

Plastik Biodegradable Berbasis Carboxymethyl Cellulose dari Ampas Tebu

Etyka Rahmasari¹, Mustain Zamhari², Idha Silviyati³

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Kimia Industri, Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia
Email: ¹etykarahmaa@gmail.com, ²mz.oetara1961@gmail.com, ³idha.silviyati@polsri.ac.id

Abstrak

Penumpukan sampah plastik sintetik pada lingkungan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, guna menanggulangi hal tersebut maka munculah inovasi untuk mengganti penggunaan plastik sintetik dengan plastik *biodegradable*. Biopolimer yang berpotensi sebagai bahan baku *carboxymethyl cellulose* adalah ampas tebu yang mengandung selulosa mencapai 40-50%. Selulosa yang digunakan sebagai bahan baku plastik *biodegradable* harus diturunkan terlebih dahulu. Salah satu turunan selulosa adalah *Carboxymethyl Cellulose* (CMC). *Carboxymethyl Cellulose* adalah eter polimer selulosa berbentuk linier, bersifat *biodegradable*, dan tidak beracun. Sintesis CMC dilakukan dengan reaksi alkalisasi dan karboksimetilasi menggunakan media pelarut. Pembuatan CMC diawali dengan ekstraksi selulosa ampas tebu, kemudian selulosa melalui proses alkalisasi menggunakan NaOH konsentrasi 5%, 15%, 25%, 35%, dan 45% dalam media reaksi berupa isopropanol. Tahap berikutnya adalah proses karboksimetilasi menggunakan asam trikloroasetat (TCA) konsentrasi 15%, 20%, dan 25%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Carboxymethyl Cellulose* yang didapatkan telah memenuhi SNI 06-3736-1995 adalah pada konsentrasi NaOH 35% dan konsentrasi asam trikloroasetat 20% dengan hasil analisis derajat substitusi, kemurnian, dan pH berturut-turut yaitu 0,82, 99,80%, dan 7,02. Penambahan *Carboxymethyl Cellulose* berpengaruh terhadap kemampuan plastik *biodegradable* dimana dari hasil pengamatan plastik *biodegradable* yang dihasilkan dapat terdegradasi 100% dalam 4 hari dengan nilai kuat tarik sebesar 6,946 MPa, dan %elongasi sebesar 12%.

Kata kunci: Ampas Tebu, Asam Trikloroasetat, *Carboxymethyl Cellulose*, Plastik Biodegradable, Selulosa.

Plastic Biodegradable Based on Carboxymethyl Cellulose from Bagasse

Abstract

Accumulation of synthetic plastic waste in the environment can cause environmental pollution, in order to overcome this, an innovation has emerged to replace the use of synthetic plastics with biodegradable plastics. Biopolymers that have the potential as raw materials for carboxymethyl cellulose are bagasse which contains 40-50% cellulose. Cellulose which is used as raw material for biodegradable plastics must be degraded first. One of the cellulose derivatives is Carboxymethyl Cellulose (CMC). Carboxymethyl Cellulose is a linear cellulose polymer ether, biodegradable and non-toxic. Synthesis of CMC was carried out by alkalization and carboxymethylation reactions using solvent media. The process of making CMC begins with the extraction of bagasse cellulose, then the cellulose is produced through an alkalization process using 5%, 15%, 25%, 35%, and 45% NaOH solutions in a reaction medium in the form of isopropanol. The next step is the carboxymethylation used trichloroacetic acid (TCA) with variations of 15%, 20%, and 25%. The results showed that Carboxymethyl Cellulose obtained had met SNI 06-3736-1995 at a concentration of 35% NaOH and 20% trichloroacetic acid concentration with the result analysis is degree of substitution, purity, and pH respectively 0.82, 99.80%, and 7.02. The addition of Carboxymethyl Cellulose has an effect on the ability of biodegradable plastics where from the observation the resulting biodegradable plastic can be degraded 100% in 4 days with a tensile strength value is 6.946 MPa, and an elongation is 12%.

Keywords: Bagasse, Carboxymethyl Cellulose, Cellulose, Plastic Biodegradable, Trichloroacetic Acid.

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan plastik memiliki peranan dalam kehidupan, dimana plastik tidak dapat dipisahkan dari perkembangan industri dan sikap konsumerisme masyarakat. Seiring dengan meningkatnya penggunaan plastik, jumlah kasus pencemaran lingkungan yang disebabkan penggunaan sampah plastik juga akan meningkat. Total sampah plastik di Indonesia per hari nya dapat mencapai 189.000 ton, dimana sekitar 28,4 ribu ton merupakan

sampah plastik [1]. Plastik dengan bahan baku polimer sintetik akan terurai dalam waktu puluhan sampai ratusan tahun dan dapat mencemari lingkungan apabila plastik dibakar. Dari permasalahan tersebut, maka munculah usulan upaya guna mengurangi kasus pencemaran yang timbul akibat penggunaan sampah plastik yaitu dengan mengganti penggunaan plastik sintetik dengan plastik berbahan dasar dari alam yang aman dan mudah terurai apabila di buang pada lingkungan yaitu plastik *biodegradable*.

Dalam beberapa tahun terakhir, permintaan global untuk plastik *biodegradable* berbasis gula, pati, dan selulosa telah meningkat [2]. Faktor signifikan yang dipengaruhi oleh bahan kemasan tergantung pada kekuatan mekanik, permeabilitas terhadap minyak, air, oksigen, aksi mikroba selama penyimpanan dan distribusinya serta faktor penting lainnya seperti daur ulang, biaya material, sifat sekali pakai, dan keberlanjutan. Pada masa yang akan datang, polimer *biodegradable* ini banyak diantisipasi untuk menggantikan polimer konvensional dalam aplikasi pengemasan. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan terkait pembuatan plastik *biodegradable* sebagian besar menggunakan pati sebagai bahan bakunya. Namun, penggunaan pati sebagai bahan baku juga dapat menimbulkan masalah baru, dimana pati merupakan sumber pangan manusia sehingga tidak menutup kemungkinan akan terjadi krisis pangan. Plastik *biodegradable* berbahan dasar pati juga memiliki kelemahan yaitu kekuatan mekanik yang rendah serta bersifat hidrofilik (dapat berikatan dengan air) [3]. Oleh karena itu, untuk memperbaiki kelemahan tersebut diperlukan alternatif untuk mengganti penggunaan pati dengan selulosa.

Kelebihan penggunaan selulosa dalam pembuatan plastik *biodegradable* adalah dikarenakan selulosa memiliki nilai kekuatan tarik tinggi serta dapat meningkatkan sifat mekanik pada plastik *biodegradable* [4]. Selulosa adalah polimer organik yang bersifat biokompatibel dan ramah terhadap lingkungan karena memiliki sifat *biodegradable*, tidak beracun, serta dapat diperbaharui. Selulosa sukar larut dalam kebanyakan pelarut [5]. Sehingga untuk membentuk plastik *biodegradable*, selulosa yang telah didapat akan melalui tahap alkalisasi dan karboksimetilasi untuk menjadi *Carboxymethyl Cellulose* terlebih dahulu.

CMC adalah turunan selulosa yang memiliki ciri berantai lurus dan larut dalam air. Pada industri, CMC digunakan sebagai pengental, penstabil emulsi, dan stabilisator. Berdasarkan hasil penelitian, ampas tebu memiliki kandungan selulosa tinggi tetapi pemanfaatannya masih kurang maksimal. Sumatera selatan memiliki potensi tebu yang baik, data yang didapat pada tahun 2020 produksi tebu mencapai 27.600 ton, lalu pada tahun 2021 naik menjadi 28.200 ton. Total lahan yang digunakan untuk penanaman tebu di Sumatera Selatan 27.307 Ha [6]. Hasil analisis komponen serat ampas tebu adalah selulosa 40-50%, hemiselulosa 25-35%, dan lignin 15-20% [7]. Dilihat dari peluang tersebut, maka ampas tebu memiliki potensi sangat baik untuk bahan baku pembuatan *Carboxymethyl Cellulose* yang akan menjadi *filler* pada pembuatan plastik *biodegradable*.

Berdasarkan latar belakang tersebut, untuk menggunakan selulosa sebagai bahan pada pembuatan plastik *biodegradable* maka harus diturunkan terlebih dahulu menjadi turunan selulosa yaitu *Carboxymethyl Cellulose* agar larut dalam pelarut yang digunakan. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan *Carboxymethyl Cellulose* yang sesuai SNI 06-3736-1995 dengan melakukan variasi konsentrasi NaOH (5, 15, 25, 35, dan 45)% dan asam trikloroasetat (15, 20, dan 25)% sehingga akan didapatkan perlakuan optimum untuk pembuatan plastik *biodegradable* serta menguji pengaruh penggunaan *Carboxymethyl Cellulose* dari ampas tebu terhadap kemampuan biodegradasi pada plastik *biodegradable*.

2. METODE PENELITIAN

Bahan-bahan yang digunakan meliputi ampas tebu, NaOH, H₂O₂, NaOCl, asam trikloroasetat, metanol, etanol, HNO₃, aquadest, K₂CrO₇, H₂SO₄, indikator ferroin, asam asetat glassial, aseton, indikator pp, HCl, (NH₄)₂Fe(SO₄)₂.6H₂O, AgNO₃, pati, dan sorbitol.

Penelitian dilakukan dengan melalui tahap preparasi ampas tebu sebagai bahan baku, ekstraksi selulosa ampas tebu, sintesis *caboxymethyl cellulose* dari ampas tebu, dan pembuatan plastik *biodegradable*. Preparasi ampas tebu diawali dengan melakukan proses penjemuran dengan bantuan sinar matahari selama 2 hari. Setelah ampas tebu kering, ampas tebu dihaluskan menggunakan blender lalu kemudian dilakukan sieving untuk mendapatkan ampas tebu dengan ukuran ±30 mesh. Serbuk ampas tebu yang diperoleh ditimbang untuk mengetahui berat keringnya.

Lalu kemudian dilanjutkan dengan proses ekstraksi. Proses ekstraksi ampas tebu dilakukan melalui dua tahap yaitu delignifikasi dan bleaching. Proses delignifikasi dilakukan guna memisahkan selulosa ampas tebu yang diinginkan dari zat lain yang terkandung di dalam ampas tebu. Proses bleaching dilakukan untuk memutihkan pulp hasil delignifikasi yang memiliki warna gelap serta menghilangkan lignin yang masih terdapat pada pulp. Pada proses delignifikasi, 50 gr ampas tebu ditambahkan 800 mL larutan NaOH 10% sampai ampas tebu terendam sempurna. Lalu dilakukan proses pemanasan di atas hotplate selama 2 jam pada suhu 100°C dengan kecepatan pengadukan sebesar 200 rpm. Pulp yang terbentuk dipisahkan menggunakan penyaring vacuum. Kemudian hasil pulp yang telah dipisahkan dengan penyaring vacuum dan dicuci menggunakan aquadest.

Pulp hasil delignifikasi kemudian melalui tahap *bleaching* dimana hasil pulp hasil delignifikasi dilarutkan ke dalam larutan H₂O₂ 2% sebanyak 1 L. Kemudian menambahkan NaOCl 5% sebanyak 125 ml. Lalu memanaskan larutan selama 2 jam pada suhu 60°C di atas hotplate. Setelah itu menyaring residu menggunakan penyaring vacuum, kemudian residu dicuci menggunakan aquadest. Residu hasil penyaringan di oven pada suhu 105°C selama 1 jam. Setelah 1 jam, selulosa kemudian diblender lalu diayak dengan ukuran ±30 mesh. Selulosa yang telah diblender kemudian dianalisa yang meliputi analisa kadar air dan kadar selulosa.

Selulosa yang diperoleh digunakan untuk proses pembuatan *carboxymethyl cellulose*. Sintesis *carboxymethyl cellulose* melalui dua tahapan yaitu proses alkalisasi dan proses karboksimetilasi. Proses alkalisasi akan digunakan NaOH sebagai reagen alkalisasi dan pada proses karboksimetilasi akan digunakan asam trikloroasetat sebagai reagen karboksimetilasi.

Proses sintesis *carboxymethyl cellulose* dilakukan dengan menimbang 5 gram selulosa ampas tebu. Kemudian menambahkan 100 mL isopropanol sebagai media reaksi. Lalu melakukan proses alkalisasi dengan menambahkan 20 mL NaOH (5%, 15%, 25%, 35%, dan 45%) ke dalam campuran. Setelah itu melakukan proses pemanasan di atas hotplate sambil dilakukan pengadukan menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan 200 rpm dengan suhu 30°C selama 1 jam. Kemudian ditambahkan 20 mL asam trikloroasetat (15%, 20%, dan 25%) ke dalam campuran. Lalu campuran dipanaskan menggunakan hotplate dengan suhu 45°C selama 4 jam. Campuran yang telah dipanaskan disaring menggunakan kertas saring. Residu diambil dan direndam menggunakan 100 mL metanol 70% lalu dinetralkan menggunakan asam asetat glassial sampai pH 7. Setelah didapatkan pH 7, larutan kemudian dibiarkan selama 24 jam dalam posisi pada bagian atas gelas kimia tertutup aluminium foil. Setelah 24 jam, larutan disaring kemudian residunya di oven dengan suhu 70°C selama 1 jam. *Carboxymethyl cellulose* dari ampas tebu dianalisa yang meliputi analisa derajat substitusi, pH, dan kadar kemurnian.

Setelah diperoleh satu sampel terbaik *carboxymethyl cellulose*, maka akan dilanjutkan proses pembuatan plastik *biodegradable*. Lalu ditambahkan pati dengan perbandingan 1,5:1 sebesar 2 gr. Lalu menambahkan sorbitol sebanyak 30 ml dalam 100 ml aquadest ke dalam campuran. Kemudian melakukan pemanasan di atas hotplate dengan suhu 90°C sambil dilakukan pengadukan menggunakan magnetic stirrer sampai larutan mengental dan homogen. Setelah homogen, larutan dituangkan pada plat kaca lalu dilakukan pengeringan menggunakan oven pada suhu 55°C sampai kering dan plastik sudah dapat dipisahkan dari plat kaca. Plastik *biodegradable* yang telah kering kemudian dipisahkan dari plat kaca. Plastik *biodegradable* akan dilakukan analisa meliputi uji biodegradasi, uji kuat tarik, dan uji elongasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. α-Selulosa Ampas Tebu

Bahan baku yang digunakan pada pembuatan *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) adalah α-selulosa ampas tebu. Tebu yang digunakan adalah jenis tebu hijau yang berasal dari Kota Palembang. Hasil analisis α-selulosa ditabulasikan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Karakteristik α-selulosa Ampas Tebu

Parameter	Hasil
Penampakan fisik	Serbuk
Warna	Putih Gading
Bau	Tidak Berbau
Kadar air	11%
Kadar α-selulosa	82,83%

3.2. Carboxymethyl Cellulose dari Ampas Tebu



Gambar 1. *Carboxymethyl Cellulose* dari Ampas Tebu

Penelitian ini menghasilkan produk *Carboxymethyl Cellulose* yang memenuhi SNI 06-3736:1995. Produk *carboxymethyl cellulose* dari ampas tebu dapat dilihat pada gambar 1 diatas.

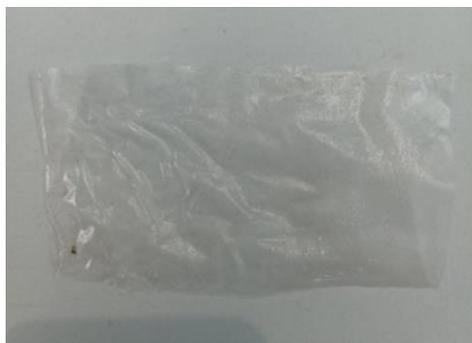
Produk *carboxymethyl cellulose* yang diperoleh memiliki karakteristik yaitu berwarna putih gading, berbentuk serbuk, tidak memiliki bau, dan dapat larut dalam air. Dari hasil penelitian didapatkan satu sampel terbaik yang memenuhi SNI 06-3736:1995 dimana memiliki karakteristik sebagai berikut:

Tabel 2. Karakteristik Sampel Terbaik *Carboxymethyl Cellulose* dari Ampas Tebu

Parameter	Nilai
pH	7,02
Derajat Substitusi	0,82
Kemurnian	99,80%

3.3. Plastik *Biodegradable*

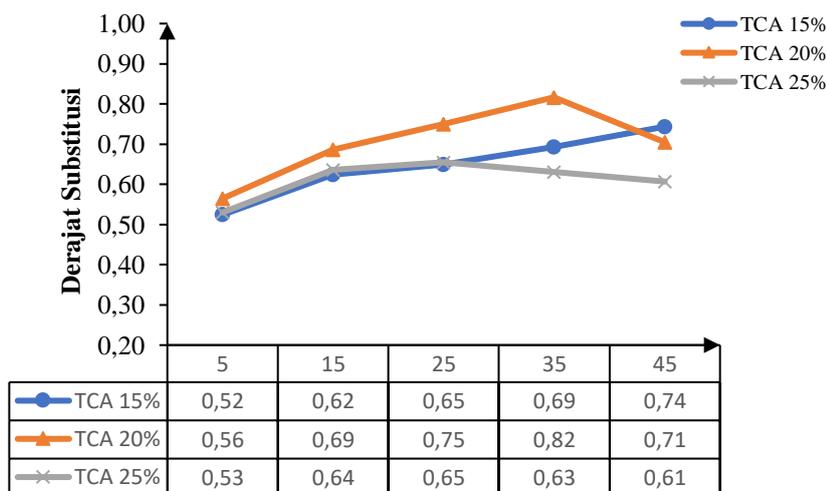
Produk plastik *biodegradable* hasil pengaplikasian *carboxymethyl cellulose* dari ampas tebu. dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 2. Plastik *Biodegradable* Berbasis *Carboxymethyl Cellulose* Ampas Tebu

3.4. Pengaruh %Konsentrasi NaOH dan Konsentrasi Asam Trikloroasetat terhadap Derajat Substitusi

Analisa derajat substitusi bertujuan untuk mengetahui besarnya gugus hidroksil yaitu (-OH) pada alkali selulosa yang tergantikan oleh asam trikloroasetat (TCA), hal ini menjadi penanda telah terbentuknya *carboxymethyl cellulose*. Menurut SNI 06-3736:1995, nilai derajat substitusi CMC pada mutu I berada pada kisaran 0,7-1,2 dan mutu II berada pada kisaran 0,2-1.



Gambar 3. Pengaruh %Konsentrasi NaOH dan Konsentrasi Asam Trikloroasetat terhadap Derajat Substitusi *Carboxymethyl Cellulose* dari Ampas Tebu

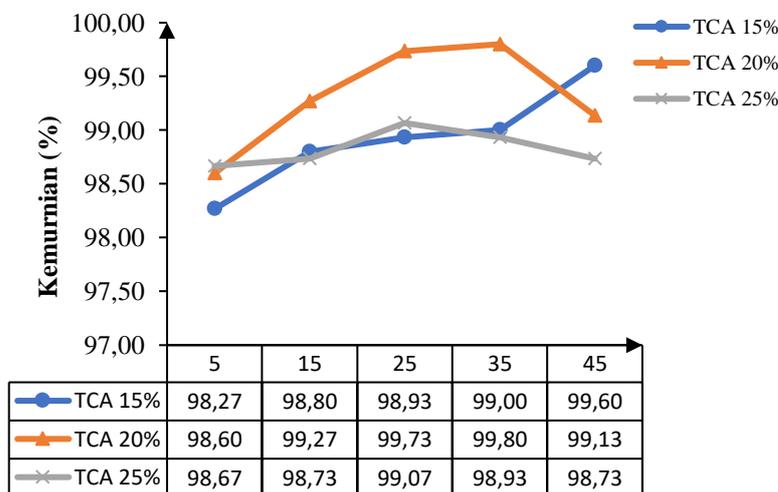
Nilai derajat substitusi yang tinggi dan rendah dipengaruhi oleh peran konsentrasi NaOH selama proses alkalisasi pada sintesis CMC berlangsung. Peran NaOH pada proses ini yaitu mengaktifkan gugus-gugus

hidroksil (-OH) pada selulosa. Larutan NaOH akan membentuk lapisan di sekitar selulosa lalu akan mengkonversi selulosa menjadi alkali selulosa [8]. Pada proses alkalisasi, selulosa akan mengalami proses pengembangan yang erat kaitannya dengan tingkat keberhasilan proses selanjutnya yaitu proses karboksimetilasi. Proses karboksimetilasi akan sempurna apabila proses aktivasi selulosa berlangsung sempurna. Pengaruh %konsentrasi NaOH dan konsentrasi asam trikloroasetat terhadap derajat substitusi *carboxymethyl cellulose* dari ampas tebu dapat dilihat pada Gambar 3.

Pada Gambar 3. dapat dilihat bahwa nilai derajat substitusi yang didapat adalah berkisar antara 0,52-0,82, pada grafik ini terlihat bahwa pada setiap konsentrasi asam trikloroasetat (15%, 20% dan 25%) nilai derajat substitusi mengalami kenaikan dan penurunan seiring besarnya konsentrasi NaOH pada saat proses alkalisasi. Hal ini disebabkan karena pada proses alkalisasi dengan konsentrasi NaOH <30% akan menyebabkan perubahan selulosa menjadi alkali selulosa berjalan tidak sempurna disebabkan karena banyaknya gugus -OH pada selulosa yang tidak teraktivasi, sehingga *carboxymethyl cellulose* yang dihasilkan sedikit dan akan menyebabkan nilai derajat substitusi yang rendah. Selaras dengan penelitian [9] dan [10], terlalu rendahnya konsentrasi NaOH akan membatasi konversi selulosa menjadi alkali selulosa sehingga akan berpengaruh besar terhadap proses karboksimetilasi. Selain itu, penurunan nilai DS pada konsentrasi asam trikloroasetat (TCA) terjadi karna adanya pembentukan senyawa lain (hasil samping) berupa garam NaCl. Pembentukan produk samping ini, menurut [11] terjadi karna alkalisasi selulosa telah sampai pada batas kritis reaksi. Derajat substitusi sangat berhubungan erat dengan jumlah produk yang dihasilkan dimana semakin tinggi nilai derajat substitusi maka semakin banyak produk yang dihasilkan dalam hal ini dinyatakan dengan persen rendemen. Persentase rendemen yang besar menjadi parameter yang penting dalam penilaian kualitas dari CMC. Semakin tinggi persentase rendemen semakin baik kualitas CMC.

3.5. Pengaruh %Konsentrasi NaOH dan Konsentrasi Asam Trikloroasetat terhadap Kemurnian

Analisa Kemurnian bertujuan untuk mengetahui besar produk samping yang terbentuk dari proses sintesis CMC. Produk samping yang diperoleh yaitu natrium klorida (NaCl) dan natrium glikolat (HOCH₂COONa). Semakin kecil besar produk samping yang dihasilkan maka akan semakin tinggi persentase kemurnian CMC. Kemurnian CMC dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi NaOH pada sistem dan konsentrasi asam trikloroasetat. Pengaruh %konsentrasi NaOH dan konsentrasi asam trikloroasetat terhadap kemurnian *carboxymethyl cellulose* dari ampas tebu dapat dilihat pada Gambar 4.



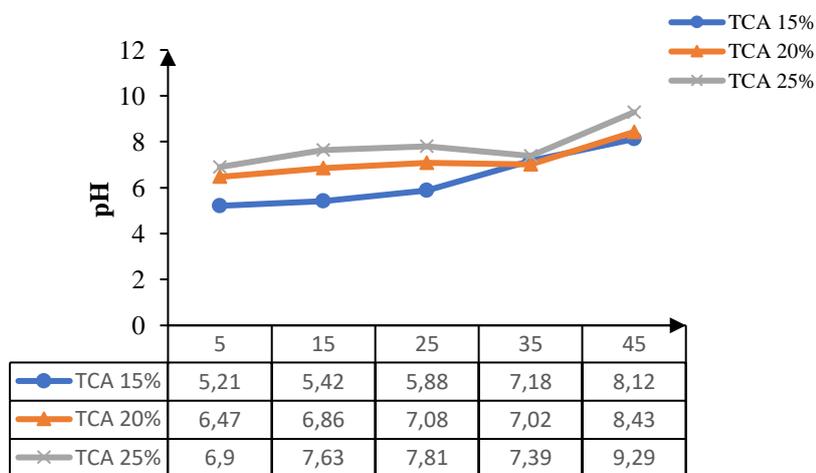
Gambar 4. Pengaruh %Konsentrasi NaOH dan Konsentrasi Asam Trikloroasetat terhadap Kemurnian *Carboxymethyl Cellulose* dari Ampas Tebu

Dapat dilihat dari Gambar 4 bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOH, semakin tinggi kemurnian CMC. Tingginya kemurnian CMC yang diperoleh disebabkan rendahnya konsentrasi NaOH dan TCA yang bereaksi membentuk Na-glikolat dan NaCl. Oleh karena itu, peningkatan konsentrasi pereaksi karboksimetilasi menurunkan kemurnian CMC dan meningkatkan NaCl dan HOCH₂COONa. Dalam hal ini, kemurnian yang rendah terjadi diakibatkan semakin banyaknya NaCl yang terbentuk dari CMC. Kemurnian berhubungan dengan derajat substitusi, dimana jumlah reagen karboksimetilasi mempengaruhi substitusi unit anhidroglukosa pada selulosa. Berdasarkan SNI CMC 06-3736:1995, kemurnian CMC untuk mutu I adalah >99,5% dan untuk mutu II adalah > 65%. Hasil penelitian menunjukkan kemurnian tertinggi terdapat pada konsentrasi NaOH 35% dengan

konsentrasi asam trikloroasetat 20% yaitu 99,80%. Rendahnya persentase kemurnian CMC erat kaitannya dengan keadaan selulosa, dimana struktur selulosa berubah menjadi struktur kristal yang berbeda. Hal ini disebabkan karena selulosa sulit ditembus oleh asam trikloroasetat (TCA), maka sebagian besar TCA tetap berada dalam isopropanol lalu bereaksi dengan NaOH membentuk natrium glikolat dan NaCl.

3.6. Pengaruh %Konsentrasi NaOH dan Konsentrasi Asam Trikloroasetat terhadap Derajat Keasaman

Uji penetapan pH bertujuan untuk mengetahui tingkat keasaman setelah selulosa dilakukan proses sintesis menjadi CMC. Hal ini dikarenakan pH dapat mempengaruhi sifat dari CMC yang dihasilkan. [12] menyatakan pH CMC dengan stabilitas terbaik pada pH 7 - 9, pH CMC dia.....hjjjtas 10 akan menyebabkan CMC mengalami penurunan viskositas, sedangkan pH CMC dibawah 4, CMC menjadi kurang larut dan viskositas meningkat secara signifikan. Pengaruh %konsentrasi NaOH dan konsentrasi asam trikloroasetat terhadap derajat keasaman *carboxymethyl cellulose* dari ampas tebu dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh konsentrasi NaOH dan konsentrasi asam trikloroasetat terhadap derajat keasaman *Carboxymethyl Cellulose* dari Ampas Tebu

Pada Gambar 5. dapat dilihat bahwa nilai pH CMC ampas tebu mengalami fluktuatif. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan nilai pH CMC yang di dapat adalah berkisar 5,21-9,29. Nilai pH yang tinggi ini disebabkan karena konsentrasi NaOH yang berlebih mengakibatkan NaOH tidak bereaksi dengan selulosa dan asam trikloroasetat. [13] menjelaskan bahwa pada tahap karboksimetilasi, selulosa akan tersubstitusi dengan Na⁺ dan bereaksi dengan asam trikloroasetat menghasilkan CMC dan produk samping yaitu NaCl. Semakin tinggi konsentrasi asam trikloroasetat maka akan semakin tinggi kandungan Cl serta meningkatkan pH. Nilai pH yang tinggi juga dapat disebabkan karena proses penetralan pH setelah proses karboksimetilasi yang belum maksimal. Selaras dengan penelitian [11], tingginya pH juga dapat disebabkan oleh proses netralisasi pH menggunakan asam asetat glassial dan metanol yang belum sempurna. Semakin tinggi variasi konsentrasi NaOH maka dibutuhkan asam asetat glassial yang besar untuk menetralkan pH nya.

3.7. Pengaruh Penggunaan *Carboxymethyl Cellulose* terhadap Plastik *Biodegradable*

Proses pembuatan plastik *biodegradable* dilakukan dengan menggunakan sorbitol sebagai plasticizer. Penggunaan sorbitol sebagai plasticizer dapat meningkatkan kuat tarik plastik *biodegradable*. CMC dalam pembuatan plastik *biodegradable* ditambahkan sebagai filler yang dapat meningkatkan gaya tarik menarik antar molekul penyusun plastik *biodegradable*. Gugus hidroksil pada CMC akan saling mengikat dengan ikatan hidrogen antar dan intra molekul selulosa sehingga lapisan plastik *biodegradable* lebih kuat. *Carboxymethyl cellulose* (CMC) adalah salah satu polisakarida yang paling umum digunakan untuk membuat film yang dapat terurai secara hayati karena biaya rendah, non-toksisitas dan menghasilkan sifat film yang baik. Dari hasil penelitian, hasil pengaplikasian *Carboxymethyl Cellulose* ampas tebu pada plastik *biodegradable* diperoleh karakteristik yang sesuai dengan standar mutu yang dikemukakan oleh [14] yaitu dengan nilai kuat tarik 6,946 MPa, persen elongasi sebesar 12% serta plastik *biodegradable* mampu terdegradasi 100% dalam 4 hari. Apabila dibandingkan dengan penelitian serupa [14] dimana plastik *biodegradable* dapat terdegradasi 100% selama 21 hari.

4. KESIMPULAN

Konsentrasi NaOH dan konsentrasi asam trikloroasetat yang terbaik dan dapat diaplikasikan untuk pembuatan plastik *biodegradable* adalah konsentrasi asam trikloroasetat 20% dan konsentrasi NaOH 35% dengan hasil analisis pH 7,02, kemurnian 99,80, dan derajat substitusi 0,82. Hasil analisis kadar klorida memiliki rentang yang sesuai mutu SNI 06-3736-1995 yaitu 0,20%. Penggunaan *Carboxymethyl Cellulose* berpengaruh terhadap sifat mekanik dan kemampuan biodegradasi plastik *biodegradable* dimana plastik *biodegradable* yang dihasilkan dapat terdegradasi 100% dalam 4 hari, kuat tarik sebesar 6,946 MPa, dan %elongasi sebesar 12%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Tantika, A. N. Lasman, and E. Maulana, "Analisis Konversi Lmbah Plastik LDPE (Low Density Polyethylen) Dengan Metode Pirolis Menjadi Bahan Bakar Alternatif," *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, vol. 11, no. 2, pp. 75-79, 2021, doi.org/10.35814/teknobiz.v11i2.2461.
- [2] J. S. Yaradoddi, N. R. Banapurmath, S. V. Ganachari, M. E. M. Soudagar, N. M. Mubarak, S. Hallad, and H. Fayaz, "Biodegradable carboxymethyl cellulose based material for sustainable packaging application," *Scientific reports*, vol. 10, no. 1, pp. 1-13, 2020, doi.org/10.1038/s41598-020-78912-z.
- [3] A. H. D. Abdullah, B. Firdiana, R. C. Nissa, R. Satoto, M. Karina, D. Fransiska, and Ismadi, "Effect of κ -Carrageenan on Mechanical, Thermal and Biodegradable Properties of Starch-Carboxymethyl Cellulose (CMC) Bioplastic," *Cellulose Chemistry and Technology*, vol. 55, no. 9-10, pp. 1109-1117, 2021.
- [4] J. Han, S. H. Shin, K. M. Park, and K. M. Kim, "Characterization of physical, mechanical, and antioxidant properties of soy protein-based bioplastic films containing carboxymethylcellulose and catechin," *Food Science and Biotechnology*, vol. 24, no. 3, pp. 939-945, 2015.
- [5] D. P. Dewanti, "Potensi Selulosa dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Bahan Baku Bioplastik Ramah Lingkungan Cellulose Potential of Empty Fruit Bunches Waste as The Raw Material of Bioplastics Environmentally Friendly," *Jurnal Teknologi Lingkungan*, vol. 19, no. 1, 2018.
- [6] Badan Pusat Statistik, *Statistik Indonesia: Statistical Yearbook of Indonesia 2022*. Badan Pusat Statistik Jakarta.
- [7] S. A. Asl, M. Mousavi, and M. Labbafi, "Synthesis and characterization of carboxymethyl cellulose from sugarcane bagasse," *Journal of food processing and technology*, vol. 8, no. 8, 2017.
- [8] S. Ayuningtiyas, F. D. Desiyana, M. Z. Siswarni, "Pembuatan Karboksimetil Selulosa dari Kulit Pisang Kepok dengan Variasi Konsentrasi Natrium Hidroksida, Natrium Monokloroasetat, Temperatur dan Waktu Reaksi", *Jurnal Teknik Kimia USU*, vol. 6, no. 3, pp. 47-48, 2017, doi.org/10.32734/jtk.v6i3.1589.
- [9] E. A. Rahim, G. S. Turumi, and S. Bahri, "Pemanfaatan Selulosa dari Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) pada Sintesis Karboksimetil Selulosa (CMC)", *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, vol. 7, no. 2, pp. 146-153, 2021, doi.org/10.22487/kovalen.2021.v7.i2.14227.
- [10] Z. Maulina, A. Adriana, T. Rihayat, "Pengaruh Variasi Konsentrasi NaOH dan Berat Natrium Monokloroasetat Pada Pembuatan (Carboxymethyl Cellulose) CMC dari Serat Daun Nenas (Pineapple-leaf fibres)", *Jurnal Sains dan Teknologi Reaksi*, vol. 17, no. 2, 2019, doi.org/10.30811/jstr.v17i2.1486.
- [11] A. B. Pitaloka, N. A. Hidayah, A. H. Saputra, and M. Nasikin, "Pembuatan CMC dari selulosa eceng gondok dengan media reaksi campuran larutan isopropanol-isobutanol untuk mendapatkan viskositas dan kemurnian tinggi", *Jurnal integrasi proses*, vol. 5, no. 2, 2015.
- [12] N. Fadillah, "Pembuatan Natrium Karboksimetil Selulosa (Na-CMC) dari Kulit Buah Kapuk Randu (*Ceiba Pentandra L. Gaernt*) dengan Variasi Konsentrasi Asam Trikloroasetat dan Suhu," Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 2018.
- [13] D. Nisa, and W. D. Putri, "Pemanfaatan Selulosa Dari Kulit Buah Kakao (*Teobroma Cacao L.*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan CMC (Carboxymethyl Cellulose)," *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, vol. 2, no. 3, pp. 34-42, 2014.
- [14] S. Haryati, A. S. Rini, Y. Safitri, Y., "Pemanfaatan biji durian sebagai bahan baku plastik biodegradable dengan plasticizer giserol dan bahan pengisi CaCO_3 ," *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 23, no. 1, pp. 1-8, 2017.