

ISOLASI CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) DENGAN MEMANFAATAN LIMBAH TONGKOS SAWIT SEBAGAI PENGGANTIN CMC KOMERSIL

Iqbal Kamar^{1*}, Dewi Yuniharni², Ramdhani Emilia²

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

Jl. Batam, Bukit, Kec. Kuta Makmur, Aceh Utara, Aceh 24355

²Jurusan Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Sains Cut Nyak Dhien

Jl. Ahmad Yani , Gp. Jawa, Kota Langsa, Aceh 24354

*Email: iqbalkamarsyam@unimal.ac.id

Abstrak

Produk limbah padat industri dari produksi minyak kelapa sawit mentah (CPO) dikenal sebagai tandan buah kelapa sawit kosong (tongkos). Saat ini banyaknya tongkos kelapa sawit yang berlimpah tanpa pengelolaan dan pengolahan yang baik, sehingga perlu difikirkan pemanfaatannya yang lebih berguna yang tidak menyebabkan pencemaran lingkungan. Adapun tujuan dari penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana proses sintesis dan karakteristik carboxymethyl cellulose (CMC) hasil sintesis dari TKKS. Tahapan proses sintesis CMC dari TKKS yaitu melalui proses isolasi α -selulosa (delignifikasi, swelling, bleaching, dan hidrolisis) alkalisasi dan karboksimetilasi. Analisis CMC dari TKKS ditinjau dengan beberapa parameter uji seperti parameter uji organoleptik, pH, viskositas, derajat subsitusi, kemurnian dan analisa FTIR. Hasil penelitian diperoleh CMC dari limbah TKKS menunjukkan hasil yang baik berdasarkan hasil uji telah memenuhi standar SNI 06-3726-1995. Hasil uji organoleptic CMC dari limbah TKKS berbentuk serbuk hablur, berwarna krim (putih kekuningan), dan tidak berbau. Serta CMC limbah TKKS ini pH 7,3 dengan viskositas 8,96 cP serta nilai derajat subsitusi 0,8 dan kemurnian 99,41%. CMC dari TKKS yang dihasilkan menunjukkan gugus fungsi O-H, C-H, dan C-O yang memiliki difraksi sinar-X dan spektra FTIR yang setara dengan CMC komersial.

Kata kunci: Isolasi, Karakterisasi, CMC, TKKS

1. PENDAHULUAN

Bisnis kelapa sawit berkembang dengan cepat, diperlukan pertimbangan yang matang, terutama mengingat potensi dampaknya terhadap kelestarian lingkungan. Jika tidak dikelola dengan baik, sampah/limbah kelapa sawit khususnya tandan buah kelapa sawit kosong akan menjadi masalah yang berat, oleh karena itu diperlukan pengelolaan yang efektif untuk menjaga kebersihan dan ketertiban lingkungan. (Agustriono dan Hasaanah, 2016). Tandan buah sawit kosong merupakan salah satu jenis limbah industri yang dihasilkan selama produksi minyak sawit mentah (CPO). Sampah yang disebut juga limbah lignoselulosa ini mengandung selulosa 34,57%, hemiselulosa 27,70%, dan lignin 26,49% (Dimawarnita dkkl., 2019).

Berdasarkan kandungan selulosanya yang cukup tinggi, tandan buah kelapa sawit kosong berpotensi sebagai bahan baku pembuatan carboxymethyl cellulose (CMC). Tandan buah sawit kosong (Tongkos) merupakan sumber sampah non-kayu yang berlimpah dan sepanjang tahun. Setiap ton tandan buah segar menghasilkan 0,23 hingga 0,25 ton sampah

buah sawit kosong (Tarigan dkkl., 2021). Saat ini banyaknya tongkos kelapa sawit yang berlimpah tanpa pengelolaan, sehingga perlu difikirkan pemanfaatannya yang lebih berguna dan tanpa menyebabkan pencemaran lingkungan. Hal ini yang mendasari pemilihan tongkos kelapa sawit sebagai pembuatan CMC, sehingga diperoleh suatu hasil yang lebih berguna.

Molekul anion yang dikenal sebagai carboxymethyl cellulose (CMC) tidak berbau, tidak berwarna, dapat terurai secara hidrolisis, dan tidak beracun. Menurut Pujokaroni dkk (2022) CMC paling sering ditemui berupa serbuk halus yang mampu larut dalam air akan tetapi tidak mampu dapat larut pada pelarut organik seperti alcohol dan dieti eter. Setiap tahun penggunaan CMC terus meningkat, tercatat sampai dengan tahun 2016 data import CMC telah mencapai 5,5 ton setiap bulannya. Hal ini menunjukkan betapa pentingnya CMC terhadap kebutuhan masyarakat (Dimawarnita dkkl., 2019). Karena kandungan selulosa kayu yang tinggi, sebagian besar bahan baku yang digunakan dalam CMC berasal darinya. CMC merupakan senyawa selulosa yang telah dimodifikasi, dan banyak digunakan di sektor deterjen, kosmetik,

makanan, dan farmasi. Bahan pengikat, penstabil emulsi, dan pengental biasanya menggunakan CMC. CMC secara alami stabil dalam lemak, larut dalam air dingin dan panas, dan tidak larut dalam bahan kimia inert dan pelarut organik. (Rahim dkk., 2021; Safitri dkk., 2017).

Proses aminasi, kumpulan bebas gugus fungsi karboksil ada di CMC dan dapat diesterifikasi atau di aminasi. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa turunan CMC lebih unggul dan lebih efektif daripada CMC itu sendiri (Mahendra dan Mitarlis, 2017). Kondisi ideal untuk sintesis karboksil metil selulosa ditinjau melalui parameter derajat substitusi, pH, viskositas, dan kemurnian saat memproduksi CMC (karboksi metil selulosa) (Futeri, 2016). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menetapkan bagaimana caranya limbah tandan buah sawit kosong dapat disintesis menjadi CMC dan selanjutnya dilakukan analisa karakteristik CMC.

2. METODOLOGI

2.1. Alat dan Bahan

Pada penelitian ini menggunakan bahan baku utama tandan buah sawit kosong (tongkos) yang diperoleh dari pabrik PT SISIRAU (TBS) kelapa sawit di Kabupaten Aceh Tamiang. Selain pada penelitian ini juga menggunakan bahan kimia seperti HNO_3 (teknis), NaNO_2 (teknis), NaOH (PA), Na_2SO_3 (teknis), NaOCl (teknis), H_2O_2 (teknis), HCl (PA), natrium monokloroasetat, CH_3COOH (PA), etanol 96% (teknis), dan aquadest.

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alat-alat gelas laboratorium, oven, seperangkat pengaduk, kompor, panci, hot plate, spatula, kertas saring, pH meter.

2.2. Preparasi Tongkos

Tandan buah sawit kosong (tongkos) dibersihkan dengan air mengalir hingga bersih. Kemudian tandan buah sawit kosong (tongkos) dikeringkan di bawah sinar matahari sampai kering. Tandan kosong sawit kering kemudian dipotong (dicacah) menjadi potongan-potongan kecil dan dihancurkan untuk menghasilkan tandan kosong sawit dengan ukuran 80 mesh.

2.3. Proses Isolasi α -Selulosa

Ditimbang 75 gr tandan buah sawit kosong (tongkos) dalam bentuk serbuk, selanjutnya ditambahkan ke dalam 1 L campuran larutan HNO_3 dan NaNO_2 . Campuran tersebut

dipanaskan pada suhu 90°C selama 120 menit, kemudian di saring dan residunya dicuci hingga pH larutan menjadi 7. kemudian residu tersebut dicampur dengan 750 mL larutan NaOH dan Na_2SO_3 pada suhu 50°C selama 60 menit. Campuran tersebut disaring menggunakan kertas saring dan residunya dicuci hingga pH larutan menjadi 7.

Tahap berikutnya adalah pemutihan menggunakan 250 mL larutan NaOCl pada suhu 70°C selama 30 menit. Setelah itu, campuran tersebut disaring dan residunya dicuci hingga pH larutan menjadi 7. Selanjutnya, dilakukan tahap pemurnian α -selulosa dengan menggunakan 500 mL larutan NaOH pada suhu 80°C selama 30 menit. Kemudian, campuran tersebut disaring dan residunya dicuci hingga pH larutan menjadi 7. Kemudian dilakukan pemutihan menggunakan H_2O_2 pada suhu 60°C campuran tersebut disaring dan α -selulosa dicuci, Selanjutnya, α -selulosa yang dihasilkan dikeringkan di dalam oven pada suhu 60°C (Megawati dkk., 2017). Penentuan rendemen α -selulosa dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (1).

$$\text{Rendemen selulosa (\%)} = \frac{m_s}{m_b} \times 100 \quad (1)$$

Ket : m_s = massa selulosa
 m_b = massa serbuk selulosa

2.4. Alkalisasi dan Karboksimetilasi

Ditimbang selulosa sebanyak 10 gr dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer berukuran 250 mL. Kemudian, ditambahkan 100 mL aquadest ke dalam erlenmeyer tersebut. Selanjutnya, alkalisasi dilakukan dengan menambahkan larutan NaOH 30% sebanyak 10 mL secara perlahan-lahan ke dalam campuran tersebut. Proses alkalisasi dilakukan di atas hot plate dengan pengadukan pada suhu 60°C selama 1 jam kemudian dilanjutkan dengan proses karboksimetilasi. Asam trikloroasetat sebanyak 25 mL ditambahkan secara perlahan-lahan ke dalam campuran tersebut. Campuran kemudian dipanaskan pada suhu 50°C dan diaduk selama 3 jam. Setelah proses tersebut, campuran disaring dan residunya dilanjutkan ke proses penetralan (Futeri dkk., 2019).

Campuran dipindahkan ke gelas kimia setelah prosedur karboksimetilasi selesai, dan pH diukur. Kemudian, asam asetat glasial ditambahkan perlahan hingga mencapai pH netral. Setelah mencapai pH netral, campuran

tersebut disaring dan dicuci dengan aquadest. Residu yang dihasilkan direndam dalam 100 mL larutan metanol selama satu hari. Untuk membuat bubuk CMC, padatan yang tertinggal setelah tahap penyaringan dihancurkan menggunakan lesung dan alu. (Dimawarnita dkk., 2019). Rendemen CMC TKKS dapat ditentukan menggunakan persamaan (2). CMC TKKS yang dihasilkan kemudian dilakukan uji karakterisasi. Uji karakterisasi CMC hasil isolasi selulosa dari tongkos kelapa sawit meliputi uji organoleptik (tekstur, warna, bau, dan kelarutan), uji pH, viskositas, derajat substitusi, kadar NaCl, dan analisis gugus -OH menggunakan FTIR.

$$\text{Rendemen CMC TKKS (\%)} = \frac{m_{cmc}}{m_s} \times 100 \quad (2)$$

Ket : m_{cmc} = massa CMC TKKS
 m_s = massa selulosa

2.5. Rancangan Penelitian

Rancangan acak lengkap (RAL) komponen tunggal digunakan dalam penelitian ini, yaitu karakteristik CMC yang dihasilkan dari sintesis TKKS. Karakteristik tersebut meliputi beberapa parameter uji seperti evaluasi organoleptik, pengukuran pH, viskositas, derajat substitusi, tingkat kemurnian, dan analisis FTIR.

2.6. Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metodologi deskriptif untuk analisis data, yang melibatkan pengolahan data dengan menggunakan program Microsoft Excel. Analisis data fisik dilakukan dengan menggunakan metode *One Way Analysis of Variance* (ANOVA). Metode penelitian yang digunakan bertujuan untuk menggambarkan situasi yang terjadi pada saat penelitian dilakukan, yang mencakup kondisi masa sekarang atau peristiwa yang sedang berlangsung. Hasil analisis data disajikan dalam bentuk tabel, grafik, gambar, dan narasi sesuai dengan temuan yang diperoleh.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Isolasi α -Selulosa

Untuk mengisolasi α -selulosa dari tandan kosong sawit, dilakukan proses delignifikasi menggunakan pelarut HNO_3 dan NaNO_2 . Tujuan dari proses ini adalah untuk menghilangkan lignin dalam bahan sehingga selulosa yang terdapat di dalamnya dapat terbebas dari komponen lainnya. Hal ini penting dalam proses karboksimetilasi untuk

menghasilkan derajat substitusi yang tinggi. Setelah proses delignifikasi, dilakukan proses swelling menggunakan pelarut NaOH dan Na_2SO_3 untuk menghilangkan hemiselulosa. Untuk memberikan warna putih pada selulosa, pulping selanjutnya dilakukan dengan menggunakan larutan NaOCl . Namun, selulosa yang diperoleh pada tahap ini masih terdiri dari α -selulosa, β -selulosa, dan γ -selulosa. Oleh karena itu, α -selulosa harus dipisah dari β -selulosa dan γ -selulosa dengan menggunakan larutan basa kuat. Di sisi lain, α -selulosa memiliki rantai yang lebih panjang dan tidak larut dalam larutan basa kuat, sehingga dapat mengendap (Septevani dkk., 2018).

Dapat disimpulkan bahwa selulosa yang dipisahkan adalah α -selulosa berdasarkan teknik isolasi yang digunakan pada tahap hemiselulosa. Selama proses isolasi, α -selulosa yang dihasilkan memiliki warna putih kecoklatan. Untuk memutihkan selulosa tersebut, pemutihan selulosa tersebut menggunakan larutan hidrogen piroksida, sehingga menghasilkan α -selulosa yang berwarna putih. Setiap setelah pemanasan dengan pelarut, campuran tersebut disaring dan residunya dicuci secara berulang hingga pH netral. Selulosa yang dihasilkan kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C. Dua faktor utama yang harus diperhitungkan saat pembuatan CMC adalah proses karboksimetilasi dan alkalisasi karena kedua faktor tersebut mempengaruhi karakteristik CMC yang dihasilkan (Rahim dkk., 2021). Dalam proses isolasi ini, diperoleh rendemen sebesar 32.65% untuk α -selulosa yang berhasil diisolasi dari tongkos kelapa sawit.

3.2. Alkalisisasi dan Karboksimetilasi

Alkalisisasi dan karboksimetilasi adalah dua proses utama yang mempengaruhi hasil sintesis CMC. Untuk mengaktifkan substitusi reagen karboksimetilasi ke dalam struktur selulosa, alkalisasi dilakukan untuk mengembangkan struktur selulosa. Proses pengembangan struktur selulosa ini terjadi karena adanya putusnya ikatan hidrogen dalam struktur selulosa. Jika alkalisasi berjalan dengan baik, maka proses karboksimetilasi juga akan berjalan dengan baik. Namun, jika konsentrasi NaOH kurang dari 30%, alkalisasi tidak akan berjalan dengan sempurna karena banyak gugus -OH pada selulosa yang tidak teraktivasi. Hal ini akan menyebabkan hasil sintesis CMC

menjadi sedikit dan nilai derajat substitusi (DS) yang rendah (Agustriono dan Hasaanah, 2016).

Selama tahap alkalisasi, α -selulosa secara perlahan berubah warna dari krem menjadi coklat. Konsentrasi NaOH yang lebih tinggi akan menyebabkan warna campuran menjadi lebih pekat. Perubahan warna ini terjadi karena adanya reaksi antara NaOH dengan sisa lignin yang ada pada α -selulosa. Akibatnya, dilakukan proses karboksimetilasi untuk mensubstitusi gugus hidroksil pada setiap unit glukosa anhidrat dengan menggunakan reagen karboksimetilasi untuk mensubstitusi gugus hidroksil. Pada proses ini, gugus hidroksil diganti dengan gugus karboksimetil sehingga terbentuk CMC (Permadani dan Silvia, 2022).

Setelah selulosa dialkalikan, natrium monokloroasetat ditambahkan, dan campuran diaduk selama tiga jam pada suhu 50°C. Langkah selanjutnya adalah netralisasi, dimana CMC yang dihasilkan dinetralkan menggunakan asam asetat glasial. Hal ini disebabkan lingkungan basa di mana proses sintesis terjadi. Untuk membedakan CMC dari pengotor lainnya, etanol 96% digunakan untuk mencuci CMC sebelum dikeringkan. CMC kemudian dikeringkan dalam oven selama empat jam pada suhu 70°C (Permadani dan Silvia, 2022). Pada penelitian ini, rendemen TKKS CMC adalah 53,72% menggunakan natrium monokloroasetat. Telah ditemukan bahwa senyawa monokloroasetat menghasilkan rendemen yang lebih tinggi daripada senyawa trikloroasetat dalam pembuatan CMC. Untuk menjelaskan fenomena ini, sejumlah faktor perlu dipertimbangkan, seperti tingginya reaktivitas senyawa monokloroasetat (Safitri dkk., 2017).

3.3. Karakterisasi CMC

3.3.1. Uji Organoleptik

CMC adalah eter polimer selulosa anionik, berwarna putih kekuningan, tidak berbau, dan tidak memiliki rasa. Uji organoleptik CMC dari TKKS dilakukan yang meliputi pengujian bentuk, warna, bau, dan kelarutan. Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 1, dapat dilihat bahwa uji organoleptik CMC dari TKKS menghasilkan serbuk CMC yang berbentuk hablur, berwarna krim (putih kekuningan), dan tidak berbau. Hasil uji organoleptik dan kelarutan pada CMC dari TKKS sama seperti hasil pengujian CMC komersil yang memiliki bentuk hablur, berwarna putih, dan tidak berbau serta larut

dalam aquades dan sukar larut pada pelarut organik seperti alcohol dan dieti eter. Hal ini sudah memenuhi persyaratan Farmakope Indonesia Edisi V untuk syarat CMC (Kemenkes RI, 2013).

Tabel 1. Hasil uji organoleptic CMC dari limbah tongkos kelapa sawit

Parameter Fisik	CMC TKKS	Syarat (Farmakope, Ed V)
Bentuk	Hablur	Hablur
Warna	Krim	Putih
Bau	Tidak Berbau	Tidak Berbau
Kelarutan	Larut dalam Air	Larut dalam air

Panjang maksimal sebuah paper adalah 6 halaman dengan penulisan spasi tunggal, *justify*, huruf Times New Roman ukuran 11 point *reguler* dan format penulisan dua kolom. Paper menggunakan kertas ukuran A4 (210 x 297 mm) dengan penulisan batas tepi kiri, atas, kanan, dan bawah, secara berurutan masing-masing adalah 30 mm, 25 mm, 25 mm, dan 25 mm. Batas kepala dan kaki area tulisan (*header* dan *footer*) adalah 15 mm dan 13 mm. Sedangkan jarak antarkolom adalah 5 mm. Permulaan alinea ditulis menjorok ke dalam 10 mm. Semua istilah asing dicetak miring (*italic form*).

3.3.2. Uji pH

Berdasarkan hasil uji pH Tabel 2, CMC dari TKKS memiliki pH 7,3. Dalam penyimpanan, tingkat keasaman atau pH sangat mempengaruhi karakteristik suatu sampel.

Tabel 2. Parameter uji mutu kualitas CMC

Parameter	CMC TKKS	CMC (SNI 06-3726-1995)	
		Mutu 1	Mutu 2
pH	7,3	6-8	6-10
Viskositas	8,96 cP	>26 cP	<26 cP
Derajat Subtitusi	0,8	0,7 – 1,2	0,4 – 1,0
Kemurnian	99,41%	99,50 %	65 %

Kadar pH yang netral memungkinkan CMC untuk tetap stabil dan bertahan lama selama masa penyimpanan (Pujokaroni dkk., 2022). *Carboxy methyl cellulose* (CMC) SNI yang

baik dapat larut dalam air, memiliki kisaran pH 6,0 hingga 8,0, dan stabil pada kisaran pH 2 hingga 10. Berdasarkan SNI 06-3736-1995, CMC dari TKKS sudah memenuhi standart mutu I untuk pH dari CMC.

3.3.3. Viskositas

Viskositas larutan CMC diukur untuk menilai tingkat kekentalannya, yang merupakan parameter penting dalam menentukan kualitas CMC. Berdasarkan hasil analisa viskositas CMC dari TKKS menggunakan *Viscometer Oswald* didapatkan viskositas CMC TKKS sebesar 8.96 cP. Viskositas CMC yang berasal dari tandan buah kelapa sawit kosong (tongkos) lebih rendah dibandingkan dengan CMC grade I. Perbedaan ini disebabkan oleh dua faktor yaitu kemampuan CMC mengikat air dan derajat substitusinya yang rendah. CMC dengan derajat substitusi rendah cenderung lebih sulit larut sempurna, sedangkan CMC dengan kapasitas pengikatan air yang tinggi menghasilkan larutan yang lebih kental. Kedua faktor tersebut berkontribusi terhadap penurunan nilai viskositas larutan CMC, yang selanjutnya mempengaruhi kualitas dan karakteristik larutan. (Coniwanti dkk., 2015).

CMC hasil sintesis dari TKKS memenuhi standar SNI 06-3726-1995 untuk nilai viskositas CMC dan persyaratan 5-2000 cP untuk nilai viskositas larutan 1%. (Dimawarnita dkk., 2019; Pujokaroni dkk., 2022). Hal ini menunjukkan bahwa CMC dari TKKS memiliki tingkat kekentalan yang sesuai dan layak digunakan untuk berbagai aplikasi yang memerlukan sifat pengental dan stabilisasi. Meskipun viskositasnya lebih rendah dari pada CMC mutu I, tetapi memenuhi standar mutu II dengan viskositas <26 cP CMC dari TKKS tetap dapat memberikan kualitas dan karakteristik yang baik untuk penggunaannya.

3.3.4. Derajat Subsitusi

Derajat substitusi adalah parameter yang mencerminkan kualitas CMC hasil sintesis dari TKKS. Jumlah gugus hidroksil (OH) yang segera digantikan oleh natrium monokloroasetat dihitung menggunakan uji derajat substitusi sebagai bukti terbentuknya karboksimetil selulosa. Nilai derajat substitusi (DS) pada hasil pengujian CMC dari TKKS adalah 0,8 yang telah sesuai dengan standar SNI 06-3736-1995 untuk CMC mutu I yaitu 0,7-1,2. Substitusi unit glukosa pada selulosa yang belum tergantikan dapat berubah dengan penambahan

natrium monokloroasetat. Jumlah garam monokloroasetat yang membentuk pusat reaksi, yaitu gugus hidroksil dalam selulosa, akan meningkat seiring dengan penggunaan alkali yang lebih banyak. Komposisi kedua reagen, reagen karboksimetilasi dan alkalisasi, sangat penting dalam menentukan kualitas CMC yang dibuat. Efisiensi proses karboksimetilasi akan meningkat seiring dengan menurunnya polaritas. Karena kelarutan natrium hidroksida yang kurang baik dalam media reaksi, terjadi peningkatan substitusi reagen NaMCA menjadi selulosa. Nilai DS (*Degree of Substitution*) yang dihasilkan akan meningkat seiring dengan penurunan kepolaran media reaksi, hal ini menunjukkan peningkatan jumlah substitusi pada selulosa (Dimawarnita dkk., 2019).

3.3.5. Kemurnian

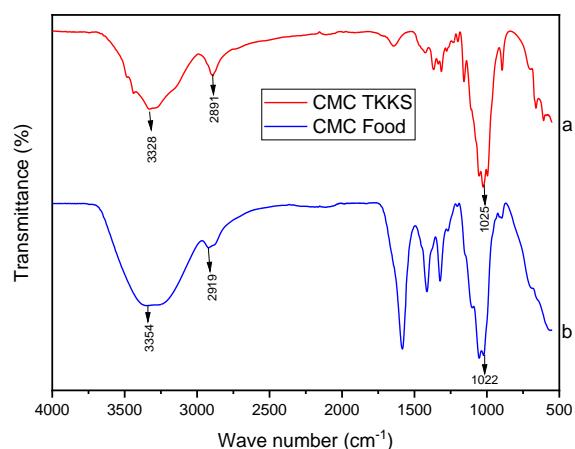
Produk sampingan dari produksi CMC adalah NaCl. Akibatnya, kuantitas produk sampingan sintesis yang dihasilkan berdampak langsung pada kemurnian TKKS CMC. NaCl merupakan produk sampingan dari proses pembuatan CMC. Jumlah NaCl sangat mempengaruhi kemurnian CMC, sehingga kemurnian CMC dapat ditentukan dengan mengetahui kadar NaCl. Semakin besar kadar NaCl, semakin rendah kemurnian CMC (Pujokaroni dkk., 2022). Teknik Mohr, terutama titrasi argentometri, digunakan untuk mengonfirmasi jumlah bahan kimia dalam larutan dan diterapkan untuk menguji keberadaan NaCl dalam CMC TKKS. Dalam teknik Mohr ini, konsentrasi NaCl diukur dengan cara menitrasikan ion klorida yang terkandung dalam NaCl menggunakan larutan AgNO_3 , sementara K_2CrO_4 digunakan sebagai indikator reaksi (Dimawarnita dkk., 2019).

Pada table 2 dapat dilihat hasil uji kemurnian CMC dari TKKS memiliki kemurnian sebesar 99,41%. Jika dilihat dari jumlah kemurnian yang dicapai, maka CMC hasil sintesis dari TKKS telah memenuhi standar mutu I. Standar SNI 06-3736-1995 menyatakan bahwa tingkat kemurnian CMC mutu I adalah 99,50%. Hasil ini menunjukkan bahwa CMC hasil sintesis masih memiliki tingkat kemurnian yang tinggi dan dapat memenuhi standar mutu untuk banyak aplikasi yang membutuhkan CMC dengan tingkat kemurnian yang baik, meskipun terdapat sedikit penyimpangan dari baku mutu I. Kemurnian CMC yang dihasilkan dapat bervariasi tergantung pada polaritas media reaksi.

Prosedur penggantian reagen alkalisasi dan karboksimetilasi akan lebih sederhana dan menghasilkan kemurnian CMC yang lebih tinggi dan produksi produk samping yang lebih sedikit jika media reaksi kurang polar (Dimawarnita dkk., 2019; Pujokaroni dkk., 2022) 2015).

3.3.6. Analisa FTIR

Hasil pembacaan analisis spektrum FTIR pada CMC TKKS panjang gelombangnya dapat ditentukan dengan menggunakan senyawa yang terbuat dari karboksimetil selulosa, dapat dilihat pada gambar 1. Selulosa memiliki gugus hidroksil (-OH), yang merupakan ciri khas. Gugus (-OH) menurut Safitri dkk (2017) berada pada kisaran bilangan gelombang 3300-3500 cm^{-1} . Berdasarkan hasil analisis gugus fungsi antara CMC TKKS dan CMC komersil tidak berbeda jauh yaitu pada bilangan gelombang 3328 cm^{-1} CMC TKKS dan 3354 cm^{-1} untuk CMC komersil dengan gugus fungsi -OH. Gugus hidrokarbon (C-H) berada pada kisaran 2800-2950 cm^{-1} .



Gambar 1. Perbandingan analisa FTIR
(a) CMC dari tongkos kelapa sawit dan
(b) CMC komersil

Pada gambar 1 dapat dilihat bilangan gelombang tidak berbeda jauh yaitu pada bilangan gelombang 2891 cm^{-1} CMC TKKS dan 2919 cm^{-1} untuk CMC komersil. Ini menunjukkan bagaimana atom oksigen dari gugus hidroksil kedua dalam rantai monomer glukosa dan atom hidrogen dari gugus hidroksil pertama dalam rantai monomer glukosa membentuk gugus ikatan hidrogen (Megawati dkk., 2017). Kemudian pada panjang gelombang 1025 cm^{-1} menunjukkan adanya ikatan tunggal C-O dan struktur dari komponen selulosa.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat dikatakan bahwa sintesis CMC dari tandan buah sawit kosong dapat dilakukan melalui proses isolasi α -selulosa, proses alkalisasi dan karboksimetilasi. CMC TKKS dilihat dari parameter derajat substitusi, pH, viskositas dan kemurniaan untuk menghasilkan CMC yang memenuhi persyaratan SNI CMC mutu 1 dan SNI CMC mutu II. Untuk parameter derajat substitusi 0,8, pH 7 dan kemurniaan 99,41%. Berdasarkan hasil analisis spectrum FTIR gugus fungsi CMC TKKS mendapatkan hasil gugus fungsi O-H, C-H, dan C-O.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustriono, F. R., & Hasaanah, A. N. (2016). Pemanfaatan Limbah Sebagai Bahan Baku Sintesis Karboksimetil Selulosa : Review. *Farmaka*, 14(3), 87–94.
- Dimawarnita, F., Panji, T., & Faramitha, Y. (2019). Peningkatan kemurnian selulosa dan karboksimetil selulosa (CMC) hasil konversi limbah TKKS melalui perlakuan NaOH 12%. *E-Journal Menara Perkebunan*, 87(2), 95–103.
- Futeri, R. (2016). *Synthesis Carboxyl Methyl Cellulose (CMC) with addition method from durian seed*. *Der Pharmacia Lettre*, 8(19), 262–268.
- Futeri, R., Samah, S. D., & Putra, R. P. (2019). *Pembuatan Cmc (Carboxy Methyl Cellulose) Dari Limbah Ampas Tebu Menggunakan Reaktor Semi Continue*. 1047–1057.
- Mahendra, A., & Mitarlis, M. (2017). Sintesis dan Karakterisasi Carboxymethyl Cellulose (CMC) dari Selulosa Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *UNESA Journal of Chemi*, 6(1), 12–26.
- Megawati, S. F. J., & Syatriani. (2017). Sintesis Natrium Karboksimetil Selulosa (Na.CMC) dari Selulosa Hasil Isolasi dari Batang Alang-Alang (*Imperata cylindrica* L.). *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Sciences*, 2(1), 13–16.
- Permadani, R. L., & Silvia, S. (2022). Sintesis Bioplastik Dari Selulosa Asetat Tongkos kelapa sawit: Sebuah Kajian. *Jurnal Integrasi Proses*, 11(2), 47.
- Pujokaroni, A. S., Marseno, D. W., & Pranoto, Y. (2022). *Synthesis and Characterization of Sodium Carboxy Methyl Cellulose from*

- Oil Palm Fruit Fibers. Journal of Tropical AgriFood.* 3(2), 101–113.:
- Rahim, E. A., Turumi, G. S., & Bahri, S. (2021). Pemanfaatan Selulosa dari Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) pada Sintesis Karboksimetil Selulosa (CMC). *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 7(2), 146–153.
- Kementerian Kesehatan RI, (2013). *Farmakope Indonesia* (Kementerian Kesehatan RI (ed.); V (lima)). Kementerian Kesehatan RI.
- Safitri, D., Rahim, E. A., Prismawiryani, & Sikanna, R. (2017). *Synthesis of Carboxymethyl Cellulose (CMS) of Durian Peel (*Durio Zibethinus*) Cellulose.* 3(1), 58–68.
- Septevani, A. A., Burhani, D., & Sudiyarmanto, S. (2018). Pengaruh Proses Pemutihan Multi Tahap Serat Selulosa Dari Limbah Tongkos kelapa sawit. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 40(2), 71.
- Tarigan, A. S., Wirjosentono, B., Zuhra, C. F., & Zulnazri. (2021). Solasi Nanoselulosa Dari Tandan Kosong Sawit Menggunakan Hidrolisis Asam Sebagai Material Biomedis. *Jurnal Klorofil*. 5(1), 1–3.