

## Sintesis dan Karakterisasi Na-CMC dari $\alpha$ -Selulosa Serabut Kelapa Sawit

Indriani<sup>\*1</sup>, Abu Hasan<sup>2</sup>, Anerasari Meydinariasty<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknologi Kimia Industri, Teknik Kimia  
Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia.  
Email: <sup>1</sup>iindriani189@gmail.com

### Abstrak

Na-CMC adalah eter polimer selulosa linier yang digunakan sebagai bahan pengental, pengemulsi dan penstabil. Salah satu bahan dasar pembuatan Na-CMC yaitu serabut kelapa sawit. Serabut kelapa sawit merupakan salah satu hasil samping terbesar yang dihasilkan dalam proses pengolahan minyak kelapa sawit dan dapat dijadikan sebagai sumber selulosa karena mengandung selulosa hingga 59,60%. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan komposisi optimal campuran media reaksi isopropanol-etanol dan konsentrasi asam trikloroasetat serta konsentrasi NaOH dengan metode yang dilakukan yaitu memvariasikan komposisi media reaksi isopropanol-etanol menjadi 20:80; 40:60; 50:50; 60:40 dan 80:20, sedangkan untuk konsentrasi asam trikloroasetat divariasikan menjadi 15%, 20% dan 25% dan untuk konsentrasi NaOH yaitu 15% dan 20%. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa komposisi optimal media reaksi pada proses sintesis Na-CMC terdapat pada campuran isopropanol-etanol 80:20 dengan konsentrasi asam trikloroasetat 25% dan konsentrasi NaOH 20% menghasilkan nilai DS yang tertinggi yaitu sebesar 0,8124 dengan kemurnian dan pH berturut-turut sebesar 99,68% dan 7,9.

**Kata kunci:** asam trikloroasetat, media reaksi, Na-CMC.

## *Synthesis and Characterization of Na-CMC from $\alpha$ -Cellulose Oil Palm Fiber*

### *Abstract*

*Na-CMC is a linear cellulose polymer ether used as a thickener, emulsifier and stabilizer. One of the basic ingredients for making Na-CMC is palm fiber. Palm fiber is one of the largest by-products produced in the palm oil processing process and can be used as a source of cellulose because it contains up to 59.60% cellulose. The purpose of this study was to obtain the optimal composition of the isopropanol-ethanol reaction media mixture and the concentration of trichloroacetic acid and the concentration of NaOH by the method used to vary the composition of the isopropanol-ethanol reaction medium to 20:80; 40:60; 50:50; 60:40 and 80:20, while the concentration of trichloroacetic acid was varied to 15%, 20% and 25% and the concentration of NaOH was 15% and 20%. The results showed that the optimal composition of the reaction medium in the Na-CMC synthesis process was found in a mixture of isopropanol-ethanol 80:20 with a concentration of 25% trichloroacetic acid and 20% NaOH concentration resulting in the highest DS value of 0.8124 with purity and pH respectively 99.68% and 7.9.*

**Keywords:** Na-CMC, reaction media, trichloroacetic acid.

## 1. PENDAHULUAN

*Sodium-Carboxymethyl Cellulose* (Na-CMC) adalah senyawa eter polimer selulosa linier yang berupa senyawa anion, bersifat biodegradable, tidak berwarna, tidak berbau, tidak beracun, berbentuk butiran atau bubuk yang larut dalam air dan tidak larut dalam larutan organik [1]. Na-CMC digunakan pada berbagai industri, seperti industri makanan, farmasi, detergen, tekstil dan produk kosmetik. Na-CMC sering digunakan sebagai bahan pengental, penstabil emulsi atau suspensi dan bahan pengikat [2].

Na-CMC merupakan turunan selulosa yang diproduksi secara komersial dalam jumlah yang lebih banyak dari pada turunan selulosa yang lainnya [3]. Penggunaan Na-CMC setiap tahunnya mengalami peningkatan yaitu tercatat data impor Na-CMC mencapai 552.532 kg perbulannya. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan masyarakat terhadap Na-CMC sangat tinggi [4].

Pada mulanya Na-CMC banyak dibuat dari selulosa kayu karena memiliki kandungan selulosa hingga 42,03-54,95% [5]. Namun, pada saat ini banyak dikembangkan Na-CMC dari bahan bukan kayu yang mengandung selulosa seperti kulit kakao [6], enceng gondok [7], dan lain-lain.

Indonesia merupakan negara dengan penghasil dan eksportir kelapa sawit terbesar dunia, dan hal ini tentunya merupakan suatu peluang untuk mendorong perekonomian Indonesia dalam pemanfaatan produk kelapa sawit dan turunannya. Namun perlu diketahui, sebagai produsen terbesar, tentunya produk samping yang dihasilkan juga sangat besar. Salah satunya adalah limbah padat serabut kelapa sawit.

Serabut kelapa sawit merupakan salah satu produk samping terbesar yang dihasilkan dalam proses pengolahan minyak kelapa sawit dan dapat dijadikan sebagai sumber selulosa. Menurut [8] 1 ton kelapa sawit mampu menghasilkan serabut (*fiber*) sebanyak 13 % atau 130 kg. Komponen utama dari serabut kelapa sawit adalah selulosa 59,6%, lignin 28,5%, protein kasar 3,6%, lemak 1,9%, abu 5,6% dan impurities 8% [9].

Pembuatan Na-CMC melibatkan dua langkah reaksi, yaitu proses alkalisasi dan eterifikasi/karboksimetilasi. Kedua proses ini berlangsung dalam fase padat pada media air atau pelarut organik. Alkalisasi dilakukan dengan menggunakan basa kuat seperti NaOH yang bertujuan agar mengaktifkan gugus-gugus OH pada molekul selulosa [2]. Sedangkan tahap karboksimetilasi terjadi pelekatan gugus-gugus karboksilat pada struktur selulosa yang dilakukan dengan menggunakan reagen asam trikloroasetat atau natrium monokloroasetat.

Dalam proses alkalisasi, selulosa ditambahkan dengan NaOH sebagai reagen alkilasi, dan sebelum alkilasi selulosa dilarutkan dalam pelarut inert (etanol atau isopropanol), yang bertindak sebagai *swelling agent* dan sebagai pengencer yang memfasilitasi penetrasi yang baik ke struktur kristal selulosa. Pada proses eterifikasi, alkali selulosa direaksikan dengan *sodium monokloroasetat* (NaMCA), atau sebagai asam bebas, asam monokloroasetat (MCA) untuk membentuk eter selulosa karboksimetil [10].

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi proses sintesis Na-CMC diantaranya konsentrasi reagen alkalisasi dan karboksimetilasi, waktu reaksi dan temperatur [11]. Selain itu, terdapat faktor lain yang juga mempengaruhi proses sintesis Na-CMC seperti jenis media reaksi yang digunakan [7]. Pemilihan jenis media reaksi didasarkan pada besar kecilnya nilai polaritas media tersebut, dimana semakin kecil polaritas media pelarut, maka efisiensi reaksi alkilasi dan karboksimetilasi akan meningkat. Hal ini dikarenakan kecilnya nilai polaritas media pelarut akan meningkatkan laju reaksi pembentukan Na-CMC dan mempengaruhi nilai derajat substitusi/derajat eterifikasi Na-CMC [7].

Permasalahan utama yang harus diselesaikan adalah menemukan komposisi optimal campuran media reaksi isopropanol-etanol dan konsentrasi asam trikloroasetat serta konsentrasi NaOH sebagai reagen agar didapat Na-CMC dengan karakteristik (derajat substitusi, kemurnian dan pH) yang tinggi.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2021 dan bertempat di Laboratorium Kimia Analisis Dasar dan Satuan Operasi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

### 2.2. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah gelas kimia 250 mL (Pyrex), erlenmeyer 250 mL(Pyrex), sievieng, grinder, cawan, desikator, hotplate stirrer, magnetic stirrer, neraca analitik, oven listrik, pH meter, stopwatch, dan termometer. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan meliputi, serabut kelapa sawit (PT Daya Semesta Agro Persada), H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10%, asam trikloroasetat (Merck), isopropanol 99,99%, etanol 96%, NaOH (Merck), asam asetat 10%, dan metanol 98%.

### 2.3. Preparasi Sampel

Sample serabut kelapa sawit di peroleh dari hasil samping industri pengolahan kelapa sawit PT Daya Semesta Agro Persada, kemudian sample dipotong dan dihaluskan menggunakan grinder, setelah itu disievieng sampai mendapatkan ukuran 50 mesh.

### 2.4. Isolasi $\alpha$ -Selulosa

250 gr sampel dimasukkan ke dalam gelas, dan ditambahkan 2,5 liter larutan NaOH dengan konsentrasi 5%. Kemudian sampel direndam selama 2 jam pada suhu 100°C sambil dilakukan pengadukan menggunakan pengaduk magnetic stirrer. Selanjutnya residu disaring, dicuci dan dikeringkan dalam oven. Sampel dimasukkan ke dalam gelas kimia dan ditambahkan larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10% kemudian pH diatur dengan penambahan NaOH 0,1 N hingga pH 9 (rasio berat selulosa terhadap volume larutan 1:10). Kemudian campuran dipanaskan pada suhu 90°C selama 90 menit (pH dijaga tetap 9 dengan penambahan NaOH 0,1 N). Selanjutnya sampel didinginkan dan disaring kemudian dicuci sampai pH netral dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C. Selulosa serabut kelapa sawit direndam dalam NaOH 17,5% ( $\pm 10^\circ\text{C}$ ) selama 1 jam lalu disaring (rasio berat selulosa terhadap volume larutan

1:10). Residu dicuci dengan NaOH 8,3% dan aquadest selanjutnya direndam dalam asam asetat 10% selama 15 menit. Terakhir residu disaring dan dicuci hingga pH netral kemudian dikeringkan.

## 2.5. Sintesis Na-CMC [7]

5 gram berat kering selulosa dimasukkan ke dalam gelas kimia 250 mL ditambahkan 100 mL pelarut isopropanol-etanol (20 : 80, 40 : 60, 50 : 50, 60 : 40, 80 : 20). Selanjutnya dilakukan proses alkalisasi dengan penambahan 20 mL larutan NaOH dan dilakukan pengadukan menggunakan magnetic stirrer selama 1 jam pada suhu 30°C. Setelah selesai dilanjutkan proses karboksimetilasi dengan menambahkan asam trikloroasetat (TCA) dengan konsentrasi 15%, 20%, dan 25%. Campuran kemudian dipanaskan dengan suhu 45°C selama 3 jam. Setelah itu campuran disaring dan residunya direndam selama 24 jam menggunakan 100 mL metanol. Kemudian ditambahkan asam cuka untuk menetralkan campuran hingga pH 7. Campuran kemudian disaring kembali dan residunya dikeringkan di dalam oven dengan suhu 70°C hingga beratnya konstan.

## 2.6. Penentuan Derajat Sibstitusi (DS) [12]

2 gram karboksimetil selulosa dicampurkan dengan 60 mL larutan etanol 95% sambil diaduk secara merata. Kemudian ke dalamnya ditambahkan 10 mL larutan HNO<sub>3</sub> 2 M dan campuran diaduk kembali selama 2 menit. Kemudian dipanaskan selama 5 menit dan diaduk kembali selama 15 menit menggunakan hotplate. Setelah itu, campuran disaring dan residunya dicuci menggunakan 30 mL larutan etanol 95% yang telah dipanaskan sampai 60°C. Kemudian mencuci kembali residu menggunakan larutan metanol dan dilanjutkan pengeringan di dalam oven pada suhu 105°C sampai 3 jam. 0,5 gram residu di masukkan di dalam erlenmeyer lalu ditambahkan 100 mL aquadest sambil diaduk. Setelah itu, ditambahkan 25 mL larutan NaOH 0,5 N, lalu dipanaskan selama 15 menit. Dalam keadaan panas, campuran tersebut dititrasi dengan larutan asam klorida 0,3 N dan menggunakan indikator pp. DS ditentukan dengan persamaan (1) dan (2) berikut [12] :

$$\%NaCMC = \frac{[(V_o - V_n)M \times 0,059 \times 100]}{m} \quad (1)$$

$$DS = \frac{162 \times \% NaCMC}{[5900 - (58 \times \% Na-CMC)]} \quad (2)$$

dimana  $V_o$  adalah volume titran blanko (mL),  $V_n$  adalah volume titran sampel (mL),  $M$  adalah konsentrasi asam klorida (M), dan  $m$  adalah massa sampel (gr).

## 2.7. Kemurnian Na-CMC [7]

1 gram Na-CMC dilarutkan dengan air sebanyak 100 mL lalu mengambil 25 mL alikot kemudian memasukkan ke dalam erlenmeyer berukuran 250 mL dan menambahkan 3 tetes indikator kalium dikromat yang selanjutnya dititrasi menggunakan AgNO<sub>3</sub>. Kemurnian Na-CMC dihitung dengan persamaan (3) dan (4) berikut [7] :

$$\% Cl = \frac{V_{titran} \times N_{titran} \times BE Cl}{gram sampel} \times 100 \quad (3)$$

$$\% kemurnian = 100 \% - \% Cl \quad (4)$$

dimana  $V_{titran}$  adalah volume AgNO<sub>3</sub> (mL),  $N_{titran}$  adalah normalitas AgNO<sub>3</sub> (N), dan BE adalah berat ekuivalen (gr/grek).

## 2.8. Penentuan Derajat Keasaman (pH)

1 gr Na-CMC dilarutkan dengan aquades 100 mL kemudian campuran dipanaskan pada suhu 60°C dan diaduk sampai larut. Campuran yang telah di panaskan didinginkan pada suhu ruang dan kemudian dilakukan penentuan pH dengan pH meter digital.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Isolasi $\alpha$ -Selulosa

Proses ekstraksi selulosa dari 250 gr serabut kelapa sawit menghasilkan  $\alpha$ -selulosa sebanyak 154 gr. Karakteristik dari  $\alpha$ -selulosa yang dihasilkan disajikan pada Tabel 1. Kemurnian  $\alpha$ -selulosa yang akan diproses menjadi Na-CMC sebesar 85,39, hal ini telah memenuhi syarat yaitu minimum >60% [13]. Selain itu, kadar  $\alpha$ -selulosa yang diperoleh cukup tinggi jika dibandingkan dengan riset [14] sebelumnya yang menggunakan limbah TKKS dimana diperoleh  $\alpha$ -selulosa sebesar 80,20%. Tingkat kemurnian  $\alpha$ -selulosa akan mempengaruhi kualitas Na-CMC yang dihasilkan, yaitu saat tingkat kemurnian  $\alpha$ -selulosa semakin tinggi maka kualitas Na-CMC yang didapat akan semakin baik [14].

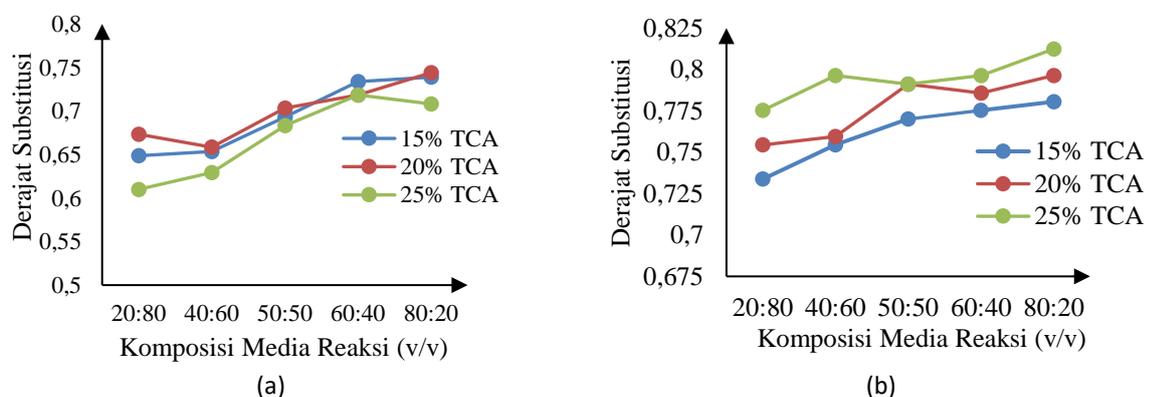
Tabel 1. Karakteristik  $\alpha$ -selulosa Serabut Kelapa Sawit

| Parameter                | Nilai            |
|--------------------------|------------------|
| Bentuk                   | Serbuk           |
| Warna                    | Putih Kekuningan |
| Bau                      | Tidak Berbau     |
| Kadar Air                | 9,8 %            |
| Kadar $\alpha$ -selulosa | 85,39 %          |

### 3.2. Penentuan Derajat Substitusi

Tujuan penentuan derajat substitusi adalah untuk mengetahui jumlah gugus -OH yang tergantikan oleh asam trikloroasetat (TCA) sebagai penanda terbentuknya Na-CMC. Menurut SNI derajat substitusi Na-CMC mutu I berada pada kisaran 0,7-1,2 sedangkan Na-CMC mutu II berada pada kisaran 0,2-0,1. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di dapat nilai derajat substitusi berkisar antara 0,61-0,81, rentang nilai ini telah sesuai dengan SNI CMC 3736-1995 mutu I dan II.

Tinggi rendahnya nilai DS yang dihasilkan berkaitan erat dengan peran media reaksi selama proses sintesis Na-CMC [7]. Pengaruh komposisi media reaksi terhadap derajat substitusi Na-CMC serabut kelapa sawit dapat dilihat pada Gambar 1.



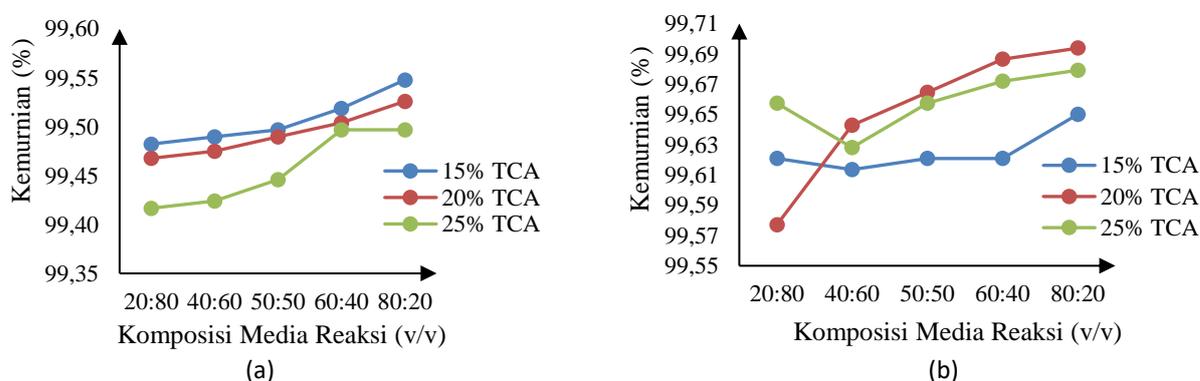
Gambar 1. (a) Pengaruh Komposisi Media Reaksi terhadap derajat Substitusi Na-CMC Variasi NaOH 15 %, (b) Pengaruh Komposisi Media Reaksi terhadap derajat Substitusi Na-CMC Variasi NaOH 20 %

Pada Gambar 1. dapat dilihat bahwa pengaruh komposisi media reaksi terhadap nilai DS adalah semakin bertambahnya volume isopropanol dalam campuran media reaksi untuk konsentrasi NaOH 15% dan 20% maka nilai DS akan semakin meningkat baik pada konsentrasi asam trikloroasetat 15%, 20% maupun 25%, hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak campuran isopropanol dalam suatu media reaksi nilai DS semakin meningkat. Dari Gambar 1. juga dapat dilihat bahwa variasi asam trikloroasetat 20% mempunyai nilai DS yang lebih tinggi dari asam trikloroasetat 15% namun lebih rendah dari asam trikloroasetat 25% (15% < 20% < 25%). Hal ini disebabkan semakin tinggi konsentrasi asam trikloroasetat maka semakin banyak tersedia gugus karboksimetil yang akan tersubstitusi pada alkil selulosa di proses karboksimetilasi/eterifikasi. Sedangkan jika ditinjau dari konsentrasi NaOH maka konsentrasi NaOH 20% (b) memiliki nilai DS lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi NaOH 15% (a). Didapatkan pula polaritas terendah Na-CMC serabut kelapa sawit terdapat

pada campuran isopropanol-Etanol 80:20 dengan konsentrasi TCA 25% dan NaOH 20% karna menghasilkan nilai DS yang tertinggi yaitu sebesar 0,8124. Hal ini disebabkan karena isopropanol memiliki nilai polaritas yang lebih kecil dibandingkan dengan etanol, sehingga semakin banyak campuran isopropanol dalam media reaksi nilai DS yang dihasilkan semakin baik. Selain itu, nilai polaritas media reaksi kecil membuat proses penghancuran struktur kristalin selulosa semakin baik sehingga dapat meningkatkan substitusi reagen ke dalam selulosa [4].

### 3.3. Kemurnian Na-CMC

Kemurnian dari Na-CMC dipengaruhi oleh banyaknya produk samping yang dihasilkan dari proses sintesis Na-CMC. Tingginya produk samping erat kaitannya oleh keberadaan media reaksi pada proses sintesis Na-CMC, yang berperan untuk mempercepat destruksi struktur kristalin selulosa dan memudahkan substitusi NaOH dalam selulosa. Pengaruh komposisi media reaksi terhadap kemurnian Na-CMC serabut kelapa sawit dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. (a) Pengaruh Komposisi Media Reaksi terhadap derajat Kemurnian Na-CMC Variasi NaOH 15 %, (b) Pengaruh Komposisi Media Reaksi terhadap derajat Kemurnian Na-CMC Variasi NaOH 20 %

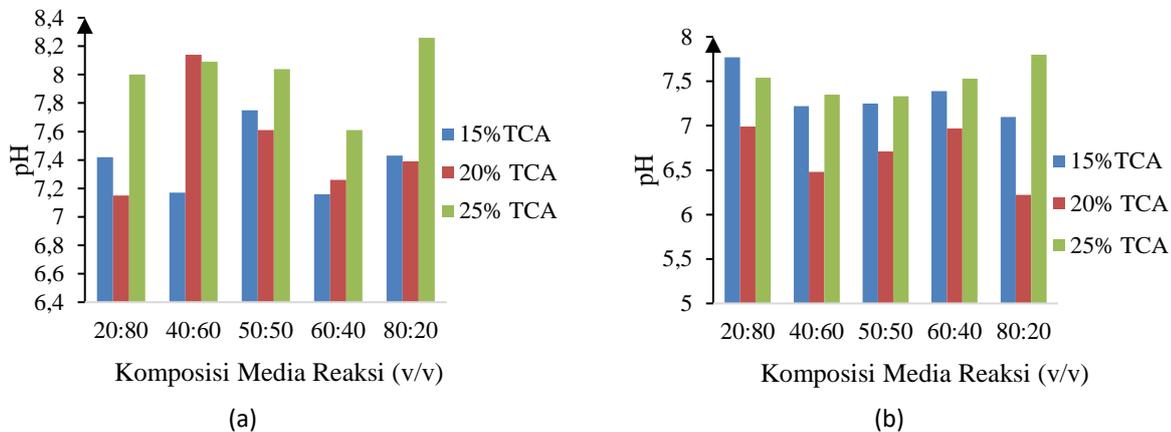
Gambar 2. menunjukkan bahwa semakin banyak isopropanol dalam media reaksi maka semakin besar kemurnian Na-CMC. Hal ini dikarenakan isopropanol memiliki rintangan sterik lebih kecil dari pada etanol sehingga pada proses alkalisasi dan karboksimetilasi konsumsi antara NaOH dan TCA untuk pembentukan Na-glikolat dan NaCl (produk samping) semakin kecil. Tingkat kemurnian Na-CMC cenderung lebih tinggi pada konsentrasi NaOH 20% dibandingkan dengan konsentrasi NaOH 15%. Jika ditinjau dari konsentrasi TCA didapat bahwa pada Gambar 2(a) semakin tinggi konsentrasi TCA maka persentase tingkat kemurnian akan semakin rendah. Sedangkan untuk Gambar 2(b) persentase tingkat kemurnian dari konsentrasi 15% TCA ke 20% TCA cenderung naik kemudian turun kembali pada konsentrasi 25% TCA. Hal ini menandakan bahwa konsentrasi TCA telah mencapai titik optimum pada konsentrasi TCA 20%. Tingkat kemurnian Na-CMC tertinggi didapatkan pada komposisi perbandingan media reaksi isopropanol-etanol 80:20 pada konsentrasi asam trikloroasetat dan konsentrasi NaOH masing-masing 20% dan 20% yaitu 99,69%.

### 3.4. Derajat Keasaman (pH)

Salah satu parameter Standar Nasional Indonesia untuk Na-CMC adalah pencantuman nilai pH. Nilai pH yang dicantumkan oleh SNI pada Na-CMC mutu I berada pada kisaran pH 6-8 sedangkan untuk mutu II berkisar antara 6-8,5. Hasil uji pH Na-CMC dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai pH fluktuatif baik pada Gambar 3(a) maupun Gambar 3(b), sehingga dapat dinyatakan bahwa tidak ada korelasi antara pH dan media reaksi. Nilai pH Na-CMC yang di dapat dari hasil penelitian yang telah dilakukan adalah berkisar 6,22-7,90, Nilai ini sesuai dengan SNI CMC 3736-1995 mutu I. Gambar 3(b) memiliki pH yang cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan Gambar 3(a), hal ini disebabkan karena tingginya konsentasi NaOH mempengaruhi nilai derajat keasaman (pH) reagen tersebut sehinnng berpengaruh terhadap Na-CMC yan dihasilkan. Gambar 3, juga menunjukkan bahwa nilai pH dari konsentrasi asam trikloroaset 15% ke 20% kemudian ke 25% berturut-turut turun naik, kenaikan pH dari konsentrasi 20% ke 25% terjadi karena terdapat reagen NaOH berlebih yang tidak bereaksi dengan selulosa dan asam trikloroasetat. Hal ini terjadi karena proses pembuatan Na-CMC pada tahap karboksimetilasi, selulosa yang sudah tersubstitusi dengan ion Na<sup>+</sup> akan bereaksi dengan asam trikloroasetat dan menghasilkan Na-CMC dan garam NaCl [4].

Semakin banyak konsentrasi asam trikloroasetat yang diberikan maka akan semakin banyak garam NaCl yang dihasilkan dan pH yang dihasilkan juga akan meningkat. Dari hal tersebut dapat dijelaskan bahwa NaCl yang dihasilkan oleh reaksi antara NaOH dan asam trikloroasetat akan meningkatkan pH Na-CMC. Selain itu, tingginya pH Na-CMC juga dapat disebabkan oleh proses netralisasi yang belum sempurna [7]



Gambar 3. (a) Tingkat Derajat Keasaman Na-CMC Variasi 15% (b) Tingkat Derajat Keasaman Na-CMC Variasi 20 %

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, untuk mendapatkan Na-CMC dengan karakteristik mutu yang tinggi komposisi optimal campuran larutan isopropanol-etanol sebagai media reaksi adalah 80:20, sedangkan untuk konsentrasi asam trikloroasetat dan konsentrasi NaOH yaitu 25% dan 20% menghasilkan Na-CMC dengan karakteristik mutu meliputi nilai DS, kemurnian dan pH yaitu berturut-turut 0,8124, 99,68 % dan 7,9.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak PT Daya Semesta Agro Perasada dan Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah membantu selama proses penelitian berlangsung.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. H. Wijaya, "Sintesis dan Karakterisasi Carboxymethyl cellulose (CMC) dari Selulosa Enceng Gondok (*Eichermia Crassipes*) dengan Media Reaksi Isopropanol-Etanol," Universitas Indonesia, Depok, 2013.
- [2] A. Wijayani, K. U and S. T., "Karakterisasi Carboxymethyl Cellulose (CMC) dari Enceng Gondok (*Eichermia Crassipes* (Mart) Solms)," *Indonesian Journal of Chemistry*, vol. 5, no. 3, pp. 228-231, 2005.
- [3] Zurharmita, s. N.D. and Mahyuddin, "Pembuatan Mikrokrystalin Selulosa dari Ampas Tebu (*Saccharum Officinarum* L.)," *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi*, vol. 17, no. 2, pp. 158-163, 2012.
- [4] S. Ayuningtiyas, D. F.D. and S. Mz, "Pembuatan Karboksimetil Selulosa dari Kulit Pisang Kepok dengan Variasi Konsentrasi Natrium Monokloroasetat, Temperatur dan Waktu Reaksi," *Jurnal Teknik Kimia USU*, vol. 6, no. 3, pp. 47-48, 2017.
- [5] Saepuloh, A. Sokaandi, G. Pari and D. Setiawan, "Komponen Kimia Sepuluh Jenis Kayu Kurang Dikenal : Kemungkinan Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol," *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, vol. 32, no. 3, pp. 209-220, 2014.
- [6] G. S. Hutomo, N. Lisisn and S. Kadir, "Hidrolisis Selulosa dari Pod Husk Kakau Menggunakan Asam Sulfat," *Jurnal Agrotekbis*, vol. 87, no. 2, pp. 95-103, 2015.
- [7] A. B. Pitaloka, N. Anis, A. Handaya and M. Nasikin, "Pembuatan CMC dari Selulosa Enceng Gondok dengan Media Reaksi Campuran Larutan Isopropanol-Isobutanol Untuk Mendapatkan Viskositas dan Kemurnian Tinggi," *Jurnal Integrasi Proses*, vol. 5, no. 2, pp. 108-114, 2015.

- [8] Mandiri, Manual Pelatihan Teknologi Energi Terbarukan, Jakarta, 2012.
- [9] Y. Koba and I. A, "Chemical Composition of Palm Fiber and Its Feasibility as Cellulosic Raw Material for Sugar Production," *Agricultural and Biological Chemistry*, vol. 54, no. 5, pp. 1183-1187, 1990.
- [10] P. Tasaso, "Optimization of Reaction Condition for Synthesis of Carboxymethyl Cellulose from Oil Palm Fronds," *International Journal of Chemical Engineering and Application*, vol. 6, no. 2, pp. 101-112, 2015.
- [11] R. Wardani, Kawiji and Siswanti, "Kajian Variasi Konsentrasi CMC (Carboxyl Methyl Cellulose) Terhadap Karakteristik Sensoris, Fisik dan Kimia Selai Umbi Bit (Beta Vulgaris L.) dengan Penambahan Ekstrak Kayu Manis (Cinnamomum sp.)," *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, vol. 11, no. 1, pp. 11-19, 2018.
- [12] N. Nur'ain and A. Ridhay, "Optimasi Kondisi Reaksi untuk Sintesis Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Batang Jagung (Zea Mays L.)," *Riset Kimia*, vol. 3, no. 2, pp. 112-121, 2017.
- [13] A. H. Saputra, L. Qodhayna and Pitaloka, "Synthesis and Characterization of Carboxymethyl Cellulose (CMC) from Water Hyacinth Using Ethanol-Isobutyl Alcohol Mixture as the Solvents," *International Journal of Chemical Engineering and Application*, vol. 5, no. 1, pp. 36-40, 2014.
- [14] F. Y. Dimawarnita, Paramtha and Tri-Panji, "Peningkatan Kermurnian Selulosa dan Karboksimetil Selulosa (CMC) Hasil Konversi Limbah TKKS Melalui Perlakuan NaOH 12%," *Menara Perkebunan*, vol. 87, no. 2, pp. 95-103, 2019.