.

Tepung batang kelapa sawit seberat 100 g dimasak dengan 500 mL larutan NaOH 15% (b/v), suhu 100 °C selama 3 jam yang bertujuan untuk melarutkan komponen non selulosa. Padatan yang tertinggal kemudian dilakukan pencucian dengan air bersih sehingga bebas dari sisa NaOH, kemudian disaring. Hasil yang disaring ditambahkan 10 gram NaCl dan 35 mL asam asetat 10%. Dilakukan proses pencucian dan padatan yang tertinggal dilakukan pemutihan (bleaching).

2. Proses Pemutihan (bleaching)

Proses pemutihan dilakukan dengan menambahkan residu yang didapatkan dengan larutan natrium hipoklorit (NaOCl) 6% sebanyak 500 mL pada suhu 60°C selama 3 jam. Kemudian dicuci dengan aquades mendidih untuk menghilangkan bau natrium hipoklorit (NaOCl). Selanjutnya selulosa basah yang didapatkan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C hingga didapatkan berat konstan. Proses ini diadaptasi berdasarkan penelitian Hariani, 2019.

3. Proses Pembuatan Carboxymethyl Cellulose (CMC)

Timbang tepung batang kelapa sawit sebanyak 5 g, dimasukkan kedalam erlenmeyer 250 ml lalu ditambahkan dengan 100 mL isopropanol dan dialkalisasi dengan 20 mL larutan NaOH 15% secara perlahan. Campuran tersebut kemudian dipanaskan diatas hotplate magnetic stirrer pada suhu 60 °C selama 1 jam dengan Kecepatan 100 rpm. Setelah alkalisasi selesai dilanjutkan proses karboksimetilasi dengan menambahkan nartium monokloroasetat sebanyak 7 gram. Campuran kemudian dipanaskan pada suhu 45°C dan dilakukan pengadukan dengan variasi waktu 2jam, 3 jam, 4jam, 5jam, dan 6jam. Proses ini dilakukan di hotplate magnetik stirrer. Setelah itu campuran disaring dan residunya dilanjutkan ke proses penetralan. Setelah proses karboksimetilasi selesai, hotplate magnetik stirrer dimatikan kemudian campuran disaring dan residunya di pindahkan ke dalam gelas kimia dan diukur pH-nya. Selanjutnya ditambahkan asam asetat glasial sampai pH-nya netral. Setelah netral maka campuran disaring dan dilakukan pencucian dengan alkohol 96%. Padatan yang diperoleh dari hasil penyaringan kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven dengan suhu 60°C. Padatan yang kering kemudian digerus menggunakan lumpang dan alu sehingga diperoleh serbuk CMC.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Carboxymethyl Cellulose (CMC)

Proses pembuatan CMC dilakukan dengan dua reaksi yaitu alkalisasi dan karboksimetilasi. Sebelum memasuki 2 tahap reaksi dilakukan preparasi sampel, delignifikasi, dan pemutihan (*bleaching*). Langkah pertama yang dilakukan adalah persiapan bahan baku (preparasi sampel). Untuk langkah selanjutnya proses pemutihan (*bleaching*) yang bertujuan sebagai memutihkan selulosa yang masih berwarna coklat, dan proses inti dari penelitian ini adalah alkalisasi dan karboksimetilasi untuk menghasilkan produk CMC yang telah sesuai SNI.

1. Preparasi Sampel Batang Kelapa Sawit

Pada proses preparasi bertujuan untuk mendapatkan hasil serbuk dari batang kelapa sawit. Sampel yang digunakan adalah batang kelapa sawit yang telah dikeringkan dibawah sinar matahari selama 3 hari. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam batang kelapa sawit. Setelah kering selanjutnya batang kelapa sawit dibentuk menjadi serbuk melalui proses penggilingan, pada proses penggilingan memerlukan waktu yang cukup lama. Selanjutnya serbuk kelapa sawit yang didapatkan di ayak dengan menggunakan 50 mesh. Serbuk dengan ukuran partikel yang kecil sangat berpengaruh pada proses ekstraksi semakin kecil ukuran partikel semakin banyak selulosa yang terekstrak dan semakin tinggi rendemenselulosa yang diperoleh (Nur, 2016).

Setelah proses pembuatan tepung batang kelapa sawit telah selesai dibuat dilanjutkan ke pengujian mutu tepung batang kelapa sawit sebelum proses delignifikasi dengan pengujian kadar selulosa, hemiselulosa, dan lignin pada tepung batang kelapa sawit. Hasil analisis mutu tepung batang kelapa sawit sebelum proses delignifikasi dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 1. Hasil Analisa Mutu Tepung Batang Kelapa Sawit.

Komponen batang kelapa sawit	hasil penelitian (%)	Literatur (%)		
		a	b	c
Selulosa	49,91	42,51	50,78	41,42
Hemiselulosa	30,13	37,62	30,36	20,62
Lignin	12,51	16,11	17,87	16,00

Keterangan:

- a. Abe *et al.*, (2013)
- b. Lai *and* idris (2013)
- c. Yuanisa (2015)

Berdasarkan tabel 4.1 di atas dapat diketahui perbedaan kadar selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang

didapat dipengaruhi beberapa faktor. Perbedaan komposisi batang kelapa sawit dapat dipengaruhi oleh umur kelapa sawit, varietas, ketinggian, dan kondisi pertumbuhan tanaman (Fauzi, 2007). Selain itu perbedaan metode analisa yang digunakan juga mempengaruhi hasil dari penelitian Abe (2013) menggunakan metode klon untuk analisa lignin dan metode wise untuk analisa hemiselulosa dan selulosa. Oleh karena itu, hasil yang didapatkan akan berbedakarena keakuratan dari setiap metode analisa yang berbeda.

2. Proses Delignifikasi

Proses delignifikasi dengan penambahan NaOH dan direfluk selama 3 jam, yang bertujuan untuk mendapatkan padatan selulosa dan untuk mengurangi kandungan non selulosa seperti lignin dan hemiselulosa. Berat serbuk sebelum direfluk yaitu sebesar 100.05 gram untuk sampel I sedangkan untuk sampel II sebesar 100.04 gram. Hasil proses dari delignifikasi batang kelapa sawit di peroleh padatan sebesar 77.31 gram untuk sampel I sedangkan untuk sampel II sebesar 75.17 gram dengan warna coklat pekat. Serbuk yang diperoleh dari delignifikasi dengan tujuan untuk mendapatkan selulosa. Selulosa merupakan serat berwarna putih, Lignin yang terikat dengan selulosa dapat dihilangkan dengan proses delignifikasi. Penghilangan lignin dapat dilakukan dengan menambahkan asam atau basa agar senyawa lignin tersebut larut (Nur, 2016). Ekstraksi serbuk batang kelapa sawit menggunakan basa yaitu natrium hidroksida (NaOH) 15% dengan direfluk pada suhu 100 oC selama 3 jam yang bertujuan untuk memisahkan selulosa dari lignin. Penghilangan lignin dengan NaOH ditandai dengan warna hitam pekat pada larutan.

Pemutihan Padatan Selulosa

Proses pemutihan padatan selulosa dilakukan penambahan larutan natrium hipoklorit sebanyak 500 mL dengan waktu pemanasan 3jam pada suhu 60 oC. Pada tahapan bleaching ini terjadi perubahan warna yang tadinya berwarna coklat menjadi warna kuning. Perubahan warna tersebut terjadi karena lignin yang ada pada selulosa teroksidasi oleh larutan natrium hipoklorit. Kemudian pada proses pencucian dengan aquadest mendidih lignin yang teroksidasi larut dalam aquadest mendidih tersebut.

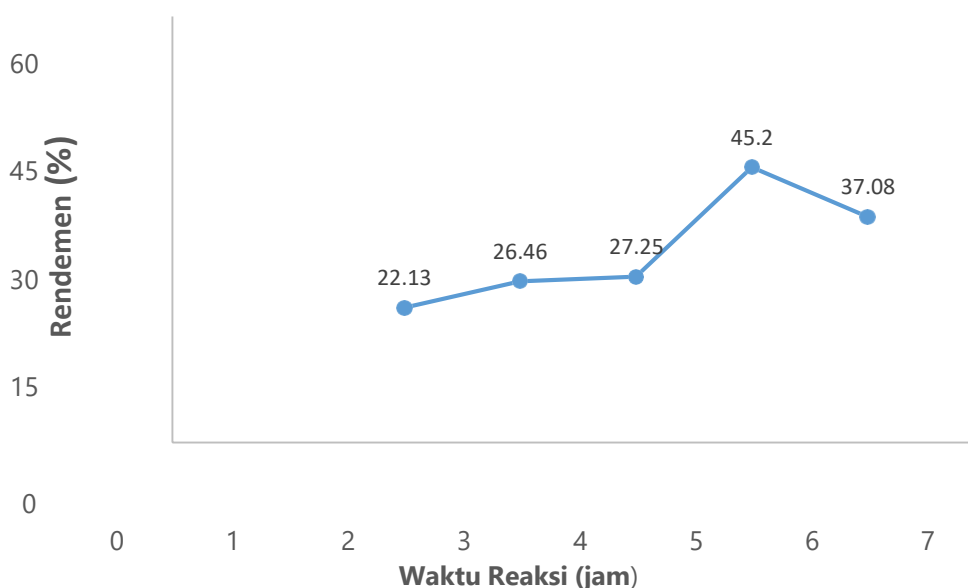
Proses alkalisasi dan karboksimetilasi

Pada proses pembuatan CMC faktor utama yang perlu diperhatikan adalah alkalisasi dan karboksimetilasi karena menentukan karakteristik CMC yang dihasilkan. Proses alkalisasi pada penelitian ini menggunakan larutan NaOH 15% sebanyak 20 mL dengan pengadukan menggunakan hotplate magnetik stirer selama 1 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 dapat mempengaruhi proses selanjutnya yaitu proses karboksimetilasi dimana kondisi karboksimetilasi dapat optimum jika pengembangannya optimum. Konsentrasi NaOH yang terlalu rendah pada proses alkalisasi dapat membatasi konversi selulosa menjadi alkali selulosa dan berpengaruh terhadap proses karboksimetilasi. Namun, konsentrasi NaOH yang terlalu tinggi dapat menyebabkan CMC yang terbentuk terdegradasi oleh NaOH yang berlebih (Agustriono, 2013)

Pada proses karboksimetilasi digunakan reagen natrium monokloroasetat. Tahap karboksimetilasi merupakan proses karboksimetilasi. Pada tahap ini terdapat proses pelekatan gugus karboksilat pada struktur selulosa. Gugus karboksilat yang dimaksud terdapat pada natrium monokloroasetat. Jumlah natrium monokloroasetat yang digunakan dapat berpengaruh terhadap substitusi dari unit anhidroglukosa pada selulosa (Melda, 2018). Bertambahnya jumlah alkali yang digunakan dapat 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. Produk CMC yang dihasilkan diuji dengan parameter meliputi uji Kadarair, derajat substitusi, viskositas, pH.

Pengaruh Waktu Reaksi Karboksimetilasi Terhadap Rendemen

Rendemen adalah perbandingan jumlah ekstrak yang dihasilkan dari ekstrak tanaman, rendemen yang dihasilkan menandakan nilai ekstrak yang dihasilkan semakin banyak.

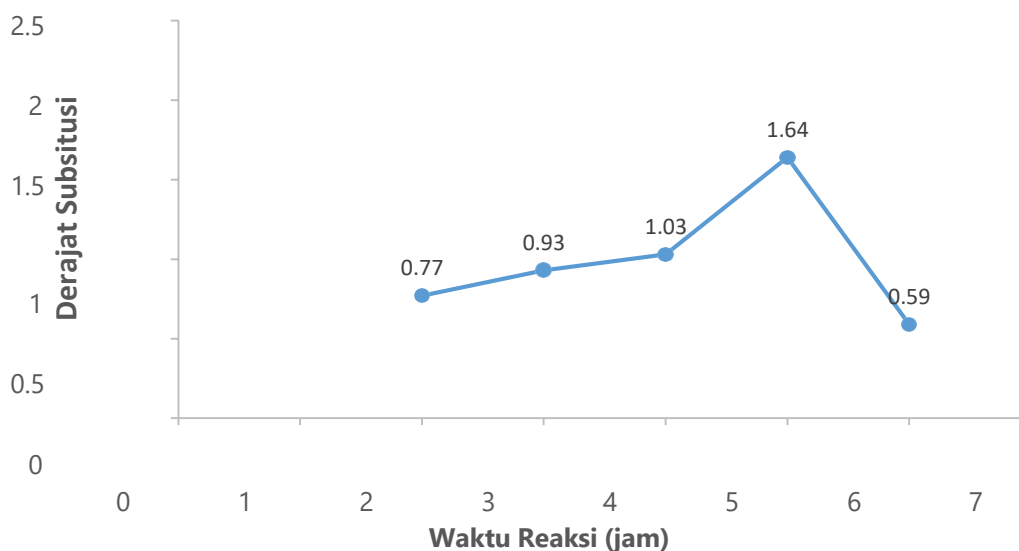


Gambar 1. Grafik Pengaruh Waktu Karboksimetilasi Terhadap Rendemen

Rendemen CMC tertinggi diperoleh pada waktu reaksi 5 jam yaitu sebesar 45,20 %. Hasil ini menunjukkan bahwa rendemen CMC batang kelapa sawit mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya waktu pada proses karboksimetilasi hingga mencapai titik optimum pada waktu 5 jam dan mengalami penurunan setelahnya. Santoso, (2012) mengatakan peningkatan rendemen diakibatkan oleh terciptanya kondisi suhu dan waktu reaksi yang optimum sehingga memudahkan reaksi antara natrium monokloroasetat dengan selulosa, sedangkan penurunan rendemen CMC ini diduga disebabkan oleh degradasi selulosa. Pada saat suhu dan waktu diatas titik maksimum, selulosa mengalami degradasi. Degradasi ini menyebabkan gugus hidroksil pada alkaliselulosa akan tereliminasi. Hal ini akan menyebabkan gugus hidroksil yang dapat terkonversi menjadi gugus karboksimetil berkurang sehingga rendemen CMC menjadi berkurang.

Pengaruh Waktu Reaksi Karboksimetilasi Terhadap DS

Pada proses karboksimetilasi digunakan reagen asam monokloroasetat atau natrium monokloroasetat, jumlah natrium monokloroasetat yang digunakan dapat berpengaruh terhadap substitusi dari unit anhidroglukosa pada selulosa. Derajat substitusi menentukan kelarutan CMC. Derajat substitusi adalah jumlah rata-rata gugus per anhidroglukosa unit yang disubstitusikan oleh gugus lain. Selulosa mempunyai 3 gugus hidroksil pada setiap anhidroglukosa yang dapat disubstitusikan. Gugus hidroksil pada selulosa disubstitusikan dengan gugus karboksimetil dari natrium monokloroasetat



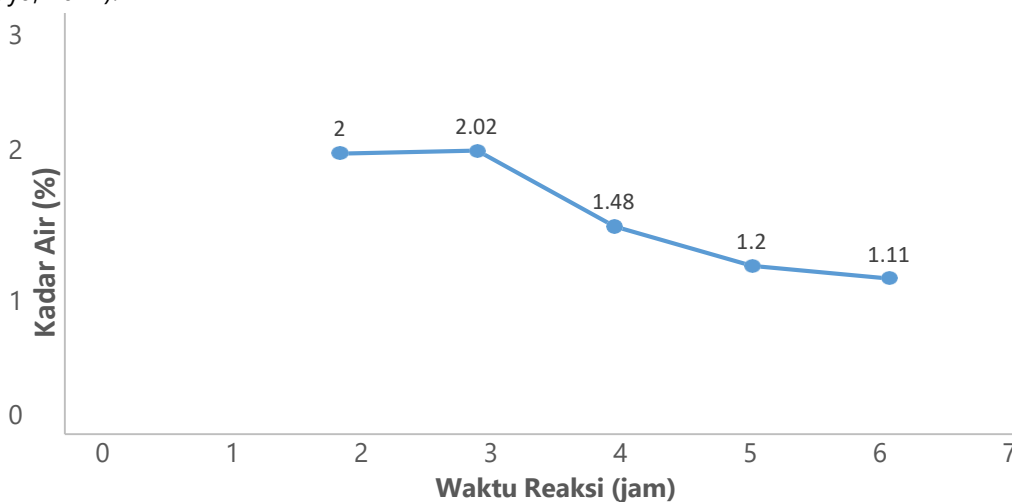
Gambar 2. Grafik Pengaruh Waktu Karboksimetilasi Terhadap (DS).

Dari grafik dapat dilihat semakin lama waktu eterifikasi maka nilai DS semakin meningkat. Hal ini

dikarenakan semakin lama waktu eterifikasi akan meningkatkan kesempatan terjadinya reaksi substitusi antara gugus hidroksil dengan gugus karboksimetil. Pada waktu tersebut reaksi berlangsung secara efektif sehingga kontak yang lebih baik antara agen eterifikasi dengan selulosa dan molekul karboksimetil selulosa terbentuk secara sempurna (Melisa 2014). Derajat substitusi CMC tertinggi yaitu 1,64 dihasilkan pada waktu karboksimetilasi 5 jam dan terendah yaitu 0,59 pada waktu 6 jam. Pada waktu eterifikasi 6 jam DS menurun karena terbentuknya produk samping yaitu natrium klorida dan natrium glikolat sehingga menurunkan pembentukan produk utama yaitu CMC. Menurut Pushpamalar dkk (2005), penurunan derajat substitusi disebabkan oleh proses degradasi polimer atau pemecah molekul-molekul besar menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana pada karboksimetil selulosa. Nisa (2014) mengatakan 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. Dari grafik, nilai DS sudah memenuhi SNI untuk mutu I yang berkisar 0.7 – 1.2 dan SNI mutu II yang berkisar 0,4 – 1,0.

Pengaruh Waktu Reaksi Karboksimetilasi Terhadap Kadar Air

Pengaruh waktu reaksi karboksimetilasi terhadap kadar air cukup berpengaruh terhadap sifat alir. Kadar air adalah salah satu metode uji laboratorium kimia yang sangat penting dalam industri pangan untuk terhadap kerusakan yang mungkin terjadi. Tingginya kadar air pada produk CMC akan mempengaruhi umur simpannya 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).

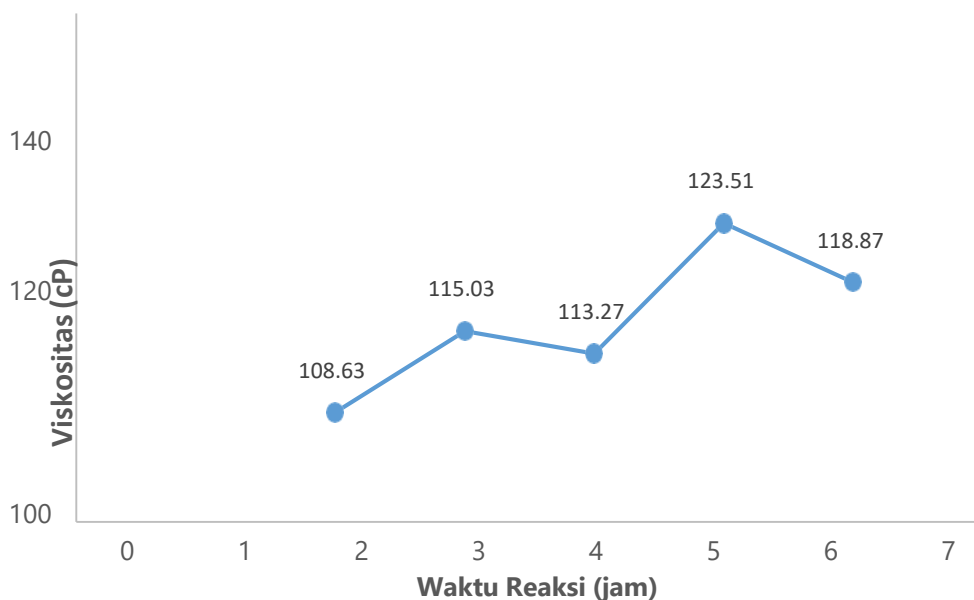


Gambar 3. Grafik Pengaruh Waktu karboksimetilasi Terhadap Kadar Air.

Pada pengujian kadar air menggunakan variasi waktu dimana semakin lama waktu reaksi maka kadar air yang di peroleh akan menurun dikarenakan air yang mudah menguap pada suhu 100°C, pada proses karboksimetilasi suhu yang digunakan 45 °C dengan waktu yang bervariasi yaitu 2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam, dan 6 jam. Kadar air CMC tertinggi diperoleh dari perlakuan waktu reaksi 3 jam, yaitu 2.02 %. Sedangkan kadar air terendah adalah 1.11 %, yang diperoleh dari perlakuan waktu reaksi 6 jam. Kadar air CMC yang diperoleh lebih rendah jika dibandingkan dengan kadar air CMC hasil penelitian Melisa, dkk, 2014, yaitu 7,47% dan Nisa (2014), yaitu 13,51 %.

Pengaruh Waktu Reaksi Karboksimetilasi terhadap Viskositas

Viskositas adalah suatu sifat dari cairan yang lebih bertahan untuk mengalir. Viskositas merupakan kekuatan yang dibutuhkan untuk memindahkan suatu permukaan datar ke permukaan lainnya dengan ketentuan cairan digerakkan dengan gaya tertentu. Hasil dari analisis viskositas menjelaskan bahwa viskositas larutan tergantung dengan kemampuan CMC untuk mengikat air sehingga menghasilkan larutan dengan viskositas tertentu.



Gambar 4. Grafik Pengaruh Waktu Karboksimetilasi Terhadap Viskositas.

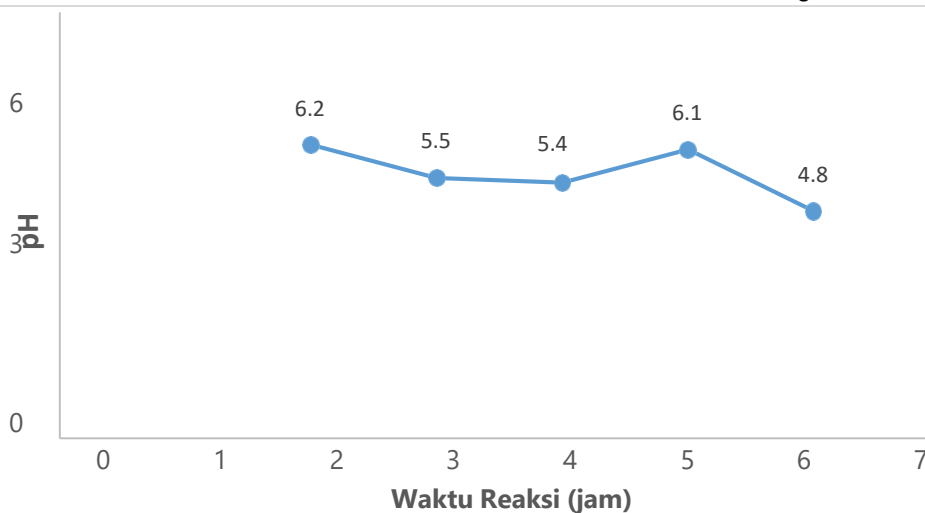
Pada penelitian ini viskositas yang diperoleh pada 108.67 – 123.51 cP dan ini termasuk dengan CMC dengan viskositas tinggi. Menurut Food Chemical Codex nilai viskositas yang baik untuk bahan pangan adalah ≥ 25 cP. Viskositas larutan CMC berhubungan dengan kemampuan CMC untuk mengikat air. Kemampuan CMC untuk mengikat air dapat dilihat dari derajat substitusinya. Derajat substitusi CMC tertinggi yang dihasilkan pada penelitian ini diperoleh pada waktu karboksimetilasi 5 jam. Sehingga viskositas CMC yang tertinggi juga diperoleh pada perlakuan ini. Semakin tinggi derajat substitusi maka makin tinggi kemampuan untuk mengikat air, maka viskositas semakin tinggi (Ferdiansyah, dkk, 2016).

Menurut Latif (2006) meningkatnya DS menandakan meningkatnya gugus karboksimetil yang disubstitusi oleh gugus $-OH$ dari polimer selulosa. Gugus karboksimetil ini berperan sebagai gugus hidrofilik, sehingga meningkatkan kemampuan CMC untuk mengikat air dalam sistem. Nisa (2014) mengatakan viskositas erat kaitannya dengan derajat substitusi. Semakin besar nilai derajat substitusi CMC maka semakin besar nilai viskositasnya. Gugus-gugus yang sudah tersubstitusi dengan gugus metil maka CMC lebih reaktif terhadap air sehingga CMC terdispersi dalam air. Kemudian butir-butir CMC yang bersifat hidrofilik dapat menyerap air dan terjadi pembengkakan. Air yang sebelumnya bebas bergerak tidak dapat bergerak lagi dengan bebas sehingga keadaan larutan semakin baik dan terjadi peningkatan viskositas.

Pengaruh Waktu Reaksi Karboksimetilasi terhadap pH

Indikator lain yang menunjukkan kualitas CMC yang baik adalah pH. Pengaruh waktu karboksimetilasi terhadap pH akan menentukan bagaimana kekentalan dari CMC. pH larutan CMC 1% berkisar antara 6-8 untuk mutu I dan 6 – 8,5 untuk mutu II. Hercules (1999) menyatakan stabilitas terbaik CMC terdapat pada pH 7-9, pH diatas 10 akan mengalami penurunan viskositas sedangkan pH dibawah 4 sifat CMC akan menjadi kurang larut dan viskositas akan meningkat secara signifikan.

pH adalah suatu satuan pengukur yang mengurangi derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan. Unit pH diukur pada skala 0 sampai 14. Istilah pH berasal dari "p" lambang matematika dari negatif logaritma, dan "H" lambang kimia untuk unsur hidrogen. Definisi yang formal tentang pH adalah negative logaritma dari aktivitas ion hidrogen.



Gambar 5. Grafik Pengaruh Waktu Karboksimetilasi Terhadap pH.

Analisis pH dari CMC didapat hasil yang terendah 4,8 yaitu pada penambahan waktu karboksimetilasi 6 jam yang tidak masuk ke SNI dan mengindikasikan CMC masih bersifat asam, pada waktu reaksi 2 jam dan 5 jam didapatkan pH 6,2 dan 6,1 dan sesuai dengan nilai SNI.

Nisa dkk, (2014), menyatakan bahwa indeks kelarutan dalam air menurun karena bergantung pada derajat substitusi CMC yang ketika sudah menemukan waktu optimum maka DS nya akan menurun, hal ini disebabkan gugus-gugus yang tersubstitusi juga menurun seiring lamanya waktu reaksi. Semakin waktu reaksi maka dapat 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.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian yang dilakukan yaitu CMC dari batang kelapa sawit dapat disintesis melalui 2 tahap yaitu tahap alkalisasi dan tahap karboksimetilasi dengan variasi waktu pada proses karboksimetilasi, variasi waktu yang digunakan adalah 2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam, dan 6 jam. Peningkatan waktu reaksi pada proses karboksimetilasi dapat meningkatkan kualitas CMC yang dihasilkan. Pada karakteristik carboxymethyl cellulose (CMC) waktu optimum karboksimetilasi 5 jam menghasilkan produk CMC dengan derajat substitusi 1.64, viskositas 123.5 cP, pH 6.1 dan kadar air 1.2%. Karakteristik CMC tersebut sudah memenuhi SNI. Peningkatan waktu reaksi pada proses karboksimetilasi dapat meningkatkan kualitas CMC yang dihasilkan.

5. ACKNOWLEDGMENTS (Optional)

Ucapan Terima Kasih kami ucapkan kepada Risky Suhartono yang sudah membantu dalam pengumpulan data penelitian

6. DAFTAR PUSTAKA

- Abe H, Murata Y, Watanabe K. 2013. Estimation of The Ratio of Vascular Bundels to Parenchyma Tissue in Oil Palm Trunks Using NIR Spectroscopy. *Bioresource*. 8 (2): 1573-1581
- Adden, A. 2009. Substitution Pattern In and Over Polymer Chains – New Approaches for Carboxymethyl Cellulose. Dissertation of Engineering Faculty Carolo- Wilhelmina University, Hannover.
- Agustriono, Rahayu F, Hasanah N. 2013. Pemanfaatan Limbah sebagai Bahan Baku Sintesis Karboksimetil Selulosa. *Farmaka* 4, No. 3 Hal. 1- 11.
- Almlof, H. 2010. Extended Mercerization Prior to Carboxymethyl Cellulose Preparation. Department of Chemical Engineering, Faculty of Technology and Science, Karistads University. Sweden.
- Fauzi, Y., Widyastuti, Satyawibowo, Hartono. 2007. Kelapa Sawit. Penebar Swadaya. Jakarta
- Ferdiansyah. 2016. Kajian Karakteristik Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Pelempah Kelapa Sawit sebagai Upaya Diversifikasi Bahan Tambahan Pangan yang Halal. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 5 (4).

- Hercules. 1999. Aqualon Sodium Carboxymethyl Cellulose. North Market Street. Wilmington.
- Hong. 2013. Preparation and Characterization of Carboxymethyl Cellulose from Sugarcane Bagasse. Department of Chemical Science Faculty of Science Universiti Tunku Abdul Rahman
- Kontturi, E. 2015. Cellulose : Chemical Modification. Aalto University School of Chemical Technology.
- Lai, Wong, Idris. 2013 Disruption of Oil Palm Trunks and Fronds by Microwave-Alkaline Pretreatment. *Bioresource*. 8(2): 2792-2804
- Latif. 2007. Two Step Synthesis and Characterization of CMC from Rayon Grade Wood Pulp and Cotton Linter. *Journal Chem.Soc.Pak.Vol 29 No 2*, 2007.
- Melda P. (2018). "Sintesis dan Karakterisasi CMC (Carboxymethyl Cellulose) dari Selulosa Batang Pisang Raja (Musa Paradisiaca) dengan
- Melisa. 2014. Optimasi Sintesis Karboksimetil Selulosa dari Tongkol Jagung Manis (Zea Mays L Saccharata). *Online Jurnal of Natural Science*, Vol.3 (2): 70-78 Agustus 2014.
- Nisa, Dianrifia, Putri R. (2014). "Pemanfaatan Selulosa dari Kulit Buah Kakao (Teobroma Cacao L.) Sebagai Bahan Baku Pembuatan CMC (Carboxymethyl Cellulosa)". *Pangan dan Agroindustri* 2, no. 3 h. 3442.
- Nisa, Dianrifia. 2014. Pemanfaatan Selulosa dari Kulit Buah Kakao (Teobroma cacao L.) Sebagai Bahan Baku Pembuatan CMC (Carboxymethyl Cellulose). *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol.2 No.3 p.34-42, Juli 2014. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP Universitas Brawijaya Malang.
- Nur, R. 2016. "Sintesis dan Karakterisasi CMC (Carboxymethyl Cellulosa) yang Dihasilkan dari Selulosa Jerami Padi". *Sains dan Teknologi Pangan* 1, no. 2 h. 222-231.
- Nur'ain. 2017. "Optimasi Kondisi Reaksi untuk Sintesis Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Batang Jagung (Zea Mays L.)". *Riset Kimia* 3, no. 2 h. 112-121.
- Pushpamalar, V. S.J. Langford, M. Ahmad, Y.Y, Lim, 2006. Optimization of Reactions Conditions for Preparing Carboxymethyl Cellulose from Sago Waste. *Carbohydr. Polym*, 64: 312-318.
- Pustekolah. 2013. Kayu Sawit: Mengubah Sampah Menjadi Rupiah [Online], <http://www.pustekolah.org/index.php/detail/321/SIARAN-PERSKayu-Sawit-Mengubah-SampahMenjadiRupiah> [5 September 2023].
- Santoso. 2012. Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Pembuatan Natrium Karboksimetil Selulosa. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia* Vol. 11, No. 3, 2012, 124-131.
- SNI, Standar Nasional Indonesia. 1969. SNI 03-1969: Cara Uji Kadar Air: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI, Standar Nasional Indonesia. 1995. SNI 06-3736-1995: Natrium Karboksimetil Selulosa Teknis. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI, Standar Nasional Indonesia. 1998. SNI 06 4558-1998: Cara Uji Viskositas Natrium Karboksimetil Selulosa. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI, Standar Nasional Indonesia. 2008. SNI 0492-2008: Pulp dan kayu- Cara uji kadar lignin-metode klason: Badan Standardisasi Nasional.
- Wijayani. 2005. Karakterisasi Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Enceng Gondok (Eichorniacrassipes (Mart) Solm), A Review: *Indo. J. Chem.*, 2005, 5(3), 228-231).
- Yuanisa, A. 2015. Pretreatment Lignoselulosa Batang Kelapa Sawit Dengan Metode Microwave Sebagai Upaya Pembuatan Bioetanol Generasi Kedua. Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. FTP UB. Malang