

Pembuatan Selulosa Asetat dari Ampas Tebu untuk Diaplikasikan sebagai Bahan Baku Plastik *Biodegradable*

Febri Aris Munandar^{*1}, Muhammad Yerizam², Fadarina HC³

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Kimia Industri, Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia
Email: febri.amunandar@gmail.com

Abstrak

Kandungan selulosa pada ampas tebu yang cukup tinggi berpotensi untuk dibuat plastik *biodegradable* dengan mengkonversinya menjadi turunan selulosa, salah satunya selulosa asetat. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kondisi optimal pada pembuatan selulosa asetat dari ampas tebu dan menguji pengaplikasiannya untuk dibuat plastik *biodegradable*. Metode pembuatan selulosa asetat dilakukan dengan proses asetilasi menggunakan asam asetat glasial sebagai *acetylating agent* dan asam fosfat sebagai pelarutnya. Variabel yang digunakan pada penelitian ini yaitu variasi waktu asetilasi (15, 30, dan 45 menit) dan jumlah pelarut asam fosfat (60, 80, 100, 120, dan 140 ml). Hasil dari penelitian ini didapatkan kondisi optimum pembuatan selulosa asetat dengan rendemen, kadar asetil, dan derajat substitusi tertinggi berturut-turut 39,47%; 39,82%, dan 2,5 pada waktu asetilasi 15 menit dan jumlah pelarut 100 ml. Uji pengaplikasian selulosa asetat untuk dibuat plastik *biodegradable* mendapatkan hasil kuat tarik 6,86 MPa, elongasi 12%, dan terdegradasi dalam 5 hari.

Kata kunci: Ampas Tebu, Asetilasi, Plastik *Biodegradable*, Selulosa Asetat.

Produce of Cellulose Acetate from Bagasse to be Applied as Raw Material for Biodegradable Plastic

Abstract

The high cellulose content in bagasse is possible to make biodegradable plastic by converting it into cellulose derivatives, one of which is cellulose acetate. The purpose of this study was to determine the optimal conditions for the manufacture of cellulose acetate from bagasse and to test its application to make biodegradable plastics. The method of making cellulose acetate by acetylation process using glacial acetic acid as the acetylating agent and phosphoric acid as the solvent. The variables used in this study were variations in acetylation time (15, 30, and 45 minutes) and the amount of phosphoric acid solvent (60, 80, 100, 120, and 140 ml). The results of this study obtained the optimum conditions for the manufacture of cellulose acetate with the highest yield, acetyl content, and degree of substitution, respectively 39.47%; 39.82%, and 2.5 at the acetylation time of 15 minutes and the amount of solvent 100 ml. The test on the application of cellulose acetate to make biodegradable plastic obtained a tensile strength of 6.86 MPa, 12% elongation, and degraded in 5 days.

Keywords: Acetylation, Bagasse, Biodegradable Plastic, Cellulose Acetate.

1. PENDAHULUAN

Sampah plastik Indonesia mencapai angka 66 juta ton/tahun [1]. Sifat plastik yang sulit terurai oleh mikroorganisme pengurai mengakibatkan pencemaran lingkungan dikarenakan dapat bertahan hingga bertahun-tahun [2]. Ditinjau dari masalah yang ditimbulkan dengan banyaknya sampah plastik, maka dikembangkan inovasi untuk mengatasi dampak dari sampah plastik yaitu salah satunya dengan membuat plastik ramah lingkungan. Jenis plastik yang ramah lingkungan ini disebut dengan plastik *biodegradable* yang dibuat menggunakan bahan dari alam seperti selulosa dan pati yang mudah untuk diuraikan oleh mikroorganisme pengurai [3].

Pemanfaatan ampas tebu yang masih terbatas sangatlah disayangkan karena masih terdapat potensi untuk pengembangan pemanfaatannya lebih lanjut. Diketahui bahwa ampas tebu mengandung sebanyak 42,50% selulosa yang bisa dimanfaatkan untuk menjadi produk yang lebih bernilai [4]. Besarnya kandungan selulosa pada ampas tebu memungkinkan untuk dikembangkan menjadi berbagai produk yang bernilai, salah satunya yaitu sebagai bahan baku pembuatan bioplastik atau plastik *biodegradable*. Selulosa memiliki karakteristik yang

lebih unggul dibandingkan pati yang memiliki kelemahan dengan sifat hidrofilik dan kekuatan mekaniknya yang rendah [5].

Ikatan hidrogen yang kuat pada kerangka struktur selulosa membuatnya sulit untuk larut pada berbagai jenis pelarut yang biasa digunakan. Pelarut yang bisa digunakan untuk melarutkan selulosa yaitu pelarut khusus dengan harga yang relatif mahal. Masalah ini dapat diatasi dengan mengkonversi selulosa menjadi turunan selulosa yang mudah untuk dilarutkan. Salah satu turunan selulosa adalah selulosa asetat [6].

Selulosa asetat ($C_6H_7O_2(OCH_3CO)_3$) merupakan turunan selulosa dengan gugus hidroksil yang tersubsitusi oleh gugus asetil. Karakteristik fisik dari selulosa asetat yaitu bentuk padatan berwarna putih, tidak memiliki rasa, dan tidak memiliki bau, serta tidak beracun. Kelebihan dari selulosa asetat yaitu sifat optik dan fisik yang baik serta mudah untuk diproses/diolah lebih lanjut menjadi produk yang bernilai. Selulosa asetat biasanya digunakan untuk pembuatan plastik, membran, lak, *photographic film*, pelapis kertas, filter pada rokok. Selulosa bisa dimanfaatkan untuk pembuatan plastik *biodegradable* karena mudah dilarutkan, memiliki sifat termoplastik dan ketahanan yang baik jika dibuat plastik [8].

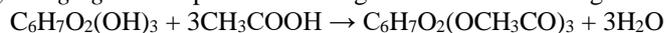
Selulosa asetat dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan kadar asetil dan derajat substitusinya [9], yaitu:

- Selulosa monoasetat, memiliki kadar aseti dibawah 36,5% dan derajat substitusi (DS) pada rentang 0-2
- Selulosa diasetat, memiliki kadar asetil sebesar 36,5-42,2% dan derajat substitusi (DS) pada rentang 2,0 - 2,8
- Selulosa triasetat, memiliki kadar asetil sebesar 43,5-44,8% dan derajat substitusi (DS) pada rentang 2,8 - 3,9

Metode yang digunakan untuk membuat selulosa asetat diantaranya :

- Metode Emil Heuser, yaitu pembuatan selulosa asetat menggunakan *acetylating agent* berupa asam asetat glasial dan pelarut asam fosfat.
- Proses Cellanase, yaitu pembuatan selulosa asetat menggunakan *acetylating agent* berupa asam asetat anhidrat dan pelarut asam asetat glasial

Reaksi yang terjadi pada proses asetilasi menggunakan metode emil heuser, selulosa direaksikan dengan *acetylating agent* berupa asam asetat glasial dituliskan sebagai berikut:



Beberapa penelitian mengenai selulosa asetat telah dilakukan sebelumnya yaitu diantaranya penelitian yang menggunakan ampas sagu untuk dibuat selulosa asetat dengan variasi kecepatan pengadukan pada 150, 250, 350, 450, dan 550 rpm menggunakan waktu asetilasi selama 5,10,15, 20, dan 25 menit menghasilkan kondisi optimum dengan kadar asetil tertinggi sebesar 39,2 % dengan waktu asetilasi selama 15 menit dan kecepatan pengadukan sebesar 350 rpm [10]. Pembuatan selulosa asetat dari ampas tebu dengan variasi jumlah asam asetat glasial sebanyak 20, 40, 60, 80, dan 100 ml menggunakan kecepatan pengadukan sebesar 100, 200, 300, 400, dan 500 rpm mendapatkan kadar asetil 45,16 % pada variasi jumlah asam asetat glasial 60 ml dengan kecepatan pengadukan 300 rpm [8]. Berdasarkan beberapa penelitian tersebut diketahui bahwa selulosa asetat yang dihasilkan dipengaruhi oleh bahan baku yang dipakai serta variabel penelitian yang diterapkan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi asetilasi pada pembuatan selulosa asetat yaitu waktu asetilasi, jumlah pelarut yang digunakan, suhu asetilasi, jumlah asam asetat, serta kecepatan pengadukan [7]. Mengacu pada faktor-faktor yang mempengaruhi proses pembuatan selulosa asetat, maka dilakukan penelitian ini yaitu pembuatan selulosa asetat dari ampas tebu dengan menguji parameter variasi waktu (15, 30, dan 45 menit) serta jumlah pelarut asam fosfat (60, 80, 100, 120, dan 140 ml) untuk mendapatkan kondisi dan perlakuan yang tepat agar dihasilkan selulosa asetat sesuai syarat mutu SNI 06-2115-1991 [11].

Penelitian sebelumnya tentang pembuatan plastik *biodegradable* berbasis selulosa asetat dari kelapa sawit dengan penambahan pati sebagai campuran dan menggunakan berbagai macam plasticizer seperti asam oletat, sorbitol, dan gliserol. Hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut diketahui bahwa penggunaan sorbitol sebagai plasticizer menghasilkan produk plastik *biodegradable* dengan karakteristik paling baik [12]. Berdasarkan informasi dari penelitian tersebut, maka sampel selulosa asetat dari ampas tebu dengan karakteristik paling baik pada penelitian ini akan diuji pengaplikasiannya untuk dibuat plastik *biodegradable* menggunakan pati sebagai bahan campuran dan sorbitol sebagai plasticizer. Pengaplikasian selulosa asetat ini bertujuan untuk menguji fungsi penerapannya berdasarkan karakteristik dari plastik *biodegradable* yang dihasilkan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan pada bulan Mei-Juli 2022 di Laboratorium Satuan Operasi (SO) dan Kimia Analisis Dasar (KAD) Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya. Alat-alat yang dipakai pada penelitian ini meliputi gelas kimia, ayakan, *blender*, bola karet, pipet ukur, erlenmeyer, kaca arloji, spatula, *hotplate*, *magnetic stirrer*, kertas saring, neraca analitik, termometer, oven, dan plat kaca. Bahan-bahan yang

dipakai dalam penelitian ini meliputi ampas tebu, NaOH, H₂O₂, NaOCl, H₃PO₄, H₂SO₄, etanol, etil eter, CH₃COOH, aquadest, sorbitol, dan pati

Penelitian dimulai dengan melakukan preparasi bahan baku ampas tebu yang diperoleh dari pedagang es tebu di wilayah kota Palembang. Ampas tebu terlebih dahulu dipotong-potong hingga menjadi sebesar ± 0,5 cm, kemudian dikeringkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari selama ± 2 hari hingga ampas tebu kering. Setelah potongan ampas tebu kering, dilakukan proses penghalusan menggunakan blender. Ampas tebu yang telah halus kemudian diayak (sieving) dengan ukuran 30 mesh.

Bahan baku ampas tebu yang telah dipreparasi kemudian diekstraksi untuk mendapatkan kandungan selulosanya. Proses ekstraksi ampas tebu terdiri dari 2 tahap yaitu delignifikasi dan *bleaching*. Proses delignifikasi dimulai dengan menimbang sebanyak 50 gr serat ampas tebu yang telah kering, kemudian ditambahkan NaOH 10% sebanyak 800 ml. Selanjutnya campuran ampas tebu dan NaOH dipanaskan pada suhu 100°C selama 2 jam. Setelah itu residu disaring dan dicuci menggunakan aquadest. Proses berikutnya yaitu proses *bleaching*. Residu hasil delignifikasi dilarutkan dalam larutan H₂O₂ dengan konsentrasi 2% sebanyak 1 liter dan NaOCl dengan konsentrasi 5% sebanyak 125 ml. Selanjutnya larutan dipanaskan selama 2 jam pada suhu 60°C. Setelah itu residu disaring dan dicuci dengan aquadest dan kemudian mengeringkannya pada suhu 105°C [13]. Selulosa yang didapatkan melalui tahap ekstraksi ini dianalisis kadar α-selulosanya sebelum dilanjutkan pada pembuatan selulosa asetat.

Pembuatan selulosa asetat dimulai dengan melarutkan 5 gr selulosa ke dalam larutan asam fosfat 85% dengan variasi 60,80, 100, 120, dan 140 ml, kemudian dilakukan pengadukan selama 15 menit. Selanjutnya ditambahkan 60 ml asam asetat glasial ke dalam larutan, kemudian melakukan pengadukan dengan kecepatan 300 rpm dan variasi waktu asetilasi 15, 30, dan 45 menit. Setelah itu menambahkan etil eter sebanyak 10 ml. Residu disaring dan mencucinya menggunakan air hangat, lalu dikeringkan pada suhu 50°C [10]. Sampel selulosa asetat yang diperoleh dilakukan analisis yang meliputi penentuan persentase rendemen, kadar asetil, dan derajat substitusi untuk menentukan sampel dengan karakteristik terbaik.

Sampel selulosa asetat dengan karakteristik terbaik kemudian digunakan untuk dibuat plastik *biodegradable*. Tahapan pembuatan plastik *biodegradable* yaitu dengan mencampurkan 2,5 gr selulosa asetat dan 2,5 gr pati kemudian ditambahkan sorbitol 30%, lalu larutan dipanaskan pada suhu 100°C selama 15 menit dengan pengadukan hingga larutan mengental. Setelah itu larutan dituangkan di atas plat kaca secara merata dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 80°C hingga plastik *biodegradable* kering. Plastik *biodegradable* yang terbentuk kemudian dipisahkan dari plat kaca [12]. Analisis dilakukan pada plastik *biodegradable* diantaranya uji kuat tarik, biodegradasi, dan elongasi.

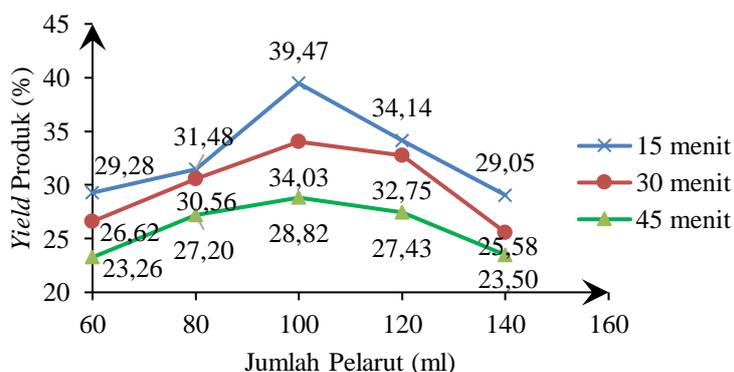
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kadar α-selulosa

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, didapatkan kadar α-selulosa pada selulosa hasil ekstraksi ampas tebu sebesar 81,73 %.

3.2. Pengaruh Waktu Asetilasi dan Jumlah Pelarut terhadap Rendemen (*Yield*) dari Selulosa Asetat

Pengaruh waktu asetilasi dan jumlah pelarut terhadap persentase *yield* dari selulosa asetat yang dihasilkan dapat diamati pada Gambar 1.



Gambar 1 Pengaruh Waktu Asetilasi dan Jumlah Pelarut terhadap Persentase *Yield* dari Selulosa Asetat

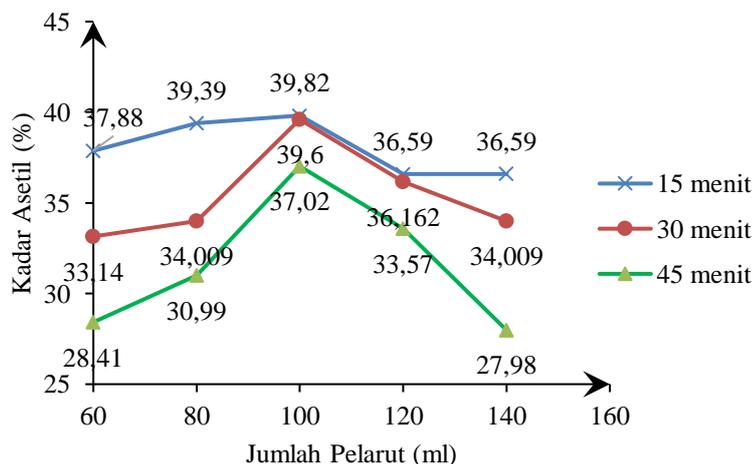
Untuk mengetahui efektifitas dari suatu reaksi yang dilakukan dapat ditinjau dari persentase *yield* produk yang didapat. Berdasarkan Gambar 1 ternyata jumlah pelarut paling baik yaitu pada variasi 100 ml yang menghasilkan persentase *yield* produk tertinggi. Pelarut mempengaruhi homogenitas dari larutan, namun jumlah pelarut yang terlalu banyak akan mengakibatkan persentase *yield* produk menurun dikarenakan konsentrasi reaktan akan semakin kecil [7]

Waktu asetilasi yang digunakan pada pembuatan selulosa asetat juga mempengaruhi persentase *yield* produk yang dihasilkan. Pada Gambar 4.1 diketahui bahwa waktu asetilasi yang lebih lama menghasilkan *yield* produk yang semakin kecil. Semakin panjang waktu asetilasi yang diterapkan dapat mengakibatkan selulosa dan juga selulosa asetat mengalami degradasi karena telah melebihi waktu optimal proses asetilasi sehingga *yield* produk akan menurun [7]. Waktu asetilasi optimal dalam pembuatan selulosa asetat sekitar 15 menit menggunakan metode emil heuser [8]. Pada penelitian lainnya yang menggunakan metode emil heuser didapatkan hasil dengan kondisi optimum waktu asetilasi 15 menit pada pembuatan selulosa asetat berbahan baku ampas sagu [10]. Selain menggunakan metode emil heuser, terdapat metode lain pada pembuatan selulosa asetat yaitu metode cellanase. Pembuatan selulosa asetat dengan metode cellanase menggunakan bahan baku *fiber cake* kelapa sawit, didapatkan persentase *yield* produk tertinggi pada kondisi optimum waktu asetilasi 1,5 jam [15]. Berdasarkan informasi dari penelitian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa proses emil heuser membutuhkan waktu asetilasi yang lebih singkat dibandingkan proses cellanase. Penelitian pembuatan selulosa asetat berbahan baku ampas tebu ini dilakukan dengan metode emil heuser, dan didapatkan waktu asetilasi yang efektif untuk diterapkan dengan persentase *yield* produk paling tinggi yaitu pada variasi waktu 15 menit yang merupakan variasi waktu paling singkat.

Persentase rendemen (*yield*) selulosa asetat tertinggi didapatkan pada waktu asetilasi 15 menit dan jumlah pelarut 100 ml yaitu sebesar 39,47 %. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, hasil *yield* produk yang didapatkan lebih tinggi daripada penelitian menggunakan bahan baku limbah pengolahan agar dengan *yield* sebesar 26,19 % [16] dan dengan bahan baku sabut kelapa mendapatkan hasil *yield* sebesar 30,78 % [17]. Namun *yield* produk yang dihasilkan lebih rendah dari hasil penelitian sebelumnya menggunakan bahan baku *fiber cake* kelapa sawit dengan *yield* sebesar 49 % [15].

3.3. Pengaruh Waktu Asetilasi dan Jumlah Pelarut terhadap Derajat Substitusi dari Selulosa Asetat

Pengaruh waktu asetilasi dan jumlah pelarut terhadap kadar asetil dari selulosa asetat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Pengaruh Waktu Asetilasi dan Jumlah Pelarut terhadap Kadar Asetil dari Selulosa Asetat

Berdasarkan Gambar 2 ternyata terdapat 7 sampel yang termasuk jenis selulosa monoasetat dengan kadar asetil < 35 %; 8 sampel termasuk jenis selulosa diasetat karena memiliki kadar asetil pada rentang 35-42,2 %, dan tidak ada sampel yang termasuk jenis selulosa triasetat. Dari 15 sampel yang dibuat tersebut, hanya 3 sampel yang memenuhi syarat mutu SNI selulosa asetat dengan kadar asetil pada rentang 39-40 % yaitu sampel variasi waktu asetilasi 15 menit dan jumlah pelarut 80 ml dengan kadar asetil 39,39 %; sampel variasi waktu 15 menit dan jumlah pelarut 100 ml dengan kadar asetil sebesar 39,82 %; serta sampel variasi waktu asetiasi 30 menit dan jumlah pelarut 100 ml dengan kadar asetil 39,61 %.

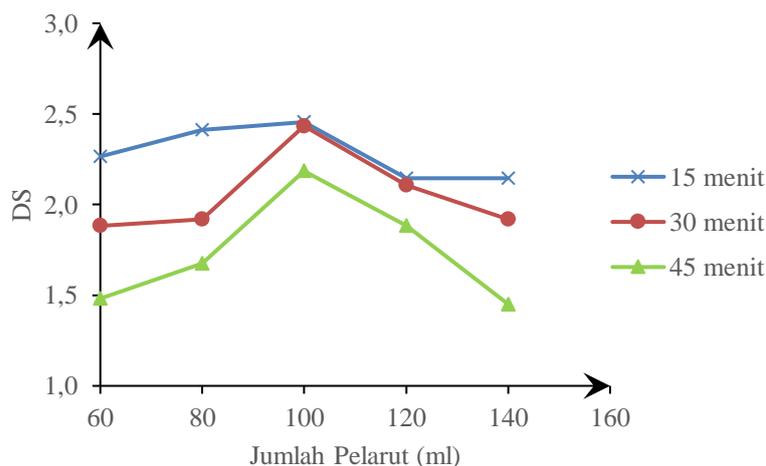
Dari Gambar 4.2 diketahui bahwa waktu asetilasi yang lebih lama berpengaruh pada kadar asetil yang semakin kecil. Kadar asetil tertinggi didapatkan pada waktu asetilasi 15 menit, kemudian kadar asetil menurun pada variasi waktu 30 menit dan 45 menit. Hal ini membuktikan bahwa proses asetilasi yang dilakukan berjalan optimal pada waktu asetilasi 15 menit. Semakin panjang waktu asetilasi dapat menyebabkan kadar asetil pada selulosa asetat semakin berkurang karena terjadinya degradasi yang semakin besar. Pada penelitian sebelumnya yang diperoleh kondisi optimal dengan kadar asetil tertinggi pada variasi waktu 15 menit [10].

Jumlah pelarut dalam penelitian yang memperoleh kadar asetil tertinggi yaitu sebesar 39,82% pada variasi pelarut 100 ml dan paling rendah yaitu 27,98% terdapat pada variasi waktu 45 menit. Kadar asetil yang mulanya rendah pada variasi pelarut 60 ml, mengalami peningkatan pada jumlah pelarut 80 ml dan mencapai kondisi optimum pada 100 ml. Penurunan kadar asetil kemudian menurun pada jumlah pelarut 120 ml dan 140 ml yang menandakan penggunaan pelarut pada jumlah tersebut telah melebihi batas optimal proses asetilasi.

Kadar asetil yang didapatkan dari penelitian ini ternyata lebih tinggi dari penelitian sebelumnya yang menggunakan bahan baku tandan kosong kelapa sawit mendapatkan kadar asetil sebesar 31,08 % [7]; Penelitian dengan bahan baku α -selulosa komersial yang mendapatkan kadar asetil sebesar 38,207 % [14]; dan penelitian menggunakan bahan baku ampas sagu dengan kadar asetil 39,2 % [10]. Namun kadar asetil yang diperoleh sedikit lebih rendah dari penelitian yang menggunakan bahan baku *fiber cake* kelapa sawit dengan kadar asetil 39,97% [15].

3.4. Pengaruh Waktu Asetilasi dan Jumlah Pelarut terhadap Derajat Substitusi dari Selulosa Asetat

Pengaruh waktu asetilasi dan jumlah pelarut terhadap derajat substitusi (DS) dari selulosa asetat dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Pengaruh Waktu Asetilasi dan Jumlah Pelarut terhadap Derajat Substitusi dari Selulosa Asetat

Derajat Substitusi (DS) ditentukan dari kadar asetil yang merupakan jumlah asetat yang teresterifikasi pada rantai selulosa. Semakin tinggi kadar asetil maka semakin besar pula derajat substitusi selulosa asetat. Selulosa asetat umumnya memiliki derajat substitusi pada rentang 0-3,5. Sama halnya seperti kadar asetil, besaran derajat substitusi juga digunakan untuk menentukan jenis selulosa asetat. Selulosa monoasetat memiliki nilai DS 0-2; selulosa diasetat dengan nilai DS 2-2,8; sedangkan selulosa triasetat memiliki DS 2,9-3,5. Banyaknya gugus hidroksil yang telah tergantikan/tersubstitusikan oleh gugus asetil (-OCH₃CO) pada proses asetilasi pembuatan selulosa asetat dapat diketahui dari besaran DS. Pada selulosa monoasetat, satu gugus hidroksil yang tergantikan/tersubstitusi oleh satu gugus asetil, pada selulosa diasetat dua gugus yang tergantikan, dan selulosa triasetat terdapat tiga gugus yang disubstitusikan.

Berdasarkan Gambar 3 diketahui bahwa DS tertinggi diperoleh pada waktu asetilasi 15 menit yang juga memiliki kadar asetil terbesar. Waktu asetilasi yang lebih lama berpengaruh pada DS yang semakin kecil, hal ini dikarenakan waktu asetilasi yang lebih lama akan mengakibatkan semakin banyak pula selulosa asetat yang dihidrolisis. Hidrolisis pada selulosa asetat mengakibatkan gugus asetil kembali tersubstitusi oleh gugus hidroksil (-OH) dari air [18].

Pada Gambar 3 diketahui bahwa derajat substitusi tertinggi yaitu 2,5 pada variasi jumlah pelarut 100 ml. Jumlah pelarut yang tinggi membuat larutan semakin homogen sehingga pergerakan partikel semakin cepat yang

menyebabkan reaksi berjalan lebih sempurna. Larutan yang homogen membuat kontak antar bahan dan reaktan semakin sering sehingga semakin besar kesempatan untuk gugus hidroksil tersubsitusi oleh gugus asetil [19]. Pada penelitian ini didapatkan jumlah pelarut optimum pada proses asetilasi yaitu 100ml, kemudian derajat subsitusi sampel selulosa asetat menurun pada jumlah pelarut yang lebih besar.

3.5. Hasil Uji Mutu Plastik *Biodegradable*

Hasil uji plastik *biodegradable* dari selulosa asetat ampas tebu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Plastik *Biodegradable*

Parameter	Hasil	Syarat Mutu
Kuat tarik	6,86 MPa	1-10 MPa
Elongasi	12%	10-20%
Biodegradasi	Terdegradasi sempurna dalam 5 hari	Terdegradasi sempurna dalam 60 hari

Berdasarkan hasil uji plastik *biodegradable* pada Tabel 1 menunjukkan bahwa plastik *biodegradable* yang diperoleh dari penelitian telah memenuhi syarat mutu yang dikehendaki. Hasil uji mutu plastik *biodegradable* yang diperoleh meliputi kuat tarik sebesar 6,86 MPa termasuk dalam rentang syarat mutu yaitu 1-10 MPa, persentase elongasi 12% dengan rentang syarat mutu 10-20%, serta mampu terdegradasi sempurna dalam 5 hari dengan syarat mutu maksimal 60 hari. Hal ini membuktikan bahwa selulosa asetat yang didapatkan dari penelitian ini dengan variasi optimal waktu asetilasi 15 menit dan jumlah pelarut 100 ml, dapat diaplikasikan untuk pembuatan plastik *biodegradable* dan menghasilkan produk yang sesuai syarat mutu bioplastik [20].

Karakteristik dari plastik *biodegradable* yang didapatkan dari penelitian ini lebih unggul dari penelitian sebelumnya menggunakan proses yang sama dengan bahan baku selulosa dari tandan kosong kelapa sawit dan pati mendapatkan kuat tarik maksimum 6,27 kPa (0,00627 MPa) [12]. Penelitian dengan bahan baku CMC dan pati ubi nagara dengan hasil kuat tarik tertinggi pada 0,5281 MPa namun elongasi yang didapatkan lebih tinggi yaitu sebesar 116,1 % [21]. Penelitian dengan bahan baku pati biji mangga dan selulosa mendapatkan kuat tarik optimum pada 6,2551 MPa, terdegradasi dalam 26 hari, namun dengan elongasi yang lebih tinggi yaitu 13,433% [22].

Hasil kuat tarik plastik *biodegradable* yang didapatkan masih lebih rendah dari hasil penelitian dengan bahan baku pati biji durian dan selulosa sabut kelapa mendapatkan kuat tarik optimum pada 7,28 MPa [23]. Penelitian pembuatan plastik *biodegradable* dari bahan baku pati ubi kayu dan selulosa serat nanas memperoleh hasil kuat tarik 13,24 MPa, biodegradasi selama 7 hari, namun elongasi yang lebih rendah sebesar 5,16% [24].

4. KESIMPULAN

Kondisi optimal pada pembuatan selulosa asetat yang didapatkan dari penelitian ini yaitu pada waktu asetilasi 15 menit dan jumlah pelarut 100 ml yang memiliki rendemen (*yield*) dan kadar asetil tertinggi dengan nilai berturut-turut 39,47% dan 39,82%. Uji pengaplikasian selulosa asetat mendapatkan hasil plastik *biodegradable* dengan karakteristik kuat tarik 6,86 MPa, elongasi 12%, dan mampu terdegradasi secara sempurna dalam 5 hari yang sesuai dengan syarat mutu untuk plastik *biodegradable*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2021*, BPS – Statistics Indonesia, 2021.
- [2] N. Karuniastuti, "Bahaya Plastik terhadap Kesehatan dan Lingkungan," *Swara Patra: Majalah Pusdiklat Migas*, vol. 3, no. 1, pp. 6–14, 2013..
- [3] Handayani, P. A., & Wijayanti, H. 2015. Pembuatan Film Plastik *Biodegradable* Dari Limbah Biji Durian (*Durio Zibethinus Murr*). *JBAT* 4 (1) (2015) 21-26
- [4] U. A. Ningrum, "Sintesis Selulosa Sitrat dari Selulosa Ampas Tebu (*Saccharum officinarum L.*) melalui Reaksi Esterifikasi dengan Asam Sitrat sebagai Adsorben Ion Seng (Zn^{2+}) pada Limbah Industri Sarung Tangan Karet," Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara, 2018
- [5] H. W. Sulityo, I. Ismiyati, I. "Pengaruh Formulasi Pati Singkong–selulosa Terhadap Sifat Mekanik Dan Hidrofobisitas Pada Pembuatan Bioplastik," *Jurnal Konversi*, vol. 1, no. 2, 2012.
- [6] M. A. Rojtica, "Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Selulosa Asetat Limbah Tebu – Kitosan – Gliserol," Skripsi. Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
- [7] M. R. L. Gaol, R. Sitorus, S. Yanthi, I. Surya, and R. Manurung, "Pembuatan Selulosa Asetat dari α -

- Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit," *Jurnal Teknik Kimia USU*, vol. 2, no. 3, 2013
- [8] K. N. Wahyusi, Siswanto, and L. I. Utami, "Kajian Proses Asetilasi terhadap Kadar Asetil Selulosa asetatdari Ampas Tebu," *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 12, No. 1, 2017.
- [9] D. Fengel, and G. Wegener, "Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reactions. Sastrohamidjojo, H. (penerjemah); Prawirohatmodjo, S. (penyunting). 1995. Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-Reaksi," UGM Press. Yogyakarta, 1989
- [10] N. D. Siswati, A. N. Wachidah, and A. E. P. Ariyani, "Selulosa asetatdari Ampas Sagu," *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 15, No. 2, 2021.
- [11] Badan Standardisasi Nasional. SNI 06-2115-199. *Selulosa Asetat. Badan Standardisasi Nasional*. Jakarta, 1991.
- [12] C. Andahera, I. Sholikhah, D. A. Islamiati, and M. D. Pusfitasari, "Pengaruh Penambahan Jenis dan Konsentrasi Plasticizer Terhadap Kualitas Bioplastik Berbasis Selulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit," *Indonesian Journal of Pure and Applied Chemistry*, vol. 2, no. 2, pp. 46-54, 2019.
- [13] Afidin, I. M. Z. 2021. Pengaruh Penambahan Kitosan dan Sorbitol terhadap Bioplastik Berbasis Selulosa Asetat dari Ampas Tebu. Skripsi. Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo
- [14] F. A. Souhoka, and J. Latupeirissa, "Sintesis dan Karakterisasi Selulosa Asetat (CA)," *Indo. J. Chem. Res.*, vol. 5, no. 2, pp. 58-62, 2018.
- [15] I. Utami, A. Hasan, and R. Junaidi, "Sintesis dan Karakterisasi Selulosa Asetat dari α -selulosa Fiber Cake Kelapa Sawit," *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia (JPTI)*, Vol. 1, No. 9, 2021.
- [16] N. Nurhayati, and R. Kusumawati, "Sintesis Selulosa Asetat dari Limbah Pengolahan Agar," *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, vol. 9, no. 2, pp. 97-107, 2014.
- [17] H. Asparingga, I. Syahbanu, A. H. Alimuddin, "Pengaruh Volume Anhidrida Asetat Pada Sintesis Selulosa Asetat Dari Sabut Kelapa (*Cocos nucifera* L.)," *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, vol. 7, no. 3, pp. 10-17, 2018.
- [18] C. W. Keenan, *Kimia untuk Universitas*. Erlangga, Jakarta, 1984
- [19] Z. Gonzalez, and E. Perez, "Effect of acetylation on some properties of rice starch. Starch-Stärke," vol. 54, no. 3-4, pp. 148-154, 2002.
- [20] S. Haryati, A. S. Rini, Y. Safitri, "Pemanfaatan Biji Durian sebagai Bahan Baku Plastik *Biodegradable* dengan Plasticizer Giserol dan Bahan Pengisi CaCO_3 ," *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 23, no. 1, 2017.
- [21] E. P. Ningsih, D. Ariyani, and S. Sunardi, "Pengaruh Penambahan Carboxymethyl Cellulose Terhadap Karakteristik Bioplastik Dari Pati Ubi Nagara (*Ipomoea batatas* L.)," *Indonesian Journal of Chemical Research*, vol. 7, no. 1, pp. 77-85, 2019.
- [22] A. Septiosari, Latifah, and E. Kusumastuti, "Pembuatan Dan Karakterisasi Biopl Astik Limbah Biji Mangga Dengan Penambahan Selulosa Dan Gliserol," *Chem. Sci*, vol. 3, no. 2252, pp. 1-6, 2014.
- [23] R. Nurwidiyani, and D. A. Triawan, "Sintesis Bioplastik Ramah Lingkungan Berbasis Pati Biji Durian dengan Filler Selulosa Sabut Kelapa," *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, vol. 8, no. 1, pp. 32-38, 2022.
- [24] I. Amri, Khairani, and Irdoni, "Studi karakteristik sintesis bioplastik menggunakan bahan dasar ubi kayu dengan variasi penambahan selulosa nanas dan pengadukan," *CHEMPUBLISH JOURNAL*, vol. 4, no. 2, pp. 62-70, 2019.