

PEMANFAATAN LIMBAH SEBAGAI BAHAN BAKU SINTESIS KARBOKSIMETIL SELULOSA : REVIEW

Fenadya Rahayu Agustriono, Aliya Nur Hasanah

Fakultas Farmasi Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Bandung Sumedang km 21 Jatinangor 45363
Fnad139@gmail.com

ABSTRAK

Karboksimetil selulosa (CMC) merupakan senyawa turunan selulosa yang memiliki kegunaan luas, baik dalam bidang farmasi, pangan, maupun industri. Berdasarkan kegunaannya ini, CMC menjadi senyawa yang diminati dan banyak diteliti. Pencarian bahan baku pembuatan CMC dengan memanfaatkan limbah-limbah pun terus dikembangkan. Terdapat banyak sekali limbah yang melimpah ruah jumlahnya dan memiliki kandungan selulosa yang tinggi, namun pemanfaatannya belum maksimal dan terbuang percuma sehingga sangat potensial untuk dijadikan bahan baku dalam sintesis CMC. Artikel ini berisi ulasan dari 20 jurnal tentang pemanfaatan limbah sebagai bahan baku dalam sintesis CMC yang didapatkan melalui mesin pencari *online* "Google Scholar". Terdapat 25 jenis limbah yang telah berhasil dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam sintesis CMC. Namun masih banyak yang harus diteliti terkait hal – hal yang mempengaruhi kualitas CMC yang dihasilkan seperti proses pengekstrasian selulosa dari limbah, kadar NaOH serta monokloroasetat yang digunakan, dan waktu serta suhu pada saat sintesis sehingga proses pemanfaatan limbah sebagai bahan baku dalam sintesis CMC dapat menghasilkan produk sesuai yang diharapkan.

Kata Kunci: Karboksimetil selulosa, CMC, limbah, sintesis.

ABSTRACT

Carboxymethyl cellulose (CMC) is cellulose derivative compound which very useful, both in pharmaceutical, food, and industrial. Based on its usefulness, CMC becomes the compound of interest and researched. The prospecting of raw materials for CMC to utilize wastes are being developed constantly. There are a lot of wastes which is abundant and has high cellulose content, but not properly used. It makes them potentially used as raw materials for CMC synthesis. This article contains review of 20 journals about the use of waste as raw material for CMC synthesis that obtained through an online search engine "Google Scholar". But there is still much to be investigated related things that affect CMC quality such as cellulose extraction process, NaOH and monochloroacetic level used, time and temperature of synthesis so that the utilization of waste as raw material in CMC synthesis can produce good products.

Keywords: Carboxymethyl cellulose, CMC, waste, synthesis.

PENDAHULUAN

Karboksimetil selulosa (CMC) merupakan turunan selulosa yang memiliki peran penting dan berguna sebagai agen pengemulsi, agen pensuspensi dan sebagai

pengikat dalam pembuatan tablet (*binder*).

Oleh karena itu, CMC telah banyak digunakan di banyak bidang industri seperti tekstil, obat-obatan, makanan, elemen listrik, dan pembuatan kertas¹.

Berdasarkan kegunaannya yang luas, CMC menjadi salah satu senyawa yang banyak diteliti dan diminati dalam berbagai industri.

Sintesis CMC telah dipelajari sejak bertahun-tahun yang lalu. Pencarian bahan baku pembuatan CMC terus dikembangkan demi menghasilkan CMC dengan kualitas yang baik, harga ekonomis serta ramah lingkungan. Berdasarkan hasil penelitian, beberapa limbah telah dilaporkan memiliki kandungan selulosa yang tinggi dan melimpah ruah jumlahnya, serta pemanfaatannya belum maksimal sehingga limbah-limbah ini hanya terbuang percuma dan menyebabkan pencemaran lingkungan, sehingga perlu dilakukan suatu upaya agar limbah-limbah tersebut dapat dimanfaatkan dan diolah menjadi produk yang bermanfaat. Hal ini yang mendasari limbah-limbah tersebut sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan CMC.

Sifat fisik dan kimia dari CMC sangat ditentukan oleh derajat substitusi (DS), distribusi substituen dan derajat polimerisasi. Di antara sifat ini, DS

memiliki pengaruh lebih terhadap kemampuan CMC menyerap air, perilaku reologi serta viskositas larutan CMC yang akan dihasilkan¹. Oleh karena itu, profil DS dari CMC yang dihasilkan sangat penting untuk diketahui pada berbagai aplikasi CMC dalam industri².

POKOK BAHASAN

Sintesis CMC dilakukan melalui dua tahapan reaksi. Tahapan pertama yaitu alkalisasi selulosa yang telah diekstraksi dari limbah dengan menggunakan NaOH. Tahapan kedua yaitu eterifikasi dengan mereaksikan selulosa terhadap asam monokloroasetat.

Berdasarkan penelusuran pustaka, terdapat banyak limbah yang memiliki kandungan selulosa tinggi dan sangat berpotensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan CMC. Hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Kadar selulosa dan rendemen karboksimetil selulosa (CMC) hasil sintesis dari beberapa limbah yang digunakan sebagai bahan baku

Bahan Baku	Selulosa (%)	CMC (%)
Bungkil inti sawit ³	65,66	33,148
Daun kelapa sawit ⁴	-	170,1
Daun nanas ⁵	30,46	85,95
Eceng gondok ⁶	-	-
Kapas linter ⁷	96,2	-
Kayu <i>Eucalyptus globulus</i> ⁷	89,83	-
Kayu <i>Picea smithiana</i> ⁷	93,7	-
Kertas <i>sludge</i> ⁸	99,04	116,6
Kulit durian ⁹	64,72	66,71
Kulit jeruk bali ¹⁰	41,71	78
Kulit kakao ¹¹	-	141,6
Kulit labu ⁵	50,49	68,84
Kulit leci ¹²	40,82	47,38
Kulit lotkon ¹²	42,33	41,05
Kulit luar kelapa hijau ⁵	42,2	60
Kulit luar sawit muda ⁵	44,22	65,6
Kulit mangga ⁵	30,46	-
Kulit nanas ⁵	27,42	96,17
Kulit nangka ¹²	50,13	81,06
Kulit pepaya ¹³	-	126,454
Kulit pisang ⁵	39,7	-
Putri malu raksasa (<i>Mimosa pigra</i>) ¹⁴	-	25
Tongkol jagung ¹⁵	-	73,45

Tabel 2. Kondisi sintesis CMC (kadar NaOH, monokloroasetat, waktu, suhu, pelarut yang digunakan) dan derajat substitusi (DS) yang dihasilkan

Bahan Baku	NaOH	Monokloro-asetat	Waktu (jam)	Suhu (°C)	Pelarut	DS
Bungkil inti sawit ³	17,5%	6 g	1	30	Isopropanol	0,67
Daun kelapa sawit ⁴	52,10%	10,7 g	1	30	Isopropanol	1,1
Daun nanas ⁵	18%	80%	2	30	Etanol	0,83
Eceng gondok ⁶	10%	12 g	1	25	Isopropanol:isobutanol (20:80)	1,49
Kapas gin ¹⁶	20%	5 g	2	50	Isopropanol	0,874
Kapas linter ⁷	40%	7 g	1,5	25	Isopropanol	1,9
Kayu <i>Eucalyptus</i>	40%	7 g	1,5	25	Isopropanol	1,47

<i>globulus</i> ⁷						
Kayu <i>Picea smithiana</i> ⁷	40%	7 g	1,5	25	Isopropanol	1,72
Kertas <i>sludge</i> ⁸	9 g	11 g	1,5	40	Etanol 85%	0,5253
Kulit durian ¹⁷	30%	18 g	0,5	25	Isopropanol	0,87
Bahan Baku	NaOH	Monokloro-asetat	Waktu (jam)	Suhu (°C)	Pelarut	DS
Kulit jagung ¹⁸	30%	120%	3,5	55	Etanol	2,41
Kulit jeruk bali ¹⁰	40%	6,6 g	12	25	Isopropanol	0,54
Kulit kakao ¹¹	15%	4 g	1	25	Isopropanol	0,75
Kulit labu ⁵	18%	80%	2	30	Etanol	0,6
Kulit leci ¹²	18%	80%	2	30	Etanol 80%	0,45
Kulit lotkon ¹²	18%	80%	2	30	Etanol 80%	0,4
Kulit luar kelapa hijau ⁵	18%	80%	2	30	Etanol	0,7
Kulit luar sawit muda ⁵	18%	80%	2	30	Etanol	0,48
Kulit nanas ⁵	18%	80%	2	30	Etanol	0,72
Kulit nangka ¹²	18%	80%	2	30	Etanol 80%	0,4
Putri malu raksasa (<i>Mimosa pigra</i>) ¹⁴	50%	5 g	3	100	Aquades	0,23
Sagu ¹⁹	25%	6 g	3	45	Isopropanol	0,821
Tekstil katun (campuran 50% poliester dan 50% katun) ²⁰	40%	50%	1,5	25	Propanol	0,86
Tekstil <i>viscose</i> (campuran 40% poliester dan 60% <i>viscose</i>) ²⁰	40%	50%	1,5	25	Propanol	0,7
Tongkol jagung ¹⁵	30%	7 g	4	25	Aquades	1,197

Dewasa ini, pemanfaatan limbah merupakan suatu hal yang harus dilakukan demi menciptakan kehidupan yang lebih baik. Banyak sekali limbah yang sebenarnya sangat berguna namun pemanfaatannya masih kurang maksimal sehingga limbah-limbah ini hanya menjadi tumpukan sampah tanpa nilai jual, dibakar,

dan akhirnya menimbulkan pencemaran lingkungan. Padahal apabila diolah lebih lanjut, limbah-limbah ini dapat menjadi sesuatu yang berguna bagi kehidupan, dapat meningkatkan nilai ekonomi serta dapat mengurangi potensi pencemaran lingkungan.

Pada awalnya, CMC banyak dibuat dari selulosa kayu. Hal ini disebabkan kandungan selulosa pada kayu biasanya cukup tinggi, yaitu sekitar 42-47%. Limbah-limbah yang mengandung selulosa dalam jumlah besar sangat potensial dimanfaatkan untuk dijadikan karboksimetil selulosa (CMC). Namun, tak hanya dari kayu, sekarang ini telah banyak dikembangkan sintesis CMC berbahan dasar bukan kayu, melainkan limbah-limbah agrikultural seperti kulit buah pisang, nanas, kelapa sawit, jeruk bali, tanaman eceng gondok, dan lain-lain. Hal ini disebabkan limbah-limbah pertanian sangat melimpah jumlahnya dan terbuang percuma. Namun, bukanlah merupakan suatu hal yang mustahil untuk menemukan limbah baru yang dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan CMC selain limbah-limbah di atas.

Sintesis CMC dapat dilakukan melalui dua tahap, yaitu alkalisasi dan eterifikasi. Pada tahap alkalisasi, selulosa yang telah diekstraksi dari bahan baku dicampurkan dengan NaOH dan solven yang inert, yang paling umum digunakan

adalah etanol dan isopropanol, yang akan berperan sebagai agen pembengkak sekaligus dilutan yang dapat menyebabkan peningkatan penetrasi ke dalam struktur kristalin dari selulosa. Selanjutnya, pada tahap eterifikasi, alkali selulosa yang telah terbentuk direaksikan dengan asam monokloroasetat membentuk eter karboksimetil selulosa. Pada saat yang bersamaan, asam monokloroasetat juga akan bereaksi menghasilkan dua produk samping, yaitu natrium glikolat dan natrium klorida.

Berdasarkan penelusuran pustaka yang telah dilakukan, kadar selulosa yang terdapat pada limbah yang digunakan sebagai bahan baku sintesis CMC berkisar antara 27,42% dari kulit buah nanas hingga 99,04% dari kertas *sludge* dan terdapat 25 limbah yang telah dilaporkan berhasil digunakan sebagai bahan baku dalam sintesis CMC.

Berbagai limbah tersebut yang telah diuji menghasilkan nilai derajat substitusi yang bermacam-macam, mulai dari 0,23 diperoleh dari limbah tanaman putri malu raksasa hingga 2,41 diperoleh

dari limbah kulit jagung. Derajat substitusi diukur dengan melihat jumlah gugus $-OH$ yang tersubstitusi oleh monokloroasetat sebagai penanda terbentuknya CMC. Nilai DS ini erat hubungannya dengan sifat-sifat CMC yang dihasilkan seperti kelarutan dan viskositasnya. CMC dengan DS antara 0,21-0,38 memiliki sifat yang tidak larut dalam air. Sedangkan CMC dengan DS di atas nilai tersebut memiliki sifat yang mudah larut dalam air. Peningkatan DS akan meningkatkan kemampuan CMC untuk mengikat air.¹⁸

Selain itu, nilai DS yang dihasilkan akan meningkat seiring dengan berkurangnya ukuran partikel CMC. Semakin kecil ukuran partikel, maka luas permukaan akan semakin besar. Hal ini akan menyebabkan reaktan berlebih dapat berpenetrasi ke dalam selulosa dalam waktu yang lebih singkat. Nilai DS juga akan mempengaruhi profil kegunaan dari CMC yang dihasilkan.

Nilai DS yang dihasilkan dapat berbeda-beda tergantung dari bahan baku apa yang digunakan, kadar NaOH dan banyaknya monokloroasetat serta waktu

dan suhu saat sintesis berlangsung. Hal ini masih menjadi pertanyaan dan terus dilakukan penelitian demi mendapatkan profil kondisi sintesis optimum yang dapat digunakan untuk mendapatkan CMC sesuai yang diharapkan. Beberapa penelitian bahkan telah melaporkan bahwa nilai DS dapat ditingkatkan dengan menggunakan pelarut campur dengan gradien konsentrasi, seperti yang dilakukan pada sintesis eceng gondok dengan menggunakan pelarut campur isopropanol-isobutanol.

KESIMPULAN

Terdapat banyak limbah yang sangat berpotensi dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan karboksimetilselulosa (CMC). Namun, harus dilakukan optimasi sebelum melakukan sintesis CMC karena CMC yang dihasilkan dipengaruhi berbagai macam hal pada proses sintesis, seperti konsentrasi NaOH yang digunakan, jumlah monokloroasetat yang ditambahkan, waktu dan suhu pencampuran, serta proses ekstraksi selulosa dari bahan baku yang digunakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada Rizky Abdulah selaku dosen mata kuliah metodologi penelitian dan seluruh pihak yang telah membantu baik secara moril maupun materil dalam menyelesaikan *review* ini.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 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 and Polymeric Biomaterials*. 2010;52(9):749-759.
- 2 Karatas M, Arslan N. Flow Behaviours of Cellulose and Carboxymethyl Cellulose from Grapefruit Peel. *Food Hydrocolloids*. 2016;58:235-245.
- 3 Bono A, Ying PH, Yan FY, Muei CL, Sarbatly R, Krishnaiah D. Synthesis and Characterization of Carboxymethyl Cellulose from Palm Kernel Cake. *Adv in Nat Appl Sci*. 2009;3(1):5-11.
- 4 Tasaso P. Optimization of Reaction Conditions for Synthesis of Carboxymethyl Cellulose from Oil Palm Fronds. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*. 2015;6(2):101-104.
- 5 Hossain I, Mostofa S, Muslima U, Akter F, Tania SA, Saha A, et al. Isolation of Cellulosic Material from Agro-wastes and Their Derivatization. *Dhaka Univ J Sci*. 2015;63(1):43-46.
- 6 Pitaloka AB, Hidayah NA, Saputra AH, Nasikin M. Pembuatan CMC dari Selulosa Eceng Gondok dengan Media Reaksi Campuran Larutan Isopropanol-Isobutanol untuk Mendapatkan Viskositas dan Kemurnian Tinggi. *Jurnal Integrasi Proses*. 2015;5(2):108-114.
- 7 Latif A, Anwar T, Noor S. Two-Step Synthesis and Characterization of Carboxymethyl Cellulose from Rayon Grade Wood Pulp and Cotton Linter. *Jour Chem Soc Pak*. 2007;29(2):143-150.
- 8 He X, Wu S, Fu D, Ni J. Preparation of Sodium Carboxymethyl Cellulose from Paper Sludge. *J Chem Technol Biotechnol*. 2009;84:427-434.
- 9 Putri DA, Kurniyati Z. Effect of Sodium Chloroacetate towards the Synthesis of CMC (Carboxymethyl Cellulose) from Durian (*Durio zibethinus*) Peel Cellulose. *International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering (IJIRAE)*. 2016;3(3):28-32.
- 10 Chumee J, Seeburin D. Cellulose Extraction from Pomelo Peel: Synthesis of Carboxymethyl Cellulose. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*. 2014;8(5):435-437.
- 11 Hutomo GS, Marseno DW, Anggrahini S, Supriyatno. Synthesis and Characterization of Sodium Carboxymethyl Cellulose from Pod Husk of Cacao (*Theobroma cacao* L.). *Afr J Food Sci*. 2012;6(6):180-185.
- 12 Ruma SA, Rashid F, Sathi MRA, Rummy NA, Saha A, Debnath S, et al. Isolation of Cellulosic Materials from Wastes of Fruits of Bangladesh and Their Derivatization. *International Journal of Advances in Pharmacy, Biology and Chemistry (IJAPBC)*. 2014;3(2):400-403.
- 13 Rachtanapun P. Blended Films of Carboxymethyl Cellulose from Papaya Peel (CMCp) and Corn Starch. *Kasetsart J Nat Sci*. 2009;43(5):259-266.
- 14 Rachtanapun P, Rattanapanone N. Synthesis and Characterization of Carboxymethyl Cellulose Powder and Films from Mimosa pigra. *Journal of Applied Polymer Science*. 2011;122:3218-3226.
- 15 Melisa, Bahri S, Nurhaeni. Optimasi Sintesis Karboksimetil Selulosa dari Tongkol Jagung Manis (*Zea mays* L

- Saccharata). Online Jurnal of Natural Science. 2014;3(2):70-78.
- 16 Haleema N, Arshada M, Shahidb M, Tahir MA. Synthesis of Carboxymethyl Cellulose from Waste of Cotton Ginning Industry. Carbohydrate Polymers. 2014;113:249–255.
 - 17 Rachtanapun P, Luangkamin S, Tanprasert K, Suriyatem R. Carboxymethyl Cellulose Film from Durian Rind. Food Science and Technology. 2012;48:52-58.
 - 18 Mondal IH, Yeasmin S, Rahman S. Preparation of Food Grade Carboxymethyl Cellulose from Corn Husk Agrowaste. International Journal of Biological Macromolecules. 2015;79:144-150.
 - 19 Pushpamalar V, Langford SJ, Ahmad M, Lim YY. Optimization of Reaction Conditions for Preparing Carboxymethyl Cellulose from Sago Waste. Carbohydrate Polymers. 2006;64:312-318.
 - 20 Bidgoli H, Zamani A, Jeihanipour A, Taherzadeh MJ. Preparation of Carboxymethyl Cellulose Superabsorbents from Waste Textiles. Fibers and Polymers. 2014;15(3):431-436.