

Potensi Sumber Daya Alam Indonesia Sebagai Bahan Baku Alternatif Pembuatan *Carboxymethylcellulose – Natrium (CMC-Na)*: Review

The Potential of Indonesian Natural Resources as Alternative Raw Material for The Production of Carboxymethylcellulose – Sodium (CMC-Na): Review

Heka Mareta Nugraheni^{1*}, Khadijah², Djoko Santosa³

¹ Magister Ilmu Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

² Departemen Farmasetika, Fakultas Farmasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

³ Departemen Biologi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Corresponding author: Heka Mareta Nugraheni: Email: hekamaretanugraheni1993@mail.ugm.ac.id

Submitted: 25-01-2024

Revised: 05-02-2024

Accepted: 05-02-2024

ABSTRAK

Carboxymethylcellulose – Natrium (CMC-Na) merupakan salah satu senyawa turunan dari selulosa yang memiliki berbagai kegunaan baik pada bidang farmasi, tekstile, konstruksi dan makanan. CMC-Na dapat diperoleh dari bahan alam yang mengandung selulosa seperti batang tumbuhan, kayu, daun, kulit buah, tangkai maupun serabut. Berdasarkan banyaknya kegunaan dan berlimpahnya bahan alam sebagai bahan utama pembuatan CMC-Na menjadikan banyaknya penelitian terkait sintesis CMC-Na. Review artikel ini bertujuan untuk membahas potensi bahan alam sebagai bahan baku dalam pembuatan CMC-Na. Pencarian artikel dilakukan secara online melalui Google Scholar dengan katakunci tertentu untuk mendapatkan informasi terbaru yang dipublikasi pada tahun 2013 sampai tahun 2022. Proses sintesis CMC-Na melalui beberapa tahapan, yaitu delignifikasi, bleaching, alkalisasi dan karboksimetilasi. Disisi lain, terdapat beberapa faktor yang perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut, seperti proses ekstraksi selulosa, konsentrasi NaOH dan Natrium Monokloroasetat yang digunakan, serta waktu dan suhu. Faktor-faktor tersebut berperan penting dalam mempengaruhi kualitas CMC-Na yang dihasilkan, sehingga penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memastikan bahwa bahan alam yang tersedia melimpah di Indonesia dapat menghasilkan produk CMC-Na dengan kualitas yang baik.

Kata kunci : Bahan alam, sintesis, *Carboxymethyl Cellulose – Natrium (CMC-Na)*

ABSTRACT

Carboxymethylcellulose - Sodium (CMC-Na) is one of the compounds derived from cellulose which has various uses both in the pharmaceutical, textiles, construction and food. CMC-Na can be obtained from natural materials that containing cellulose such as plant stems, wood, leaves, fruit peels, stalks and fibers. Based on the many uses and abundance of natural material as the main ingredient for the manufacture of CMC-Na makes a lot of research related to the synthesis of CMC-Na. This review article aims to discuss the potential of natural materials as raw materials in the manufacture of CMC-Na. The article search was conducted online through Google Scholar with certain keywords to get the latest information published in the year. information published from 2013 to 2022. The process CMC-Na synthesis process through several stages, delignification, bleaching, alkalization and carboxymethylation. On the other hand, there are several factors that need further research, such as the cellulose extraction process, concentration of NaOH and Sodium Monochloroacetate used, as well as time and temperature. These factors play an important role in influencing the quality of CMC-Na produced, so further research is needed to ensure that the natural materials that are abundantly available in Indonesia can produce CMC-Na with good quality product.

Keywords: natural materials; synthesis; *Carboxymethyl Cellulose – Natrium (CMC-Na)*.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan ketersediaan bahan alam yang melimpah, baik bahan alam yang berasal dari darat maupun laut dan masih banyak yang belum tereksplorasi. Disisi lain, bahan alam yang mengandung selulosa dapat dimanfaatkan lebih lanjut sebagai bahan baku pembuatan *Carboxymethylcellulose – Natrium (CMC-Na)* yang merupakan salah satu bahan aditif dan

banyak digunakan pada berbagai bidang yaitu pada bidang industri, tekstil, konstruksi, pangan dan farmasi. Pada bidang farmasi, CMC-Na merupakan bahan eksepian yang dapat digunakan sebagai pengemulsi, pensuspensi, basis gel, dan pengikat pada pembuatan tablet. Beberapa bahan alam yang digunakan sebagai bahan baku sintesis CMC-Na adalah blimbah rumput laut, akteri *Acetobacter xylinum* dan bakteri *Actobacter* sp. RMG-2, kulit buah kakao, kulit kacang tanah, enceng gondok, jerami padi, kulit buah durian, kulit singkong, pelepah kelapa sawit, sisa baglog jamur tiram, rumput gajah, ampas tebu, dan umbi ganyong. Bahan alam tersebut berasal dari bakteri, tumbuhan dan juga limbah yang ada di Indonesia dan telah dilaporkan sebagai bahan baku pembuatan CMC-Na.

Kemudahan dalam memperoleh bahan alam yang digunakan menyebabkan sintesis CMC-Na menjadi salah satu topik penelitian yang banyak diminati dan terus dikembangkan untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang baik, ramah lingkungan dan juga harga yang terjangkau. Bahan baku yang digunakan merupakan sumber daya alam di Indonesia yang tersedia cukup banyak, dan beberapa merupakan limbah yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, sehingga topik sintesis CMC-Na dari bahan alam dapat juga mengatasi penemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah bahan alam dan juga berpotensi besar dalam memproduksi CMC-Na sintesis secara mandiri.

Sintesis CMC-Na terdiri dari beberapa proses, proses pertama yaitu delignifikasi yang bertujuan menghilangkan lignin dengan menggunakan larutan NaOH 4-30%, proses kedua adalah pemutihan atau yang biasa disebut dengan *bleaching* menggunakan larutan H₂O₂ atau Natrium HPO₃ dengan konsentrasi. Proses *bleaching* bertujuan untuk menghilangkan sisa lignin dari proses delignifikasi dan juga untuk pemutihan selulosa. Proses ketiga adalah alkalisasi menggunakan larutan NaOH dan proses terakhir adalah karboksimetilasi menggunakan Natrium Monokloroasetat. Sifat kimia dan fisika pada karakteristik CMC-Na sintetis yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh faktor suhu, waktu, konsentrasi penggunaan NaOH dan jumlah penambahan Natrium Monokloroasetat. Sehingga penelitian terkait sintesis CMC-Na terus berkembang untuk menghasilkan produk CMC-Na sintetis dengan kualitas yang baik.

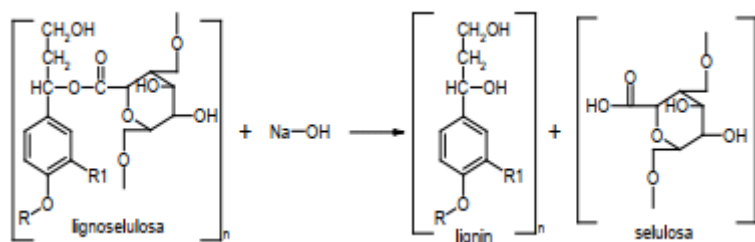
METODE

Pada artikel ini dilakukan pencarian secara online melalui "Google Scholar" dengan kata kunci "potensi sumber daya alam Indonesia", "bahan alam di indonesia", "selulosa", "ekstraksi selulosa", "sintesis CMC-Na", dan "karakterisasi". Artikel dibatasi pada bahan alam indonesia sehingga menggunakan artikel dari Indonesia yang diterbitkan antara tahun 2013 hingga 2022 dan telah dikonsultasikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Selulosa merupakan salah satu sumber daya alam yang melimpah di Indonesia yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan *Carboxymethylcellulose* - Natrium (CMC-Na). Meskipun demikian, pemanfaatan selulosa masih memiliki kendala yang disebabkan oleh ikatan hidrogen intra dan antarmolekul yang kuat pada struktur selulosa (Dewanti, 2018). Selulosa adalah zat berserat, keras, tidak larut dalam air serta terlindungi oleh lignin dan hemiselulosa yang banyak di jumpai pada tumbuhan kayu. Namun seiring dengan kemajuan teknologi, selulosa dapat ditemukan pada kulit buah, biji, akar, bakteri, dan daun. Selulosa murni dapat diperoleh dari serbuk sampel yang sudah melalui tahap preparasi untuk menghilangkan kotoran dan didapatkan serbuk sampel yang kering. Preparasi sampel meliputi pencucian, pengeringan dan juga penggilingan. Hasil penelusuran preaparasi sampel dapat dilihat pada Tabel I. Serbuk sampel yang dihasilkan dilanjutkan ke tahap ekstraksi selulosa dengan proses delignifikasi menggunakan NaOH konsentrasi 3-40%. Penggunaan NaOH bertujuan memecah struktur lignin untuk melepaskan selulosa dari ikatannya. Ion hidroksil (OH⁻) yang dilepaskan dari NaOH akan memutus ikatan dari struktur dasar lignin, sedangkan ion natrium (Na⁺) akan berikatan dengan lignin membentuk senyawa natrium fenolat yang berwarna hitam dan mudah larut. Konsentrasi NaOH, rasio serbuk:NaOH (b/v), suhu dan waktu yang digunakan dapat mempengaruhi selulosa yang dihasilkan (Cahyani et al., 2022). Hasil penelusuran ekstraksi selulosa dapat dilihat pada Tabel II.

Hasil delignifikasi selulosa digunakan sebagai bahan baku sintesis *Carboxymethylcellulose* - Natrium (CMC-Na). Tahapan sintesis CMC-Na yaitu proses alkalisasi menggunakan NaOH dan pelarut



Gambar 1. reaksi delignifikasi selulosa dengan larutan NaOH

Tabel I. Preparasi sampel

Bahan Alam	Preparasi sampel	Pustaka
Limbah Rumput Laut	-	(Wekridhany et al., 2016)
Bakteri <i>A.xylinum</i> dan <i>Actobacter</i> sp. RMG-2	Bakteri dikeringkan menggunakan <i>freeze drying</i>	(Melliawati & Djohan, 2013)
Kulit Buah Kakao	Blashing 10 menit pada suhu 90°C, residu dimasukkan pengering kabinet selama 12 jam	(Gatot S. Hutomo, 2012)
Kulit Kacang Tanah	Dicuci dengan air mengalir, dijemur dibawah sinar matahari	(Coniwanti et al., 2015)
Enceng Gondok (Jatinangor dan Lembang)	Dicuci dengan air mengalir, dijemur dibawah sinar matahari selama 5-7 hari, serbuk kering di oven pada suhu 95°C selama 12 jam.	(Indriyati et al., 2016)
Jerami Padi	Dicuci dengan air, dipotong dan dikeringkan di oven pada suhu 60°C selama 36 jam.	(Nur & Muzakkar, 2016)
Kulit Buah Durian	Dicuci dengan air mengalir, dipotong dan dijemur dibawah sinar matahari. Setelah diayak kemudian di oven selama 1 jam pada suhu 60°C	(Safitri et al., 2017)
Kulit Singkong	Dicuci dengan air mengalir, dijemur dibawah sinar matahari	(Setiawan et al., 2017)
Pelepah Kelapa Sawit	Pelepah dikuliti, dipotong sebesar korek api, dan dikeringkan. Setelah diayak kemudian di oven selama 1 jam pada suhu 60°C	(Ferdiansyah et al., 2017)
Tandan Kosong Kelapa Sawit Sisa Baglog Jamur Tiram	Sisa baglog jamur tiram dari tandan kosong kelapa sawit setelah digunakan selama 5 bulan	(Dewanti, 2018)
Bambu Betung	Serbuk sampel dicuci dengan air dan dikeringkan selama 8 jam pada suhu 60°C. Dilakukan maserasi menggunakan 2 liter N-heksana-etanol (perbandingan 2:1) selama 24 jam, disaring dan residu di keringkan pada suhu ruang selama 24 jam.	(Suryadi et al., 2019)
Daun Nanas	Sampel dijemur dibawah sinar matahari sampai kering, digiling dan diayak dengan pengayak mesh 60, dioven selama 1 jam pada suhu 60°C.	(Hossain et al, 2015)
Enceng Gondok	Sampel dicuci, dipotong kecil, dijemur dibawah sinar matahari langsung, digiling dan diayak menggunakan mesh 100.	(Indriyati et al., 2016)
Rumput Gajah	Sampel dipotong dan dijemur sampai kering. Setelah diayak kemudian di oven selama 1 jam pada suhu 60°C	(Rahim et al., 2021)

Tabel I. Preparasi sampel (*Continued*)

Bahan Alam	Preparasi sampel	Pustaka
Serabut Kelapa Sawit	Sampel dipotong kecil, dijemur dibawah sinar matahari langsung, digiling dan diayak menggunakan mesh 80.	(Pujokarone et al., 2022)
Ampas Tebu	Sampel dikeringkan dibawah sinar matahari selama 2 hari	(Rahmasari et al., 2022)
Umbi Ganyong	Sampel dicuci, diparut hingga menjadi bubur, didiamkan ±1 jam hingga mendapatkan residu berupa pati, di jemur hingga kering.	(Samah et al., 2022)
Kulit Buah Durian Mentega	Sampel dicuci, dipotong kecil, dijemur dibawah sinar matahari langsung, digiling dan diayak menggunakan mesh 50.	(Nugraheni et al., n.d.)
Batang Pisang	Sampel dijemur dibawah sinar matahari sampai kering, digiling dan diayak dengan pengayak mesh 60	(Santoso, 2020)
Kulit Pisang Kepok	Sampel dicuci, dipotong kecil, dijemur dibawah sinar matahari langsung, digiling dan diayak menggunakan mesh 100.	(Saputri Ayuningtiyas et al., 2017)

Tabel II. Ekstraksi Selulosa

Bahan Alam	Ekstraksi selulosa	Pengeringan	Kadar selulosa (%)
Limbah Rumput Laut	NaOH 55% rasio (1:10 b/v) suhu 100°C selama 3 jam. <i>Bleaching</i> : H ₂ O ₂ 6% rasio (1:4 b/v),	Dijemur dibawah sinar matahari, kemudian dioven suhu 105°C sampai berat konstan.	-
Bakteri <i>A.xylinum</i> dan <i>Actobacter</i> sp. RMG-2	-	Oven suhu 55°C	97,6 ; 98,7
Kulit Buah Kakao	-	Oven suhu 75°C (1, 2 dan 3jam)	-
Kulit Kacang Tanah	NaOH 10%, suhu 35°C selama 5 jam. Residu ditambahkan 100 ml akuades, 5 ml asam asetat 10% (v/v) dan 2 gram NaCl, suhu 75°C selama 1 jam, kecepatan pengadukan 500 rpm.	Oven suhu 50°C selama 16 jam.	64,42
Enceng Gondok (Jatinangor Dan Lembang)	NaOH 30% (1:40) 1jam. <i>bleaching</i> : NaOCl 12% selama 4 jam pada suhu kamar	Oven suhu 50°C hingga berat konstan.	-
Jerami Padi	NaOH 12%, 120 menit, suhu 120°C, 5 ml asam asetat glasial 10% dan 10 gram NaCl. <i>Bleaching</i> : 50 ml NaoCl 6%, suhu 60°C selama 180 menit, residu ditambahkan 250 ml Na.metabisulfit 3% dan 20 ml aquadest, suhu 60°C selama 3 jam	Oven suhu 70°C selama 24 jam	-
Kulit Buah Durian	NaOH 10%, 24 jam dengan variasi rasio (1:10; 1:15; dan 1:20 b/v). <i>Bleaching</i> : natrium hipoklorit 5% selama 1,5 jam.	Oven suhu 60°C sampai berat konstan	-

Tabel II. Ekstraksi Selulosa (*Continued*)

Bahan Alam	Ekstraksi selulosa	Pengeringan	Kadar selulosa (%)
Kulit Singkong	NaOH 10%, suhu 35°C selama 5 jam, asam asetat glasial 10% dan NaCl, suhu 75°C selama 1 jam.	-	-
Pelepah Kelapa Sawit	NaOH 10% selama 24 jam. NaOCl 5% selama 3 jam. Residu dicuci dengan akuades mendidih hingga bau kaporit hilang. Disaring dan didapatkan residu selulosa.	Oven suhu 60°C sampai berat konstan	-
Tandan Kosong Kelapa Sawit Sisa Baglog Jamur Tiram	NaOH 10% (1:2) dipanaskan hingga mendidih, didiamkan selama 1 jam. <i>Bleaching</i> : NaOCl 5% dengan perbandingan (1:10) direndam selama 3 jam hingga berwarna putih.	Oven suhu 60°C selama 24 jam.	80,20
Bambu Betung	2,67 liter asam nitrat 3,5%, suhu 90°C selama 2 jam. Residu dicampurkan 2 L NaOH 2% dan Natrium sulfida 2% selama 1 jam pada suhu 50°C. <i>Bleaching</i> : natrium hipoklorit 3,5% (1:1) hingga mendidih selama 10 menit.	Oven suhu 60°C selama 3 jam	-
Daun Nanas	NaOH 20% (rasio 1:20 b/v), suhu 100°C selama 3 jam. Asam asetat glasial 10%, NaCl, NaOCl 10% suhu 60°C selama 3 jam. Residu ditambahkan Na.Metabisulfit 3%, suhu 60°C selama 3 jam.	Oven suhu 70C selama 24 jam. Sampel diblender dan diayak dengan ayakan mesh 60.	-
Enceng Gondok	Pelarut toluena-etanol (2:1), NaOH 175%, suhu 80°C selama 4 jam. <i>Bleaching</i> : NaOCl 1% selama 3 jam pada suasana asam	Bantuan sinar matahari dan diangin-anginkan selama 2 hari	-
Rumput Gajah	NaOH 10% (1:10) selama 24 jam. <i>Bleaching</i> : Na.hipoklorit 5% selama 3 jam.	Oven suhu 60°C sampai berat konstan	-
Serabut Kelapa Sawit	NaOH (5; 7,5; 10; 12,5; 15; 17,5%), suhu 100, selama 3,5 jam. Ditambahkan 25 ml asam asetat glasial, 10 gram NaCl, suhu 60C selama 1 jam. <i>Bleaching</i> : ¹ NaOCl 12%, aquadest, suhu 60°C selama 3 jam. ² Na-Bisulfit 3%, aquadest, suhu 60 selama 3 jam.	Cabinet dryer suhu 50°C selama 8 jam	5% ±60,97; 7,5% ±61,96; 10% ±61,99; 12,5% ±62,3; 15% ±63,34; 17,5% ±61,47
Ampas Tebu	NaOH 10%, suhu 100°C selama 2 jam, kecepatan pengadukan 200 rpm. <i>Bleaching</i> : 1 L H ₂ O ₂ 2%, 125 ml NaOCl 5%, suhu 60°C selama 2 jam.	Oven suhu 105°C selama 1 jam	82,83

yang paling umum digunakan adalah etanol dan isopropanol yang berfungsi sebagai agen pengembang dilutan yang dapat menyebabkan peningkatan penetrasi difusi kedalam struktur selulosa. selanjutnya proses karboksimetilasi menggunakan garam monokloroasetat yang menghasilkan produk samping natrium glikolat dalam suasana basa, sehingga perlu penghilangan

Tabel II. Ekstraksi Selulosa (*Continued*)

Bahan Alam	Ekstraksi selulosa	Pengeringan	Kadar selulosa (%)
Umbi Ganyong	1 L HNO ₃ 3,5% yang mengandung 10 mg NaNO ₂ direndam selama 2 jam pada suhu 80°C. Residu ditambahkan 375 ml NaOH 2% dan 375 ml natrium sulfit 2%, suhu 50°C selama 1 jam. <i>Bleaching</i> : 500ml natrium hipokorit 1,75%, 30 menit, suhu 100°. Residu ditambahkan NaOH 17,5%, suhu 100°C selama 5 menit.	Oven suhu 60°C dan disimpan didesikator	-
Kulit Buah Durian Mentega	NaOH 10% (rasio 1:10 b/v) selama 24 jam. <i>Bleaching</i> : residu ditambahkan H ₂ O ₂ 10% direndam 24 jam.	Oven suhu 50°C selama 16 jam	-
Batang Pisang	Asam formiat 90%, H ₂ O ₂ 5%, aquadest, suhu 100°C selama 180 menit, diaduk dengan kecepatan 300 rpm.	Oven suhu 105°C selama 180 menit, kemudian dihaluskan menggunakan blender	61,193
Kulit Pisang Kepok	10 gram ditambah 160 ml aquadest, 2 ml asam asetat glasial, suhu 70°C selama 3 jam.	Oven suhu 105°C sampai berat konstan	-

Tabel III. Sintesis *Carboxymethyl Cellulose - Natrium* (CMC-Na)

Bahan Alam	Proses Sintesis CMC-Na	Pengeringan
Limbah Rumput Laut	50 g selulosa, isopropyl alcohol 85% (rasio 1:12 b/v), NaOH (rasio 1/1,5; 1/3; 1/3,5; ¼; 1:4,5; 1:5 b/b), waktu 2 jam,	Oven suhu 50°C
Bakteri <i>A.xylinum</i> dan <i>Actobacter</i> sp. RMG-2	10g selulosa, 150 ml isopropanol, diasuk selama 15 menit pada suhu kamar, 40 ml NaOH 35%, diaduk 1 jam, 32g natrium monokloroasetat, suhu 55°C selama 4 jam.	Oven suhu 55°C
Kulit Buah Kakao	8g selulosa, 200 ml isopropanol, 25 ml etanol, 25 ml aquadest, NaOH 15% 20ml, waktu 1 jam, suhu 24°C. Penambahan 20 ml asam trikloroasetat (20 dan 30%) waktu 1, 2 dan 3 jam, suhu 75°C.	Oven suhu 60°C selama 4 jam
Kulit Kacang Tanah	6 g selulosa, 150 ml isopropil alkohol dan 20 ml NaOH (10%; 15%; 20%; 25%; 30% b/v), suhu 30°C selama 90 menit dengan kecepatan pengadukan 500rpm. Natrium kloroasetat 4 g; 6 g; 8 g; 10 g. suhu 70°C selama 4 jam.	Oven suhu 50°C
Enceng Gondok (Jatinangor Dan Lembang)	Selulosa, isopropil alkohol, NaOH 40%, natrium monokloroasetat, metanol 70%, asam asetat glasial (1:20:20:5:20:15), suhu 55°C selama 3,5 jam.	Oven suhu 60°C
Jerami Padi	5g selulosa, 100ml isopropanol, 20 ml NaOH 15% (suhu 60°C selama 1 jam), variasi natrium monokloroasetat 2, 4, 6 dan 8 gram (suhu 55°C selama 180 menit).	Abnet dryer suhu 70°C selama 24 jam
Kulit Buah Durian	5g selulosa, 100 ml aquadest, 10 l NaOH 30% (suhu 25°C, waktu 1 jam), variasi natrium kloroasetat 5, 6, 7, 8 dan 9 g (suhu 60-70°C, waktu 2 jam).	Oven suhu 60°C sampai berat konstan

Tabel III. Sintesis Carboxymethyl Cellulose – Natrium (CMC-Na) (Continued)

Bahan Alam	Proses Sintesis CMC-Na	Pengeringan
Kulit Singkong	Selulosa, NaOH 10-40%, isopropyl alkohol pada suhu 30°C selama 90 menit, sodium kloroasetat pada suhu 50-80°C selama 6 jam	Oven suhu 60°C selama 4 jam
Pelepah Kelapa Sawit	5g selulosa, 100ml aquadest, 10 ml NaOH 30% (diaduk selama 1 jam), variasi konsentrasi asam trikloroasetat 10, 20 dan 30% (suhu 55°C selama 3 dan 4 jam)	Oven suhu 60°C
Tandan Kosong Kelapa Sawit Sisa Baglog Jamur Tiram	Selulosa, 100 ml isopropanol (diaduk selama 15 menit), 20 ml NaOH 19% (1 jam pada suhu ruang), 7 g natrium monokloroasetat (suhu 55°C selama 3 jam)	Oven suhu 60°C
Bambu Betung	20 g selulosa, 600 l isopropyl alkohol, 67 ml NaOH 25% (diaduk dalam suhu ruang), 26 g natrium monokloroasetat (suhu 55°C selama 3 jam).	Oven suhu 55°C
Daun Nanas	5 gram selulosa, 100 ml Isopropanol, 20 ml NaOH (15, 30, dan 45%), suhu 25°C selama 4 jam. Variasi Na.Monokloroasetat (4, 5, 6, 7, 8 gram) suhu 55°C selama 180 menit. 100 ml metanol 24 jam, 100 ml asam asetat 90%	Oven suhu 70°C selama 24 jam. Sampel diblender dan diayak dengan ayakan mesh 60.
Enceng Gondok	Selulosa, pelarut Etanol:Isobutanol (80ml:20ml; 50ml:50ml; dan 20ml:80ml), selama 10 menit. NaOH 10% selama 1 jam pada suhu ruang, Na.Monokloroasetat, suhu 55°C selama 3,5jam. Dinetralkan dengan asam asetat glasial dan dibilas dengan etanol96%.	Oven suhu 70°C selama 4 jam
Rumput Gajah	5g selulosa, 100ml aquadest, 10 ml NaOH 30% (diaduk selama 1 jam), variasi konsentrasi asam trikloroasetat 10, 20 dan 30% (suhu 55°C selama 3 dan 4 jam)	Oven suhu 60°C
Serabut Kelapa Sawit	5g selulosa, 100ml isopropanol, 20ml NaOH (5, 10, 15 dan 20%), suhu 25C, selama 1 jam. Variasi Na.Monokloroasetat (3, 4, 5, 6, dan 7 g), suhu 55°C selama 3 jam. Asam asetat glasial 96%, alkohol 96%	Cabinet dryer suhu 50°C selama 8 jam
Ampas Tebu	5 g selulosa, 100ml isopropanol, 20 ml NaOH (5, 15, 25, 35 dan 45%), diaduk dengan kecepatan 200rpm, suhu 30°C selama 1 jam. 20ml asam trikloroasetat konsentrasi (15, 20 dan 25%) diaduk pada suhu 45°C selama 4 jam	Oven suhu 70°C selama 1 jam
Umbi Ganyong	20 g selulosa, 400 ml propanol, 50 ml etanol (diaduk selama 10 mnit), 22 g NaOH 30% (1 jam, suhu 24°C), 20 g natrium monokloroasetat (suhu 55°C, waktu 3,5 jam)	Oven suhu 60°C selama 4 jam
Kulit Buah Durian Mentega	4g selulosa, Aquadest, NaOH 20%, (rasio selulosa: Na.Monokloroasetat 1:1), suhu 60C selama 3 jam. Metanol selama 24 jam, Dinetralkan dengan asam asetat glasial .	Oven suhu 60°C hingga berat konstan (± 4 jam)
Batang Pisang	5g selulosa, 100ml isopropanol (70, 80, 90 dan 100%), 20 ml NaOH 15%, suhu 30°C, selama 60 menit dengan keepatan pengadukan 100 rpm. 20 ml asam trikloroasetat 20%, suhu 55°C selama 180 menit, asam asetat glasial 98%, etanol 96% 10ml.	Oven suhu 60°C hingga berat konstan

Tabel III. Sintesis Carboxymethyl Cellulose – Natrium (CMC-Na) (Continued)

Bahan Alam	Proses Sintesis CMC-Na	Pengeringan
Kulit Pisang Kepok	5g selulosa, 100ml aquadest, 10 ml NaO (10, 20, 25 dan 30%), diaduk selama 1 jam. Rasio selulosa:Na.Monokloroasetat (1:0,5; 1:1; 1:1,6 dan 1:2,3), variasi suhu (35, 40, 45, dan 50°C), variasi waktu (60, 120, 180 dan 240 menit), residu direndam 300ml aquadest selama 24jam dan dinetralkan engan asam asetat glasial.	Oven suhu 105°C sampai berat konstan

Tabel IV. Karakterisasi Carboxymethyl Cellulose – Natrium (CMC-Na)

Bahan Alam	pH	Derajat Subtitusi	Viskositas	Kadar Air	Kemurnian	FTIR
Limbah Rumput Laut	-	Rasio selulosa : NaOH 1:2,5 = 0,63 1:3 = 0,74 1:3,5 = 0,88 1:4 = 1,1 1:4,5 = 1,3 1:5 = 1,42	Rasio selulosa : NaOH 1:2,5 = 30,1 1:3 = 28,96 1:3,5 = 27,89 1:4 = 26,95 1:4,5 = 25,72 1:5 = 24,84	-	-	-
Bakteri <i>A.xylinum</i> dan <i>Actobacter</i> sp. RMG-2	7,24 ; 7,12	-	5,0 – 6 cp	6,27% ; 5,86%	-	Sama dengan CMC-Na komersial
Kulit Buah Kakao	7,86	0,10	6,33 cp	13,51%	-	-
Kulit Kacang Tanah	0,73	6,5	12,4 cP	-	-	Sama dengan CMC-Na Komersial
Enceng Gondok (Jatinangor Dan Lembang)	0,205 ; 0,141	6,72 ; 6,61	60 mPas ; 50 mPas	-	-	Sama dengan CMC-Na Komersial
Jerami Padi	10,55	0,31	1,44 cp	-	-	Sama dengan CMC-Na komersial
Kulit Buah Durian	-	1,632	-	-	-	-
Kulit Singkong	0,47	-	<10 dPa.s	-	76,6%	-
Pelepah Kelapa Sawit	0,76	8,32	7,8 cP	7,1%	92,62%	-
Tandan Kosong Kelapa Sawit	0,64	-	43 cP	-	73,40%	Tidak berbeda signifikan dengan CMC-Na komersial
Sisa Baglog Jamur Tiram	-	-	-	-	-	-

Tabel IV. Karakterisasi *Carboxymethyl Cellulose - Natrium* (CMC-Na) (Continued)

Bahan Alam	pH	Derajat Subtitusi	Viskositas	Kadar Air	Kemurnian	FTIR
Bambu Betung	0,7073	7,61	20,8 cP	5,88	-	Sama dengan CMC-Na komersial
Daun Nanas	7,9	0,83 pada NaOH 45% rasio (5:7)	1.58 mm ² /s pada NaOH 45% rasio (5:7)	13,41%	-	vibrasi (bilangan gelombang) yang mendekati bilangan gelombang karboksimetil selulosa komersial.
Enceng Gondok	(20:80) 6,5 (50:50) 5,9 (80:20) 5,6	(20:80) 0,8560 (50:50) 0,1703 (80:20) 0,4204	(20:80) 302 (50:50) 200 (80:20) 162,66	-	-	Sama dengan CMC-Na komersial
Rumput Gajah	-	0,839 (asam trikloroasetat 20%)	-	-	-	Sama dengan CMC-Na komersial
Serabut Kelapa Sawit	-	Semakin tinggi konsentrasi NaOH, maka semakin besar nilai derajat subtitusi, namun konsentrasi NaOH yang terlalu tinggi dapat menurunkan nilai derajat subtitusi	4,1 cps	11,83%	86,44%	Sama dengan CMC-Na komersial
Ampas Tebu Umbi Ganyong	7,02 0,81	0,82 8	- 7 cP	- 5%	99,8% 97,99%	- Hasil nilai transmisi CMC komersial lebih baik daripada CMC yang produksi pada penelitian

Tabel IV. Karakterisasi *Carboxymethyl Cellulose - Natrium (CMC-Na)* (Continued)

Bahan Alam	pH	Derajat Substitusi	Viskositas	Kadar Air	Kemurnian	FTIR
Kulit Buah Durian Mentega	7,2	0,78	-	-	-	Sama dengan CMC-Na komersial
Batang Pisang	3,8 – 4,8	0,831 pada isopropanol 100%	-	-	99,7% pada isopropanol 90%	-
Kulit Pisang Kepok	7,4	0,73 – 0,81	12,4 cps	-	-	Hasil nilai transmisi CMC komersial lebih baik daripada CMC yang produksi pada penelitian
Kulit Buah Durian Mentega	7,2	0,78	-	-	-	Sama dengan CMC-Na komersial
Batang Pisang	3,8 – 4,8	0,831 pada isopropanol 100%	-	-	99,7% pada isopropanol 90%	-
Kulit Pisang Kepok	7,4	0,73 – 0,81	12,4 cps	-	-	Hasil nilai transmisi CMC komersial lebih baik daripada CMC yang produksi pada penelitian
Kulit Buah Durian Mentega	7,2	0,78	-	-	-	Sama dengan CMC-Na komersial

produk samping dan penetralan produk. Reagen yang umum digunakan adalah metanol atau etanol dan asam asetat glasial.

Beberapa hasil penelitian sintesis CMC-Na menunjukkan bahwa karakteristik CMC-Na yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh jumlah penggunaan NaOH, jumlah natrium monokloroasetat, rasio selulosa:natrium monokloroasetat, waktu dan suhu pada proses reaksi. Nilai derajat substitusi memiliki pengaruh penting bagi karakteristik CMC-Na, dimana derajat substitusi dapat menentukan kelarutan dan viskositas CMC-Na (Jia et al., 2016). Sesuai (Rowe et al., 2009), nilai derajat substitusi CMC-Na yang baik berkisar 0,7-1,2. Semakin besar nilai derajat substitusi maka semakin tinggi viskositas CMC-Na. Gugus-gugus yang tersubstitusi dengan gugus metil menyebabkan CMC-Na lebih reaktif terhadap air sehingga mudah terdispersi dalam air. CMC-Na yang bersifat hidrofilik akan menyerap air dan membentuk larutan koloidal (Coniwanti et al., 2015). Berdasarkan penelusuran pustaka yang telah dilakukan, proses sintesis CMC-Na dan karakteristiknya dapat dilihat pada Tabel III dan Tabel IV.

KESIMPULAN

Bahan alam di Indonesia sangat berpotensi dan dapat dimanfaatkan sebagai baha baku pembuatan *Carboxymethylcellulose - Natrium* (CMC-Na). Namun perlu dilakukan optimasi pada setiap tahapan baik proses ekstraksi selulosa maupun sintesis CM-Na, karena CMC-Na yang dihasilkan dipengaruhi banyak faktor, seperti varietas bahan baku, lokasi pengambilan bahan baku, preparasi sampel, konsentrasi NaOH, rasio NaOH:sampel (b/v), jumlah Natrium Monokloroasetat, suhu, dan waktu pada proses ekstraksi selulosa dan sintesis CMC-Na.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Beasiswa Pendidikan Indonesia (BPI) di lingkungan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia (Kemendikbud RI) yang didanai oleh Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP).

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyani, Intan, Lukitaningsih, Endang, Adhyatmika, A., & Sulaiman, T. Saifullah. (2022). Preparation and Characterization of Microcrystalline Cellulose for Pharmaceutical Excipient: A Review. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 6(10), 1570–1575. <https://doi.org/10.26538/tjnpr/v6i10.3>
- Coniwanti, P., Dani, M., & Daulay, Z. S. (2015). PEMBUATAN NATRIUM KARBOKSIMETIL SELULOSA (Na-CMC) DARI SELULOSA LIMBAH KULIT KACANG TANAH. 21(4).
- Dewanti, D. P. (2018). Potensi Selulosa dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Bahan Baku Bioplastik Ramah Lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1), 81. <https://doi.org/10.29122/jtl.v19i1.2644>
- Ferdiansyah, M. K., Marseno, D. W., & Pranoto, Y. (2017). Optimasi Sintesis Karboksi Metil Selulosa (CMC) dari Pelepah Kelapa Sawit Menggunakan Response Surface Methodology (RSM). *AgriTech*, 37(2), 158. <https://doi.org/10.22146/agritech.25363>
- Gatot S. Hutomo. (2012). Synthesis and characterization of sodium carboxymethylcellulose from pod husk of Cacao (*Theobroma cacao* L.). *African Journal of Food Science*, 6(6). <https://doi.org/10.5897/AJFS12.020>
- Indriyati, W., Kusmawati, R., Sriwidodo, S., Hasanah, A. N., & Musfiroh, I. (2016). Karakterisasi Carboxymethyl Cellulose Sodium (Na-CMC) dari Selulosa Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.) yang Tumbuh di Daerah Jatiningor dan Lembang. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 3(3), 99. <https://doi.org/10.15416/ijpst.v3i3.9582>
- Jia, F., Liu, H., & Zhang, G. (2016). Preparation of Carboxymethyl Cellulose from Corncob. *Procedia Environmental Sciences*, 31, 98–102. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.02.013>
- Melliawati, R., & Djohan, A. C. (2013). Analisis Karboksimetil Selulosa Dari Bakteri *Acetobacter Xylinum* Dan *Acetobacter* SP. Rmg-2 [Analysis of Carboxymethyl Cellulose From *Acetobacter Xylinum* and *Acetobacter* SP. Rmg-2 Bacteria]. *Berita Biologi*, 12(3), 60667. <https://doi.org/10.14203/beritabiologi.v12i3.642>
- Nugraheni, H. M., Mulyati, T. A., & Badriyah, L. (n.d.). PEMANFAATAN LIMBAH KULIT BUAH DURIAN MENTEGA SEBAGAI CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC).
- Nur, R., & Muzakkar, M. Z. (2016). SINTESIS DAN KARAKTERISASI CMC (CARBOXYMETHYL CELLULOSE) YANG DIHASILKAN DARI SELULOSA JERAMI PADI. 1(3).
- Pujokaroni, A. S., Marseno, D. W., & Pranoto, Y. (2022). Sintesis dan karakterisasi sodium karboksimetil selulosa dari serabut kelapa sawit. *Journal of Tropical AgriFood*, 3(2), 101. <https://doi.org/10.35941/jtaf.3.2.2021.6656.101-113>
- Rahim, E. A., Turumi, G. S., Bahri, S., Jusman, & Syamsuddin. (2021). Pemanfaatan Selulosa dari Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) pada Sintesis Karboksimetil Selulosa (CMC): [Utilization of Cellulose from *Pennisetum purpureum* at The Synthesis of Carboxy Methyl Cellulose (CMC)]. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 7(2), 146–153. <https://doi.org/10.22487/kovalen.2021.v7.i2.14227>
- Rahmasari, E., Zamhari, M., & Silviyati, I. (2022). Plastik Biodegradable Berbasis Carboxymethyl Cellulose dari Ampas Tebu. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia*, 2(9), 385–391. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.205>

- Rowe, R. C., Sheskey, P. J., & Quinn, M. E. (2009). *Handbook of pharmaceutical excipients* (6th ed). Pharmaceutical press.
- Safitri, D., Rahim, E. A., Prismawiryanti, P., & Sikanna, R. (2017). SINTESIS KARBOKSIMETIL SELULOSA (CMC) DARI SELULOSA KULIT DURIAN (*Durio zibethinus*). *KOVALEN*, 3(1), 58. <https://doi.org/10.22487/j24775398.2017.v3.i1.8234>
- Samah, S. D., Futery, R., Putri, G. R., & Armin, M. I. (2022). Karakterisasi Kimia CMC (Carboxymethyl Cellulose) Umbi Ganyong. *REACTOR: Journal of Research on Chemistry and Engineering*, 3(2), 72. <https://doi.org/10.52759/reactor.v3i2.61>
- Santoso, R. (2020). PENGARUH KONSENTRASI ISOPROPANOL TERHADAP KARAKTERISTIK KARBOKSIMETIL SELULOSA DARI BATANG PISANG. *Inovasi Pembangunan: Jurnal Kelitbangan*, 8(03), 253. <https://doi.org/10.35450/jip.v8i03.189>
- Saputri Ayuningtiyas, Feni Dwi Desiyana, & Siswarni Mz. (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. <https://doi.org/10.32734/jtk.v6i3.1589>
- Setiawan, I., Lindawati, N. Y., & Amalia, B. (2017). OPTIMASI SINTESIS NATRIUM KARBOKSIMETIL SELULOSA DARI KULIT SINGKONG (*Manihot utilissima*) DAN PENGEMBANGANNYA SEBAGAI BAHAN GELLING AGENT. *Borneo Journal of Pharmascientech*, 1(2), Article 2. <https://doi.org/10.51817/bjp.v1i2.100>
- Suryadi, H., Sutriyo S, S., & Fauziah, G. (2019). Characterization Sodium Carboxymethyl Cellulose from Alpha Cellulose Betung Bamboo (*Dendrocalamus asper*). *Pharmacognosy Journal*, 11(5), 894-900. <https://doi.org/10.5530/pj.2019.11.143>
- Wekridhany, G. A., Darni, Y., & DewiAgustina, I. (2016, January 5). *PENGARUH RASIO SELULOSA/NaOH PADA TAHAP ALKALINISASI TERHADAP PRODUKSI NATRIUM KARBOKSIMETILSELULOSA (Na-CMC) DARI RESIDU EUCHEUMA SPINOSSUM*. <https://www.semanticscholar.org/paper/PENGARUH-RASIO-SELULOSA-NaOH-PADA-TAHAP-TERHADAP-Wekridhany-Darni/9910b2b1694f1d0ec1c5077b4f5bac2477d108be>