

## **Pengaruh Suhu Dan Waktu Proses Karboksimetilasi Terhadap Karakteristik *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dari Onggok Singkong**

### ***Effect of Temperature and Time of Carboxymethylation Process on the Characteristics of Carboxymethyl Cellulose (CMC) from Cassava's Onggok***

**K.G. Govardhana Sutha<sup>1</sup>, I.W. Arnata<sup>1\*</sup>, G.P. Ganda Putra<sup>1</sup>**

PS. Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana  
Kampus Bukit Jimbaran, Badung-Bali

\* Penulis korepondensi: I Wayan Arnata, Email: [arnata@unud.ac.id](mailto:arnata@unud.ac.id)

#### **Abstract**

Onggok is an organic waste from tapioca production rich in cellulose but has not been utilized fully for other usages. This study aimed to determine the appropriate temperature and time for the carboxylation process to produce CMC from cassava with the best characteristics. This study used a factorial randomized block design. Factor 1 was temperature (40°C, 55°C, 70°C) and factor 2 was time (2 hours, 3.5 hours, 5 hours). The observed variable was yield, water content, substitution degree, viscosity, and purity. The results showed that the interaction temperature and time affected the yield, water content, degree of substitution, viscosity, NaCl content, and purity of CMC. The best treatment was obtained from a combination of 40°C temperature treatment with a processed time of 5 hours with the yield value, moisture content, degree of substitution, viscosity, and purity of CMC 83.97±1.36%, 9.58±0.67%, 0,89±0.06, 105.00±21.21cPs, and 97.55±0.66%, respectively

**Keywords:** *onggok, carboxymethyl cellulose, alkalization, carboxymethylation.*

#### **PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara penghasil singkong terbesar ke-4 di dunia. Umumnya produksi singkong di Indonesia diolah menjadi bahan pangan pendamping beras, salah satunya diolah menjadi tapioka. Industri tapioka mampu menghasilkan limbah yang sering disebut sebagai onggok mencapai 20%-30% dari total bahan bakunya (Arnata *et al.*, 2021). Komposisi utama pada onggok adalah fraksi pati, protein kasar dan selulosa masing-masing sebesar 58,9%, 1,2% dan 39,37% (Jerry *et al.*, 2019). Selama ini, fraksi pati pada onggok lebih banyak diteliti dan dimanfaatkan menjadi berbagai produk seperti bioethanol (Arnata *et al.*, 2021), bioplastic (Fibriyani, 2017) dan glukosa (Maulani *et al.*, 2018). Namun fraksi selulosanya masih jarang diteliti dan dilaporkan. Selulosa dapat

dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) yang memiliki banyak manfaat (Nur'ain *et al.*, 2017).

*Carboxymethyl cellulose* merupakan salah satu senyawa hasil modifikasi selulosa dan telah banyak dimanfaatkan pada industri pangan, farmasi, tekstil, detergen dan produk kosmetik (Safitri *et al.*, 2017). CMC dalam industri pangan digunakan sebagai bahan penstabil pada makanan atau minuman untuk membuat bentuk fisik produk menjadi lebih kental (Ferdiansyah *et al.*, 2016) Penggunaan CMC sebagai zat aditif makanan dan minuman mencapai 7 ton/tahun. Ini artinya kebutuhan masyarakat Indonesia akan CMC sangat tinggi dan berpotensi untuk dikembangkan (Ayuningtiyas, 2017). Penelitian tentang proses pembuatan CMC dari bahan baku limbah atau hasil samping pertanian telah banyak dilaporkan, seperti

dari batang jagung (Nur'ain *et al.*, 2017), kulit durian (Safitri *et al.*, 2017), kulit buah kakao (Nisa, 2014), jerami padi (Masrullita *et al.*, 2021), dan pelepah kelapa sawit (Silsia *et al.*, 2018).

Secara umum, pembuatan CMC melalui dua tahapan proses utama yaitu alkalisasi dan karboksimetilasi (eterifikasi) (Agustriono, 2016). Kedua proses ini sangat berpengaruh terhadap karakteristik akhir dari CMC. Faktor yang dapat mempengaruhi karakteristik CMC yakni jenis dan komposisi pelarut/medium reaksi, alkalinitas, konsentrasi kloroasetat, waktu reaksi dan suhu reaksi (Rakhmatullah, 2015). Faktor suhu dan waktu karboksimetilasi dapat memberikan pengaruh terhadap karakteristik CMC. Semakin meningkatnya suhu dan waktu proses karboksimetilasi menyebabkan selulosa semakin membengkak dan meningkatkan kesempatan terjadinya reaksi substitusi antara TCA dengan selulosa. Namun, struktur selulosa dapat terdekomposisi (Varshney, 2006).

Penelitian Wijayani *et al.*, (2005) melaporkan pembuatan CMC dari enceng gondok sebaiknya dilakukan pada suhu karboksimetilasi 55°C selama 3,5 jam. Fadillah, (2018) turut melaporkan pembuatan CMC dari kulit kapuk rindu dengan perlakuan suhu karboksimetilasi 45°C selama 3 jam menghasilkan karakteristik CMC terbaik. Selanjutnya, Silsia *et al.*, (2018) melaporkan bahwa pembuatan CMC dari pelepah kelapa sawit diperoleh kondisi optimum pada penggunaan suhu 55°C dan waktu karboksimetilasi 3 jam. Safitri *et al.*, (2017) melaporkan pembuatan CMC dari selulosa kulit durian dengan suhu 60°C dan waktu karboksimetilasi 4 jam.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor suhu dan waktu proses karboksimetilasi merupakan dua faktor yang sangat krusial dalam menentukan karakteristik CMC. Selain itu, perlakuan suhu dan waktu karboksimetilasi pada proses pembuatan CMC pada berbagai jenis bahan juga mempunyai kondisi optimal yang berbeda-beda dan menghasilkan karakteristik CMC yang sangat bervariasi. Sehingga, penelitian ini bertujuan untuk menentukan suhu dan waktu proses karboksilasi yang tepat untuk menghasilkan CMC dari onggok singkong dengan karakteristik terbaik

## METODE

### Bahan dan Alat

Onggok singkong, NaOH padat (Asahi), TCA (Merck), H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Evonik), Aquades, etanol 96%, isopropanol (Merck), asam asetat 90%, NaCl, Asam Nitrat (HNO<sub>3</sub>) 2 M dan indikator PP.

Blender (mito), ayakan 60 mesh (AMB), pemanas (Maspion), timbangan analitik (Ohaus), gelas beaker (IWAKI), oven (Memmert), aluminium foil, chusher, termometer, piknometer, pH meter, kertas saring, buret, desikator, cawan, viscometer (Brookfield), erlenmeyer (IWAKI), dan spatula.

### Rancangan percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) faktorial dengan faktor suhu dan waktu proses. Faktor suhu (S) terdiri dari tiga taraf yakni 40°C, 55°C, dan 70°C. Faktor waktu (W) terdiri dari tiga taraf yaitu: 2 jam, 3,5 jam, dan 5 jam, dengan demikian diperoleh 9 kombinasi perlakuan. Masing masing kombinasi perlakuan

dikelompokkan menjadi 2 berdasarkan waktu pelaksanaannya sehingga diperoleh 18 unit perlakuan. Apabila perlakuan berpengaruh nyata akan dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda Duncan.

### **Pelaksanaan Penelitian**

#### **Isolasi Selulosa**

Onggok singkong yang diperoleh dibersihkan dari kotoran lalu dicuci. Selanjutnya dikeringkan menggunakan oven 50°C selama 24 jam hingga kering. Tepung onggok kering pertama dilakukan penghilangan lignin dengan cara delignifikasi menggunakan larutan NaOH 10% dengan perbandingan antara bahan dan pelarut (1:10). Selanjutnya dipanaskan dan diaduk pada suhu 95-100°C selama 60 menit. Setelah itu, serat onggok terdelignifikasi dibleaching menggunakan larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% dengan perbandingan antara bahan dan pelarut adalah (1:10) dan dipanaskan pada suhu 90-95°C selama 60 menit. Selanjutnya dilakukan netralisasi dengan dicuci menggunakan aquades hingga pH netral lalu dikeringkan dan diperoleh serat selulosa. Serat selulosa kemudian dikeringkan kembali menggunakan oven pada suhu 50°C selama 12 jam hingga diperoleh kadar air <8% dan benar-benar kering (Sena *et al.*, 2021).

#### **Pembuatan Karboksimetil selulosa**

Serat selulosa yang sudah kering ditimbang sebanyak 5 gram dan dimasukkan kedalam erlenmeyer 250 mL, ditambahkan larutan isopropanol sebanyak 100 mL secara perlahan dengan perbandingan bahan dan pelarut sebanyak 1:20. Kemudian dilakukan proses alkalisasi dengan menambahkan larutan NaOH 30% sebanyak 20 mL sedikit demi sedikit sambil diaduk. Proses

alkalisasi dilakukan pada suhu 25°C selama 1 jam. Selanjutnya dilakukan proses karboksimetilasi dengan menambahkan reagen asam trikloroasetat 20% sebanyak 20 mL sedikit demi sedikit dan dipanaskan sesuai perlakuan pada suhu (40°C, 55°C, dan 70°C) selama (2 jam, 3,5 jam, dan 5 jam). Selanjutnya, sampel direndam dengan etanol 96% sebanyak 100 mL selama 24 jam. Kemudian larutan dinetralkan dengan menggunakan asam asetat 90% sebanyak 100 mL sampai pH 7. Larutan disaring, lalu fraksi padat yang diperoleh dikeringkan pada suhu 70°C selama 24 jam. Fraksi padat yang sudah kering dihaluskan dengan blender dan diayak dengan ayakan 60 mesh. CMC yang diperoleh lalu dianalisis (Santoso dan Azwar, 2020).

#### **Variabel yang Diamati**

Penentuan variabel pengamatan mengikuti standar mutu SNI 06-3736-1995. Berdasarkan standar tersebut terdapat 5 variabel yang dianalisis meliputi rendemen (Wijayani, 2005), kadar air dengan metode gravimetri (AOAC, 2006), derajat substitusi dengan basa (Nur'ain, 2017), metode titrasi asam viskositas (Wijayani, 2005), dan kemurnian CMC dengan metode titrasi argentometri (Wijayani, 2005).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Rendemen CMC**

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara suhu dengan waktu karboksimetilasi berpengaruh sangat nyata ( $p < 0,01$ ), terhadap rendemen karboksimetil selulosa (CMC) dari onggok singkong. Nilai rata-rata rendemen CMC onggok

singkong dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil pada Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai rata-rata rendemen CMC tertinggi diperoleh pada suhu 55°C dengan waktu 3,5 jam yaitu sebesar 83,97±1,36%.

Sementara itu, hasil rata rata rendemen terendah diperoleh pada suhu 40°C dan waktu 2 jam yakni sebesar 71,47±1,63% yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan pada suhu 70°C dan waktu 5 jam.

**Tabel 1. Nilai rata-rata rendemen(%) CMC onggok singkong**

Waktu (jam)	Suhu (°C)		
	40	55	70
2,0	71,47±1,63 <sup>g</sup>	80,17±0,81 <sup>bc</sup>	77,27±0,70 <sup>cde</sup>
3,5	75,24±0,52 <sup>ef</sup>	83,97±1,36 <sup>a</sup>	76,11±0,05 <sup>de</sup>
5,0	78,73±1,62 <sup>bc<sup>d</sup></sup>	80,80±0,02 <sup>b</sup>	71,55±2,11 <sup>g</sup>

Keterangan: huruf yang berbeda dibelakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5% ( $p < 0.05$ )

Hasil ini menunjukkan bahwa rendemen CMC onggok singkong mengalami peningkatan seiring dengan semakin meningkatnya suhu dan waktu pada proses karboksimetilasi hingga mencapai titik maksimum pada suhu 55°C dan waktu 3.5 jam, dan mengalami penurunan setelahnya. Peningkatan rendemen diakibatkan oleh terciptanya kondisi suhu dan waktu reaksi yang optimum sehingga memudahkan reaksi antara TCA 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 (Santoso *et al.*, 2012). Pada penelitian ini, hasil CMC onggok yang diperoleh lebih kecil jika dibandingkan dengan penelitian pembuatan

CMC dari batang jagung dengan perlakuan rasio monokloroasetat dan waktu reaksi yang dilakukan oleh Nur'ain *et al.*, (2017) dengan hasil rendemen tertinggi yaitu 91,95%.

#### **Kadar Air**

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara suhu dengan waktu karboksimetilasi dan perlakuan waktu karboksimetilasi berpengaruh tidak nyata ( $p > 0,05$ ), sedangkan perlakuan suhu karboksimetilasi berpengaruh sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap kadar air CMC onggok singkong. Nilai rata-rata kadar air CMC onggok singkong dapat dilihat pada Tabel 2. Nilai rata-rata kadar air CMC tertinggi diperoleh pada suhu 40°C yaitu sebesar 10,23±0,15% yang berbeda nyata dengan perlakuan lain. Rata rata kadar air terendah diperoleh pada suhu 55°C yakni sebesar 8,13±0,27% yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan suhu 70°C.

Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu karboksimetilasi menyebabkan kadar air CMC cenderung menurun.

**Tabel 2. Nilai rata-rata kadar air (%) CMC onggok singkong**

Waktu (Jam)	Suhu (°C)			Rata-rata
	40	55	70	
2	11,05	7,75	8,63	9,14±0,32 <sup>a</sup>
3,5	10,05	8,65	8,40	9,03±1,11 <sup>a</sup>
5	9,58	8,00	7,85	8,48±0,16 <sup>a</sup>
Rata-rata	10,23±0,15 <sup>a</sup>	8,13±0,27 <sup>b</sup>	8,29±1,08 <sup>b</sup>	

Keterangan: huruf yang berbeda dibelakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5% (p<0.05)

Hal ini diduga karena suhu proses yang semakin tinggi menyebabkan gugus alkaliselulosa terdegradasi yang mengakibatkan kemampuan CMC mengikat air semakin menurun (Varshney *et al.*, 2006).

Hasil nilai rata rata kadar air CMC ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu proses menyebabkan kadar air pada CMC cenderung mengalami menurun, berkisar antara 9,14±0,32%-8,48±0,16%. Hal ini diduga karena semakin lama waktu proses menyebabkan jarak antara gugus selulosa semakin merenggang dan semakin melemahkan ikatan sehingga kemampuan CMC untuk mengikat air semakin menurun (Ayuningtiyas, 2017).

Berdasarkan standar mutu SNI, standar kadar air yang ditetapkan pada mutu CMC adalah

<10%. Dari keseluruhan variasi CMC onggok singkong telah memenuhi syarat standar nilai DS sesuai dengan SNI, terdapat 2 variasi yang belum memenuhi standar yaitu pada reaksi 40°C:2 jam, dan 40°C:3,5 jam. Hasil penelitian ini lebih rendah bila dibandingkan dengan penelitian Ayuningtiyas *et al.*, (2017) dengan kadar air yang diperoleh sebesar 12,75%.

#### Derajat Substitusi

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara suhu dengan waktu karboksimetilasi berpengaruh sangat nyata (p<0,01) terhadap Derajat Substitusi CMC dari onggok singkong. Nilai rata-rata nilai Derajat Substitusi (DS) CMC onggok singkong dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Nilai rata-rata Derajat Substitusi CMC onggok singkong**

Waktu (Jam)	Suhu (°C)		
	40	55	70
2,0	0,56±0,06 <sup>c</sup>	0,74±0,11 <sup>bcd</sup>	0,62±0,07 <sup>de</sup>
3,5	0,85±0,04 <sup>ab</sup>	0,68±0,07 <sup>cde</sup>	0,79±0,05 <sup>abc</sup>
5,0	0,89±0,06 <sup>a</sup>	0,66±0,07 <sup>cde</sup>	0,79±0,03 <sup>abc</sup>

Keterangan: huruf yang berbeda dibelakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5% (p<0.05)

Hasil pada Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai rata-rata DS CMC onggok singkong tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu 40°C dengan waktu

5 jam yaitu sebesar 0,89±0,06 yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan 40°C:3,5 jam, 70°C:3,5 jam dan 70°C:5 jam, sedangkan hasil nilai DS

CMC onggok singkong terendah diperoleh pada perlakuan suhu 40°C dengan waktu 2 jam yaitu sebesar 0,56±0,06 yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan 55°C:3,5 jam, 55°C:5 jam dan 70°C:2 jam. Hasil ini menunjukkan bahwa, semakin tinggi suhu menyebabkan nilai DS cenderung menurun, sedangkan semakin lama waktu menyebabkan nilai DS cenderung meningkat. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu reaksi mengakibatkan kontak antara TCA dengan selulosa menjadi semakin lama sehingga peletakan gugus karboksimetil menjadi semakin optimum yang berdampak pada kenaikan nilai DS (Pushpamalar *et al.*, 2006). Sedangkan semakin tinggi suhu pada proses karboksimetilasi menyebabkan selulosa terdegradasi dimana selulosa tereliminasi oleh air secara kimiawi. Eliminasi terjadi pada intramolekul antar kelompok hidroksil sehingga menimbulkan hubungan silang dengan eter dan menurunkan gugus -OH pada selulosa untuk karboksimetilasi sehingga derajat substitusi mengalami penurunan

(Scheirs *et al.*, 2001). Derajat Substitusi pada penelitian ini serupa dengan penelitian Fadillah (2018), yang menggunakan bahan baku kulit kapuk randu dengan perlakuan konsentrasi TCA dan suhu, memperoleh derajat substitusi sebesar 0,84.

Berdasarkan Standar Mutu SNI, nilai DS yang ditetapkan untuk produk CMC adalah 0,7-1,2. Dari keseluruhan variasi CMC onggok singkong telah memenuhi syarat standar nilai DS sesuai dengan SNI, terdapat 4 variasi yang belum memenuhi standar yaitu pada reaksi 40°C:2 jam, 55°C:3,5 jam, 55°C:5 jam, dan 70°C:2 jam dengan nilai DS <0,7

#### Viskositas

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara suhu dengan waktu karboksimetilasi berpengaruh sangat nyata ( $p<0.01$ ), terhadap nilai viskositas larutan 1% CMC onggok singkong. Nilai rata-rata nilai viskositas CMC onggok singkong dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Nilai rata-rata viskositas(cPs) CMC onggok singkong**

Waktu (Jam)	Suhu (°C)		
	40	55	70
2,0	45,00±7,07 <sup>c</sup>	70,00±14,14 <sup>bc</sup>	60,00±14,14 <sup>bc</sup>
3,5	70,00±14,14 <sup>bc</sup>	60,00±14,14 <sup>bc</sup>	85,00±7,07 <sup>ab</sup>
5,0	105,00±21,21 <sup>a</sup>	65,00±21,21 <sup>bc</sup>	45,00±7,07 <sup>c</sup>

Keterangan: huruf yang berbeda dibelakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5% ( $p<0.05$ )

Hasil pada Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai rata-rata viskositas larutan CMC onggok singkong tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu 40°C dengan waktu 5 jam yaitu sebesar 105,00±21,21 cPs yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan suhu 70°C dan waktu 3,5 jam, sedangkan

hasil nilai viskositas CMC onggok singkong terendah diperoleh pada perlakuan suhu 70°C dan waktu 5 jam yakni sebesar 45,00±7,07 cPs yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan 40°C:2 jam, 40°C:3,5 jam, 55°C:2-5 jam dan 70°C:2 jam. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu

reaksi menyebabkan nilai viskositas cenderung semakin meningkat, sedangkan semakin tinggi suhu menyebabkan viskositas cenderung semakin menurun. Hal ini diakibatkan karena nilai viskositas sangat dipengaruhi oleh nilai Derajat Substitusi, semakin tinggi nilai DS semakin tinggi viskositas yang dihasilkan (Fadillah, 2018). Berdasarkan Standar Mutu SNI nilai viskositas yang ditetapkan untuk produk CMC adalah >26 cPs. Seluruh variasi CMC ongkok singkong telah memenuhi syarat standar nilai viskositas sesuai dengan SNI yaitu >26 cps.

Berdasarkan Tabel diatas, nilai viskositas seluruh varian suhu dan waktu CMC ongkok

singkong lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil penelitian CMC dari pelepah kelapa sawit (Silsia *et al.*, 2018), yaitu 7.8 cps namun lebih rendah dari nilai viskositas CMC eceng gondok Joselie (Joselie, 2019) dengan viskositas tertinggi sebesar 312 cps.

### Kemurnian

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara suhu dengan waktu proses karboksimetilasi berpengaruh sangat nyata ( $p < 0.01$ ) terhadap kemurnian CMC ongkok singkong. Nilai rata-rata persentase kemurnian CMC ongkok singkong dapat dilihat Tabel 5.

**Tabel 5. Nilai rata-rata kemurnian(%) CMC ongkok singkong**

Waktu (Jam)	Suhu (°C)		
	40	55	70
2,0	95,91±0,83 <sup>ab</sup>	96,08±0,74 <sup>ab</sup>	94,56±1,57 <sup>bc</sup>
3,5	95,73±0,91 <sup>ab</sup>	93,75±0,91 <sup>cd</sup>	91,99±0,58 <sup>de</sup>
5,0	97,55±0,66 <sup>a</sup>	92,28±0,33 <sup>de</sup>	91,00±0,17 <sup>e</sup>

Keterangan: huruf yang berbeda dibelakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5% ( $p < 0.05$ )

Hasil pada data Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai rata-rata kemurnian CMC ongkok singkong tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu 40°C dan waktu 5 jam yaitu sebesar 97,55±0,66% yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan 40°C:2 jam, 40°C:3,5 jam dan 55°C:2 jam, serta hasil kemurnian CMC ongkok singkong terendah diperoleh pada perlakuan suhu 70°C dan waktu 5 jam yakni sebesar 91,00±0,17% yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan 55°C:5 dan 70°C:3,5 jam. Hasil ini menunjukkan bahwa, semakin lama waktu reaksi menyebabkan kemurnian CMC cenderung meningkat, sedangkan semakin tinggi suhu reaksi menyebabkan

kemurnian CMC cenderung menurun. Hal ini terjadi karena semakin lama waktu proses dapat menyebabkan penggelembungan pada struktur selulosa sehingga mempermudah terjadinya reaksi antara TCA dengan selulosa. Sedangkan semakin tinggi suhu reaksi mengakibatkan terjadinya degradasi selulosa yang mengakibatkan kemurnian CMC menjadi semakin menurun (Varshney *et al.*, 2006). Berdasarkan Standar SNI, nilai kemurnian yang ditetapkan untuk produk CMC adalah >99,6% untuk standar mutu I dan >65% untuk standar mutu II. Hasil dari keseluruhan sampel penelitian CMC ongkok singkong telah memenuhi

syarat standar mutu II SNI untuk nilai presentase kemurnian CMC yaitu >65%.

Nilai kemurnian CMC onggok singkong terbaik pada penelitian ini masih lebih tinggi bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Dimawarnita *et al.*, (2019) yang membuat CMC dari tandan kosong kelapa sawit dengan nilai presentase kemurnian terbaik yaitu 95.24%. Kemurnian dari CMC dipengaruhi oleh banyaknya produk samping yang dihasilkan pada proses sintesis CMC (Silsia *et al.*, 2018).

### KESIMPULAN

Perlakuan suhu dan waktu pada proses karboksimetilasi berpengaruh nyata terhadap rendemen, kadar air, derajat substitusi, viskositas, dan kemurnian dari CMC onggok singkong. Interaksi antar perlakuan berpengaruh terhadap variabel yang diuji yaitu rendemen, derajat substitusi, viskositas, serta kemurnian sedangkan tidak berpengaruh terhadap kadar air dari CMC onggok singkong. Perlakuan terbaik untuk menghasilkan karakteristik CMC onggok singkong diperoleh pada kombinasi suhu 40°C dan waktu 5 jam dengan karakteristik rendemen, kadar air, derajat substitusi, viskositas, dan kemurnian CMC berturut-turut sebesar 83,97±1,36%, 9.58±0.67%, 0,89±0,06, 105,00±21,21cPs, 97,55±0,66%.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu menyelesaikan jurnal ini.

### DAFTAR PUSTAKA

Agustriono, F. R. dan A.N. Hasanah. (2016).  
*Pemanfaatan limbah sebagai bahan*

- baku sintesis karboksimetil selulosa: review.* Farmaka. 14(3): 87-94
- Arnata, I. W., I. B. W. Gunam, A. A. M. D. Anggreni, I. M. M. Wijaya, dan D. Sartika. (2021). *Utilization of solid tapioca waste for bioethanol production by co-fermentation of baker's and tapai yeast.* IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 724(1).
- Ayuningtiyas, S., F. D. Desiyana. (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
- Dimawarnita, F., T. Panji dan Y. Faramitha (2019). *Peningkatan kemurnian selulosa dan karboksimetil selulosa (CMC) hasil konversi limbah TKKS melalui perlakuan NaOH 12%.* E-Journal Menara Perkebunan, 87(2).
- Fadillah, N. (2018). *Pembuatan Natrium Karboksimetil Selulosa (Na-CMC) Dari Kulit Kapuk Randu (Ceiba Pentandra L. Gaertn) Dengan Variasi Konsentrasi Asam Trikloroasetat Dan Suhu.* Skripsi. Tidak dipublikasikan. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Makassar.
- Ferdiansyah, M. K., D. W. Marseno dan Y. Pranoto. (2016). *Kajian karakteristik karboksimetil selulosa (CMC) dari pelepah kelapa sawit sebagai upaya diversifikasi bahan tambahan pangan yang halal.* Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan. 5(4): 136-139.
- Fibriyani, D. (2017). *Pengolahan onggok singkong sebagai plastik biodegradable menggunakan plasticizer gliserin dari minyak jelantah.* Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan. 6(2).
- Jerry, P. Febriyanto, dan A. W. Satria. (2019). *Kajian awal pemanfaatan limbah onggok sebagai substitusi batubara.* Jurnal Integrasi Proses. 8(1): 14-18
- Joselie, K. (2019). *Pengaruh Suhu Terhadap Penentuan Derajat Substitusi Karboksimetil Selulosa (CMC) Hasil Sintesis Selulosa Dengan Fourier-Transform Infrared Spectroscopy*

- (FTIR) dan Scanning Electron Microscope (SEM). Skripsi. Tidak dipublikasikan. Fakultas Farmasi, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Masrullita, Meriatna, Zulmiardi, F. Safriwardy, Auliani, dan R. Nurlaila. (2021). *Pemanfaatan jerami padi (Oryza Sativa L.) sebagai bahan baku dalam pembuatan CMC (Carboximetil Cellulose)*. Jurnal Rekayasa Proses. 15(2).
- Maulani, L., Ramdhayani, W. S. F. Yulistiani, dan A. Rattna. (2018). *Pengaruh pH pada pemanfaatan limbah padat tepung tapioka (onggok) menjadi gula cair secara hidrolisis enzimatis*. Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar. 9: 155-158
- Maulina, Z. dan T. Rihayat. (2019). *Pengaruh variasi konsentrasi naoh dan berat natrium monokloroasetat pada pembuatan (Carboxymethyl Cellulose) CMC dari serat daun nenas (Pineapple-leaf fibres)*. Journal of Science and Technology. 17(2).
- Nisa, D., dan W. D. R. Putri. (2014). *Pemanfaatan selulosa dari kulit buah kakao (Theobroma cacao L.) sebagai bahan baku pembuatan CMC (Carboxymethyl Cellulose)*. Jurnal Pangan dan Agroindustri. 2(3): 34-42.
- Nur'ain, Nurhaeni, dan Ridhany. (2017). *Optimasi kondisi reaksi untuk sintesis karboksimetil selulosa (CMC) dari batang jagung (Zea mays L.)*. KOVALEN. 3(2): 112-121.
- Rakhmatullah, R. 2015. *Pembuatan Karboksimetil Selulosa dari Selulosa Mikrobial (Nata de Cassava)*. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Safitri, D., E. A. Rahim dan R. Sikanna (2017). *Sintesis karboksimetil selulosa (CMC) dari selulosa kulit durian (Durio zibethinus)*. KOVALEN. 3(1).
- Santoso, R. dan E. Azwar. (2020). *Pengaruh konsentrasi isopropanol terhadap karakteristik karboksimetil selulosa dari batang pisang*. Jurnal Kelitbang. 8(3): 253-263.
- Santoso, S. P., N. Sanjaya, A. Ayucitra, dan Antaresti. (2012). *Pemanfaatan kulit singkong sebagai bahan baku pembuatan natrium karboksimetil selulosa*. Jurnal Teknik Kimia Indonesia. 11(3): 124-131.
- Scheirs, J. G. Camino dan W. Tumiatti. (2001). *Overview of water evolution during the thermal degradation of cellulose*. European Polymer Journal. 37: 933-942.
- Sena, P. W., G. P. Ganda Putra dan L. Suhendra. (2021). *Karakterisasi selulosa dari kulit buah kakao (Theobroma cacao L.) pada berbagai konsentrasi hidrogen peroksida dan suhu proses bleaching*. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri. 9(3): 288-299.
- Silsia, D., Z. Efendi dan F. Timotius. (2018). *Karakterisasi karboksimetil selulosa (CMC) dari pelepah kelapa sawit*. Jurnal Agroindustri. 8(1): 53-61.
- Varshney, V. K., P. K Gupta., S. Naithani., R. Khullar., A. Bhatt and P. L. Soni. 2006. *Carboxymethylation of  $\alpha$ -cellulose isolated from Lantana Camarawith respect to degree of substitution and rheological behavior*. Carbohydrate Polymers. 63: 40-45.
- Wijayani, A., K. Ummah dan S. Tjahjani. 2005. *Karakterisasi karboksimetil selulosa (CMC) dari enceng gondok (Eichornia crassipes (Mart) Solms)*. Indo. J. Chem. 5(3): 228-231.