

PENGARUH KONSENTRASI NaOH DAN SUHU TERHADAP KARAKTERISTIK CARBOXY METHYL CELLULOSE DARI SABUT KELAPA MUDA

Sari Purnavita*, Mumpuni Asih Pratiwi, Bonfilio Risalvin Bayu Pradana

Program Studi Teknik Kimia, Politeknik Katolik Mangunwijaya

Jl. Sriwijaya 104, Semarang 50242

E-mail: saripurnavita.2018@gmail.com

Abstract

The abundance of coconut production in Indonesia has been potential to produce coconut fiber waste which can have an impact on environmental pollution. Coconut fiber which has a cellulose content 43,55% can be used as raw material for carboxy methyl cellulose (CMC). CMC can be made from celluloses through alkalization and etherification reactions. This research aims to determine the effect of NaOH concentration (14, 20, 25, 30, and 35%) and reaction temperature (45 and 55°C) on CMC characteristics including solubility, viscosity, pH and degree of substitution (DS). The research results showed that the NaOH concentration and reaction temperature had an impact on solubility, viscosity, and DS, but had no impact pH. The best results were obtained when the NaOH concentration was 35% and the reaction temperature was 55°C.

Keywords : coconut fiber, alkalization, etherification, CMC

Abstrak

Melimpahnya produksi kelapa di Indoonesia berpotensi menghasilkan limbah sabut kelapa yang dapat berdampak pada pencemaran lingkungan. Sabut kelapa yang memiliki kandungan selulose 43,44% dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku carboxy methyl cellulose (CMC). CMC dapat dibuat dari sellulose melalui reaksi alkalisasi dan eterifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi NaOH (15, 20, 25, 30 dan 35%) dan suhu reaksi (45 dan 55°C) terhadap karakteristik CMC yang meliputi kelarutan, viskositas, pH dan derajat substitusi (DS). Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi NaOH dan suhu reaksi berpengaruh terhadap kelarutan, viskositas dan derajat substitusi, namun tidak berpengaruh terhadap pH. Hasil terbaik diperoleh pada perlakuan kadar NaOH 35% dan suhu reaksi 55°C.

Kata Kunci : sabut kelapa, alkalisasi, eterifikasi, CMC.

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kelapa terbesar di dunia. Pada tahun 2022 [1], diperkirakan produksi kelapa di Indonesia mencapai 2,86 juta ton.

Dengan kapasitas produksi kelapa di Indonesia yang cukup besar, dihasilkan juga limbah berupa sabut kelapa yang cukup besar dan berpotensi menjadi salah satu pencemar lingkungan sehingga patut untuk diperhatikan. Sabut kelapa mengandung selulose sebesar 43,44% [2], sehingga memiliki potensi ekonomi untuk dimanfaatkan.

Selulose merupakan bioplimer yang keberadaannya sangat melimpah, terdapat pada serat tumbuhan baik ranting, batang, daun maupun akar. Tiap monomer selulose memiliki dua gugus hidroksil (OH) yang memiliki afinitas yang kuat terhadap air namun tidak larut dalam air karena membentuk ikatan hidrogen dengan gaya tarik menarik yang kuat. Selulose dapat diderivatisasi secara kimiawi menjadi produk kimia yang memiliki nilai ekonomi, seperti Carboxy Methyl Cellulose [3].

Carboxy Methyl Cellulose (CMC) merupakan derivat selulose yang dibuat melalui reaksi alkalisasi dan eterifikasi. Alkalisasi dilakukan menggunakan larutan NaOH yang berfungsi mengaktifkan gugus hidroksil dari selulose, memutuskan ikatan hidrogen, dan mengembangkan molekul selulose. Pelarut organik (iso propil alcohol) berperan sebagai medium reaksi yang bersifat inert supaya reaksi alkalisasi dan karboksimetilasi dapat berjalan serentak serta dapat meningkatkan derajat substitusi. Reagen monokloroasetat digunakan pada tahap karboksimetilasi sehingga terjadi reaksi eterifikasi. Pada reaksi eterifikasi terjadi pelekatan gugus karboksilat pada struktur selulose [4]. CMC berbentuk butiran atau serbuk, bersifat biodegradable, tidak berbau, tidak beracun, tidak berwarna, larut dalam air namun tidak larut dalam pelarut organik. Kelarutan, viskositas dan derajat substitusi merupakan sifat penting dari CMC. CMC digunakan sebagai pengental, penstabil emulsi dan pengikat [5].

Sintesis CMC dari berbagai limbah pertanian yang merupakan sumber selulosa telah dilakukan antara lain dari sabut kelapa sawit [6], batang pisang *cavendis* [7], kulit durian [8], eceng gondok [9], dan lantana camara [10]. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa perlakuan variasi konsentrasi NaOH berpengaruh terhadap karakteristik selulosa yang dihasilkan. Faktor-faktor lain yang berpengaruh pada proses sintesis CMC adalah suhu dan waktu [11]. Penelitian tentang sintesis CMC dari sabut kelapa muda belum pernah dilakukan sedangkan ketersediaannya sangat melimpah. Selain memiliki kandungan selulosa cukup tinggi, belum ada penelitian yang mempelajari optimasi faktor konsentrasi NaOH dan suhu terhadap karakteristik CMC dari sabut kelapa muda. Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kondisi proses (suhu dan konsentrasi NaOH) optimum untuk mensintesis sabut kelapa muda menjadi CMC alami.

2. Metode Penelitian

Alat yang digunakan dalam pembuatan CMC meliputi neraca digital, *chopper blender* (Miyako CH-501), bejana plastic, *magnetic stirrer hotplate* (model SH-03), kain saring, kertas pH universal, *glassware*, pengaduk kayu, thermometer, screen 80 mesh, viscosimeter, klem, statif dan buret

Bahan yang digunakan meliputi sabut kelapa muda, air, NaOH, H₂O₂, IPA, etanol, asam asetat, NaMCA, H₂SO₄, dan indikator PP

Penelitian dilakukan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dimana variabel bebasnya adalah konsentrasi NaOH dan suhu serta dilakukan pengulangan sebanyak dua kali. Rancangan penelitian pembuatan dan karakterisasi CMC dari sabut kelapa muda disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan Penelitian Pembuatan CMC dari Sabut Kelapa Muda

Variabel bebas		Variabel Tetap	Variabel Terikat
Kadar NaOH (%)	Suhu (°C)		
15	45	Jumlah sabut kelapa	Kelarutan
20		Waktu Pemanasan	Viskositas
25	55	Suhu Pemanasan	pH
30		Kecepatan Pengadukan	Derajat Substitusi
35		Waktu Pengadukan	

Prosedur percobaan sebagai berikut:

a. Pembuatan Serbuk Sabut Kelapa

Sabut buah kelapa yang diambil ± 1 cm di bawah lapisan luarnya (*epicarp*). Lima puluh gram sabut kelapa dicuci dan dibersihkan, kemudian ditambah 100 ml air, dan dihaluskan menggunakan chopper selama 3 menit sampai terbentuk bubur. Bubur yang terbentuk dicuci kemudian disaring untuk memisahkan selulose dari air. Selulose yang diperoleh dikeringkan menggunakan oven pada suhu 100°C hingga kering. Terhadap sabut kelapa kering dilakukan *size reduction* dilanjutkan *screening* menggunakan *screen* ukuran 80 mesh.

b. Delignifikasi dan Bleaching

Proses delignifikasi dilakukan dengan cara mencampurkan 100 g serbuk kering sabut kelapa muda dengan larutan NaOH 10% menggunakan perbandingan masa 1:10. Campuran dipanaskan pada suhu 95-100°C selama 1 jam dilanjutkan dengan proses pencucian hingga pH netral. Serbuk sabut kelapa kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 70°C selama 4 jam. Terhadap serbuk sabut kelapa dilakukan proses *bleaching* menggunakan H₂O₂ 30% dengan perbandingan masa 1:10 pada suhu 90°C selama 1 jam. Setelah itu dilakukan proses pencucian hingga pH netral, kemudian dilakukan proses pengeringan menggunakan oven pada suhu 70°C selama 4 jam.

c. Proses Pembuatan CMC

Proses pembuatan CMC dilakukan dalam dua tahap, yaitu alkalisasi dan karboksimetilasi. Pada proses alkalisasi, 3 g serbuk sabut kelapa dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambah 60 ml iso propil alcohol (IPA), 7,5 ml etanol dan larutan NaOH dengan kadar sesuai dengan variabel yang telah ditentukan (15, 20, 25, 30, dan 35%). Campuran diaduk menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu 30°C selama 1 jam. Pada proses karboksimetilasi, larutan hasil alkalisasi ditambah dengan NaMCA sebanyak 3 g, kemudian diaduk dan dipanaskan sesuai variabel (45°C dan 55°C) selama 3,5 jam. Campuran kemudian didinginkan dan disaring. Kristal yang diperoleh dicek pHnya dan dilakukan penetralan menggunakan asam asetat dilanjutkan dengan pencucian menggunakan etanol. Kristal yang diperoleh dikeringkan dan ditimbang serta dilakukan karakterisasi yang meliputi uji kelarutan, viskositas, pH dan derajat substitusi.

3. Hasil dan Pembahasan

a. Uji Kelarutan

Uji kelarutan terhadap CMC dilakukan dengan menggunakan dua jenis pelarut dengan nilai kepolaran yang berbeda, yaitu air dan etanol yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Kelarutan CMC

Kadar NaOH (%)	Suhu (°C)	Kelarutan Dalam	
		Etanol	Air
15	45	-	+
20	45	-	+
25	45	-	+
30	45	-	+
35	45	-	+
15	55	-	+
20	55	-	+
25	55	-	+
30	55	-	+
35	55	-	+

Berdasarkan data hasil percobaan menunjukkan bahwa CMC hasil penelitian untuk semua perlakuan dapat larut dalam air namun tidak larut dalam etanol. Hasil ini sesuai dengan yang dipersyaratkan oleh Depkes RI (2014).

b. Uji Viskositas

Uji viskositas CMC digunakan untuk mengetahui tingkat kelarutan CMC dalam membentuk larutan koloidal yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Viskositas CMC

Kadar NaOH (%)	Suhu (°C)	Viskositas (detik)
15	45	52
20	45	73
25	45	195
30	45	307
35	45	60
15	55	40
20	55	94
25	55	138
30	55	436
35	55	445

Perlakuan dengan kadar NaOH 35% dengan suhu 55°C memiliki nilai viskositas tertinggi yaitu dengan waktu 445 detik.

c. Uji pH

Uji pH CMC bertujuan untuk mengetahui keamanan CMC jika digunakan sebagai bahan baku untuk suatu produk yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Uji pH CMC

Kadar NaOH (%)	Suhu (°C)	pH
15	45	7
20	45	7
25	45	7
30	45	7
35	45	7

15	55	7
20	55	7
25	55	7
30	55	7
35	55	7

Hasil penelitian menunjukkan semua CMC memiliki nilai pH =7, artinya semua produk CMC hasil penelitian aman digunakan.

d. Uji Derajat Substitusi

Derajat Substitusi (DS) adalah perbandingan antara gugus hidroksil yang tersubstitusi oleh gugus karboksi dari Sodium Mono Chloro Acetat (NaMCA) yang disajikan pada Tabel 5.

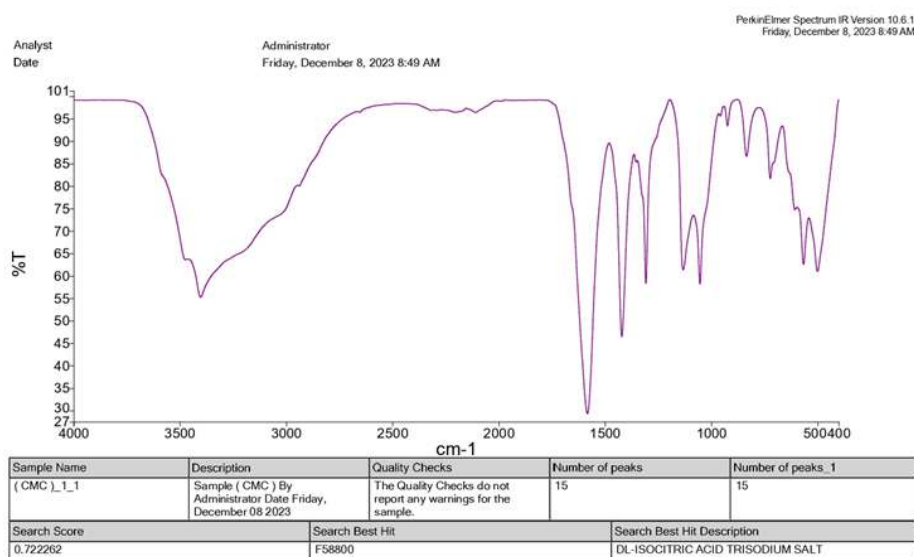
Tabel 5 Hasil Uji DS

Kadar NaOH (%)	Suhu (°C)	DS
15	45	0,392
20	45	0,450
25	45	0,598
30	45	0,671
35	45	0,775
15	55	0,658
20	55	0,743
25	55	0,661
30	55	0,761
35	55	0,926

Pada Tabel 5 nampak bahwa derajat substitusi mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan konsentrasi NaOH, karena peningkatan konsentrasi NaOH akan meningkatkan tingkat pengembangan selulosa sehingga memudahkan reaksi eterifikasi [4]. Derajat substitusi mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan suhu sampai suhu maksimal, karena kenaikan suhu akan meningkatkan kecepatan reaksi eterifikasi. Kombinasi perlakuan konsentrasi NaOH 35% dan suhu 55°C menghasilkan CMC dengan derajat substitusi tertinggi, yaitu 0,926.

e. Uji FTIR

Hasil dari analisis menggunakan FTIR menunjukkan bahwa terdapat gugus fungsi yang hanya terdapat pada CMC. Adanya gugus fungsi tersebut menunjukkan bahwa proses sintesis CMC telah berhasil dilakukan. Gugus fungsi tersebut ditunjukkan pada puncak 1583,32 cm^{-1} yang menunjukkan ada gugus karboksil (C=O). Gugus tersebut merupakan gambaran adanya garam karboksilat yang dihasilkan oleh proses karboksimetilasi dengan menambahkan NaMCA. Hasil Uji FTIR CMC disajikan pada Gambar 1



Gambar 1 Hasil Uji FTIR CMC

4. Kesimpulan

Dari hasil karakterisasi menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH dan suhu reaksi berpengaruh terhadap kelarutan, viskositas dan derajat substitusi CMC yang dihasilkan namun tidak berpengaruh terhadap pH. Hasil uji FTIR menunjukkan bahwa proses sintesis CMC telah berhasil dilakukan. Hal ini ditunjukkan pada puncak 1583,32 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus karboksil (ikatan C=O).

Referensi

- [1] Anonim (2022). *Outlook Komoditas Perkebunan Kelapa*. Pusat Data dan Informasi Pertanian, Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian, doi: <https://satudata.pertanian.go.id/datasets/publikasi>
- [2] Ayuni, N.P.S. dan Hastini, P.N. (2020). Studi Pembuatan Cat Tembok Emulsi dengan Menggunakan Kapur sebagai Bahan Pengisi. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 9(2), 102-110. doi: <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v9i2>
- [3] Murdiansyah, R. dan Nugroho, N.M. (2022). Prarancangan Pabrik *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dari *Cellulose* Dengan Kapasitas 5.000 Ton/Tahun. *Skripsi*. Yogyakarta : Universitas Indonesia.
- [4] Ayuningtas, S., Desiyana, F.D., Siswarni, M.Z. (2017). Pembuatan Karboksimetil Selulosa dari Kulit Pisang Kepok Dengan Variasi Konsentrasi Natrium Hidroksida Natrium Monokloroasetat, Temperatur dan Waktu Reaksi. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 6(3):47-51. doi: <https://doi.org/10.32734/jtk.v6i3>
- [5] Agustriyono, F.R. dan Hasanah, A.N. (2016). Pemanfaatan Limbah Sebagai Bahan Baku Sintesis Karboksimetil Selulosa:Review. *Farmaka*, 14(3):87-94. doi: <https://doi.org/10.24198/jf.v14i3>
- [6] Pujokaroni, AS, Djagal WM, Yudi P. (2021). Sintesis dan Karakterisasi Sodium Karboksimetil Selulosa dari Serabut Kelapa Sawit. *Journal of Tropical AgriFood*. 3(2):101-113.

- [7] Adinugraha, MP, Marseno DW, Haryadi. (2005). Synthesis and characterization of sodium carboxymethylcellulose from cavendish banana pseudo stem (*Musa cavendishii* LAMBERT). *Carbohydrate Polymers*, 62:164-169.
- [8] Rachtanapun, P, Luangkamin S, Tanprasert K, Suriyatem R. (2012). Carboxymethyl Cellulose Film From Durian Rind. *LWT – Food Science and Technology*, 48:52-58.
- [9] Saputra, AH, Qadhayna L, Pitaloka AB. (2014). Synthesis and characterization of Carboxymethyl Cellulose (CMC) from water hyacinth using ethanol-isobutyl alcohol mixture as the solvents. *Internasional Journal of Chemical Engineering and Applications*, 5:36-40.
- [10] Varshney, VK, Gupta PK, Naithani S, Khullar R, Bhatt A, Soni PL. (2006). Carboxymethylation of α -cellulose isolated from *Latana camara* with respect to degree of substitution and rheological behavior. *Carbohydrate Polymers*, 63:40-45.
- [11] Sutha, KGG, I Wayan A, GP Ganda P. (2022). Pengaruh Suhu dan Waktu Proses Karboksimetilasi Terhadap Karakteristik Carboxymethyl Cellulose (CMC) dari Onggok Singkong. *Itepa: Jurnal Ilmu dan Teknonogi Pangan*. 11(3):533-541.