

## PENGARUH KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP RENDEMEN DAN IDENTIFIKASI SELULOSA ASETAT HASIL ASETILASI DARI LIMBAH KULIT PISANG KEPOK

Hafshah Zhaafirah<sup>1\*</sup> Gema Fitriyano<sup>2</sup> dan Ummul Habibah Hasyim<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta

Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat 10510

\*Email : hafshahzhfrh36@gmail.com

### ABSTRAK

Pisang kepok merupakan salah satu komoditi buah buahan yang banyak ditemukan di Indonesia. Buah ini memiliki banyak manfaat bagi manusia baik dimanfaatkan secara langsung maupun menjadi bahan olahan. Jumlah konsumsi buah pisang kepok yang tinggi akan menghasilkan kulit pisang yang tinggi pula. Pada kulit pisang kepok terdapat kandungan selulosa yang memiliki banyak manfaat jika diproses lebih lanjut. Salah satunya adalah sebagai bahan baku pembuatan selulosa asetat. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah kulit pisang kepok sebagai bahan baku pembuatan selulosa asetat, mengetahui cara memperoleh selulosa asetat dari limbah kulit pisang kepok, mengetahui pengaruh kecepatan pengadukan pada tahap asetilasi, dan mengetahui hasil rendemen selulosa asetat terbaik. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode delignifikasi dengan pelarut NaOH dan dengan waktu reaksi 24 jam sebagai tahap awal pemisahan alfa selulosa dari senyawa lain yang terdapat dalam kulit pisang. Setelah didapatkan alfa selulosa dilakukan reaksi asetilasi dengan anhidrida asetat pada suhu 45°C dengan variasi kecepatan pengadukan 900, 1050, 1200, 1350, dan 1500 rpm dan waktu reaksi selama 6 jam. Hasil penelitian menunjukkan yield terbesar pada kecepatan pengadukan 1500 rpm yaitu sebesar 27.04%. Dan diperoleh  $R^2 = 0,9988$  dengan persamaan  $y = 3E-05x^2 - 0,0411x + 26,28$ . Selanjutnya dilakukan uji FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) untuk memastikan terbentuknya produk yang kita inginkan (selulosa asetat) dibuktikan dengan spektrum yang menunjukkan adanya senyawa selulosa yang di tandai dengan terbentuknya peak pada daerah serapan  $1636\text{ cm}^{-1}$  yaitu dengan cara membandingkan gugus pada selulosa asetat hasil reaksi dengan gugus selulosa asetat komersil.

**Kata Kunci :** alfa selulosa, asetilasi, limbah, pisang kepok, selulosa asetat

### ABSTRACT

*Banana kepok is one of the most fruits commodities found in Indonesia. This fruit has many benefits for humans either consumed directly or become processed ingredients. High consumption of banana kepok will produce high banana peel too. In banana kepok's peel there are cellulose content that has many benefits if processed further. One of them is as raw material for making cellulose acetate. This study aims to utilize banana kepok bark waste as the raw material of cellulose acetate, know how to obtain cellulose acetate from banana peel waste, to know the effect of stirring speed on acetylation stage, and to know the best yield of cellulose acetate. This study was conducted using the delignification method with NaOH solvent and with reaction time 24 hours as the initial stage of separation of cellulose alpha from other compounds contained in banana peel. After obtaining alpha cellulose acetylation reaction with acetic anhydride at 45°C with variation of stirring speed 900, 1050, 1200, 1350, and 1500 rpm and reaction time for 6 hours. The results showed the largest yield at the speed of stirring 1500 rpm that is equal to 27.04%. And obtained  $R^2 = 0.9988$  with the equation  $y = 3E-05x^2 - 0,0411x + 26,28$ . The FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) test was then performed to confirm the formation of the product we are ingesting (cellulose acetate) proved by spectrum indicating the presence of cellulose compound characterized by peak formation at  $1636\text{ cm}^{-1}$  by comparing the cluster to Cellulose acetate reaction product with commercial cellulose acetate group.*

**Keywords:** acetylation, alpha cellulose, banana kepok, cellulose acetate, waste

**PENDAHULUAN**

Pisang kepok merupakan salah satu komoditi buah buahan yang banyak ditemukan di Indonesia. Buah ini memiliki banyak manfaat bagi manusia baik dimanfaatkan secara langsung maupun menjadi bahan olahan. Jumlah konsumsi buah pisang kepok yang tinggi akan menghasilkan kulit pisang yang tinggi pula dan menghasilkan limbah jika tidak diolah lebih lanjut. Masalah diatas dapat teratasi dengan adanya penelitian yang kami lakukan, yaitu memanfaatkan limbah kulit pisang kepok sebagai bahan baku pembuatan selulosa asetat. Kandungan alfa selulosa yang cukup tinggi pada kulit pisang kepok yaitu sebesar 94%, dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku pembuatan selulosa asetat. Selulosa asetat mempunyai nilai komersial yang cukup tinggi karena memiliki beberapa keunggulan diantaranya karakteristik fisik dan optik yang baik sehingga banyak digunakan sebagai serat untuk tekstil, *filter* rokok, plastik, film fotografi, lak, pelapis kertas dan membrane. Selain itu Indonesia merupakan salah satu negara yang masih mengandalkan impor selulosa asetat dari luar negeri, dengan memanfaatkan limbah kulit pisang kepok sebagai bahan utama pembuatan selulosa asetat, maka dapat mengurangi nilai impor selulosa asetat di Indonesia. Banyak metode yang bisa digunakan untuk mengolah kulit pisang kepok. Metode yang digunakan harus sesuai dengan sifat fisika dan kimia yang terkandung pada zat yang akan dimanfaatkan lebih lanjut. Pada penelitian ini, digunakan metode penambahan basa kuat untuk proses delignifikasi. Sedangkan pada tahap asetilasi dipilih metode *solvent process*.

**METODOLOGI PENELITIAN**

**Bahan dan Alat**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : kulit pisang kepok, asam asetat glasial, anhidrida asetat, dan NaOH 17,5%.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : *cutter*, kertas saring, *hot plate with magnetic stirrer*, batang pengaduk, labu kaca, *beaker glass*, erlenmeyer, dan pipet ukur kaca.

**Variabel dalam penelitian ini adalah :**

Variabel bebas : Kecepatan pengadukan

**Metode Penelitian**

Proses pembuatan alfa selulosa dan selulosa asetat. Adapun metode penelitiannya adalah sebagai berikut :

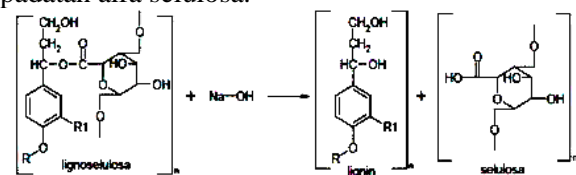
**1.Preparasi kulit pisang**

Disiapkan ± 250 gram kulit pisang kepok, kemudian direndam dalam air untuk menghilangkan kotoran yang terdapat di kulit pisang.

Selanjutnya kulit pisang hasil dari tahap pertama dipotong-potong dengan menggunakan *cutter* dan dihaluskan menggunakan blender sampai menjadi bubuk.

Kemudian dimasukkan ke dalam larutan NaOH 17,5 % selama 24 jam. Bahan yang tidak larut di dalam larutan adalah bahan utama yang ingin didapatkan yaitu alfa selulosa. Alfa selulosa yang didapat dipisahkan dari larutan dengan menggunakan kertas saring. Pada tahap ini dilakukan pencucian alfa selulosa dengan air hangat dengan suhu dibawah 50°C, pencucian ini dilakukan berulang kali agar serbuk yang didapatkan mencapai kondisi netral. Setelah itu, dilakukan penyaringan dan pengeringan pada suhu 40 °C.

Setelah melakukan seluruh tahap didapatkan bahan hasil preparasi berupa padatan alfa selulosa.



Gambar 1. Reaksi Delignifikasi

**2.Reaksi Asetilasi**

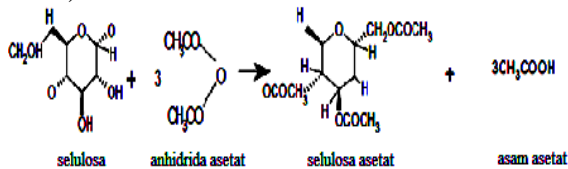
Disiapkan beker gelas, dimasukkan larutan anhidrida asetat dengan perbandingan massa terhadap asam asetat glasial (1:1). Pada tahap ini bertujuan agar gugus asetil yang didapat menggantikan lebih banyak gugus hidroksida yang terdapat pada selulosa .

Selanjutnya untuk aktivasi selulosa, aktivator yang digunakan adalah anhidrida asetat. Pada tahap ini dilakukan pengadukan selulosa dengan anhidrida asetat glasial dengan perbandingan massa 1 : 20 dengan variasi kecepatan pengadukan 900, 1050, 1200, 1350, dan 1500 rpm berlangsung selama 6 jam

dengan suhu reaksi dijaga pada 45°C pada proses ini digunakan labu leher tiga.

Setelah proses pengadukan selesai, selulosa hasil asetilasi dituang ke dalam beker gelas kemudian ditambahkan air dan dilakukan pengadukan selama 1 jam. Tahap ini disebut sebagai tahap netralisasi yang bertujuan untuk mengencerkan asam asetat glasial. Hasil yang didapat dari reaksi asetilasi ini adalah bahan berupa gumpalan-gumpalan selulosa asetat berwarna putih kekuning-kuningan.

Reaksi Asetilasi sebaiknya berjalan pada suhu antara 40 °C sampai 45°C, jika suhu lebih rendah akan mengakibatkan reaksi berjalan dengan laju reaksi yang lambat. Jika reaksi diatas suhu 50 °C atau lebih, maka akan memungkinkan bahan untuk lebih mudah menguap dan sebagian lagi terpapar panas. Sehingga bahan yang tersisa menjadi rusak dan mengurangi jumlah dari hasil reaksi. (Das, 2014)



Gambar 2. Reaksi Pembentukan Selulosa Asetat

**Metode Analisa Data**

Untuk metode analisa data dibagi menjadi dua antara lain analisa kadar alfa selulosa dari hasil pemisahan kulit pisang, dan analisa persentase yield selulosa asetat hasil reaksi asetilasi.

**1. Penentuan kadar alfa selulosa**

Penentuan kadar selulosa hasil pemisahan dari limbah kulit pisang menggunakan metode SNI 0444 : 2009. Penentuan kadar selulosa yang dilakukan pada penelitian ini hanya terhadap kadar alfa selulosa.

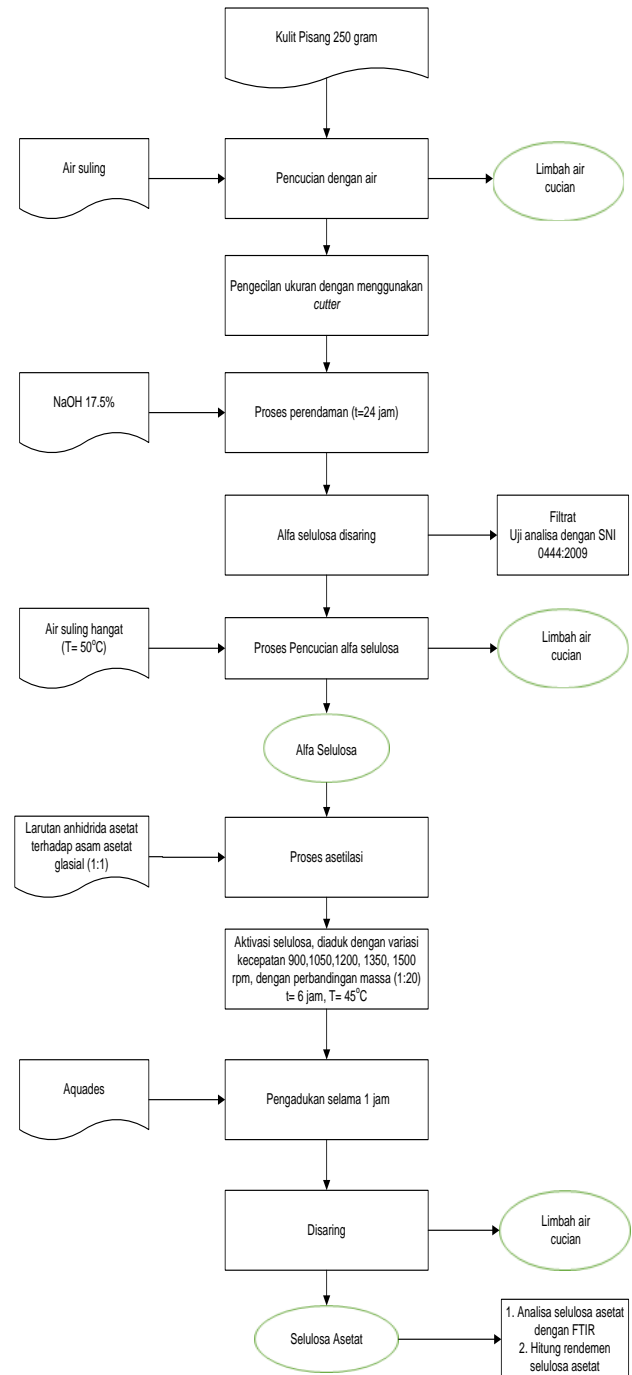
**2. Persen yield**

Persen yield didapatkan dari perbandingan antara massa produk selulosa asetat yang didapatkan dari hasil reaksi asetilasi dengan massa bahan baku selulosa. Persamaan untuk menghitung yield dituliskan sebagai berikut :

$$Yield (\%) = \frac{\text{Massa Produk}}{\text{Massa Bahan Baku}} \times 100\%$$

Untuk membuktikan bahwa produk yang didapatkan merupakan selulosa asetat, maka dilakukan analisa dengan instrumen FTIR. Sebagai acuan data digunakan selulosa asetat komersil, dan akan dibandingkan dengan produk selulosa asetat dari kulit pisang.

**Diagram Alir**



Gambar 3. Diagram Alir Proses

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

**Data Hasil Percobaan Delignifikasi**

Berikut ini adalah tabel hasil delignifikasi terhadap kulit pisang kepok. Reaksi delignifikasi dilakukan pada suhu 45°C, selama 24 jam dengan menggunakan pelarut NaOH 17.5 %.

Tabel 1. Hasil Delignifikasi Kulit Pisang

Waktu Delignifikasi (jam)	Massa bahan baku (gram)	Massa produk (gram)
24	250	93.87

dapat dilihat pada tabel 1 setelah dilakukan delignifikasi pada kulit pisang dengan waktu dan massa yang tertera diatas dihasilkan massa produk (alfa selulosa) sebesar 93.87 gram. Setelah dilakukan delignifikasi dan didapat alfa selulosa, kemudian dilakukan analisa alfa selulosa dengan menggunakan SNI 0444:2009 didapat kadar alfa selulosa sebesar 94.9156%.

**Data Hasil Percobaan Proses Asetilasi**

Berikut ini adalah tabel hasil asetilasi terhadap alfa selulosa yang telah didapat melalui proses delignifikasi, massa produk, massa bahan baku, dan persentase yield terhadap 15.09 gram alfa selulosa. Reaksi asetilasi dilakukan pada suhu 45°C, dengan variasi kecepatan pengadukan yaitu 900, 1050, 1200, 1350, 1500 rpm dengan waktu reaksi selama 6 jam, serta digunakan pelarut asam asetat glacial dan anhidrida asetat (1:1) sebanyak 300 ml.

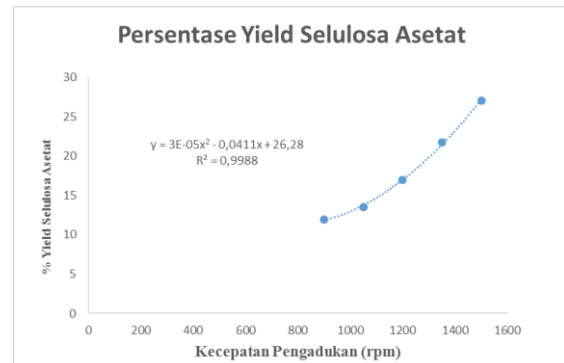
Tabel 2. Hasil Asetilasi Selulosa Asetat

Tabel 2 menunjukkan hasil asetilasi dengan variasi kecepatan pengadukan. Setelah dilakukan proses asetilasi, dari hasil tabel

Waktu reaksi (jam)	Massa produk (gram)	Kecepatan pengadukan (rpm)	% Yield selulosa asetat
6	1.80	900	11.93
6	2.04	1050	13.52
6	2.56	1200	16.96
6	3.28	1350	21.74
6	4.08	1500	27.04

diatas dapat dilihat pada kecepatan putar 1500rpm didapat hasil asetilasi berupa selulosa asetat paling banyak dari perlakuan yang lainnya sebesar 27.04 gram. Hal ini membuktikan bahwa kecepatan pengadukan

memiliki pengaruh terhadap proses asetilasi. Setelah dilakukan proses asetilasi, maka dilanjutkan dengan uji FTIR untuk memastikan produk yang diinginkan telah terbentuk.



Gambar 4. grafik persentasi yield selulosa asetat

Grafik pada gambar 4 menunjukkan hasil perbandingan persen yield selulosa asetat terhadap kecepatan pengadukan. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa kecepatan pengadukan berbanding lurus dengan hasil asetilasi yaitu berupa selulosa asetat. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan pengadukan menjadi salah satu faktor asetilasi. Namun pada grafik diatas belum ditemukan kondisi yang optimum ditandai dengan hasil yang terus meningkat pada kecepatan pengadukan 1500rpm. Dengan begitu hasil ini belum bisa dikatakan sebagai kondisi optimum.

**Pengaruh Waktu Delignifikasi**

Setelah dilakukan proses delignifikasi kulit pisang dengan berat sample awal sebesar 250 gram dalam 1000 ml NaOH 17.5 % didapat berat alfa selulosa kering sebesar 93.87 gram. Hal ini menunjukkan bahwa NaOH dapat digunakan sebagai pelarut untuk mendapatkan alfa selulosa yang maksimal. Proses ini dilakukan pada suhu ruang selama 24 jam. Pemilihan NaOH sebagai pelarut dikarenakan alfa selulosa yang kita inginkan tidak akan larut dalam NaOH sehingga alfa selulosa yang diinginkan bisa didapat. Hal ini sesuai dengan penelitian Laurentius Urip (2003) yang menyatakan bahwa pemisahan atau pengambilan alfa selulosa dilakukan dengan dua tahap yaitu dengan pre-hidrolisis dengan menggunakan air sebagai pelarut, kemudian selanjutnya dengan delignifikasi menggunakan NaOH sebagai pelarut.

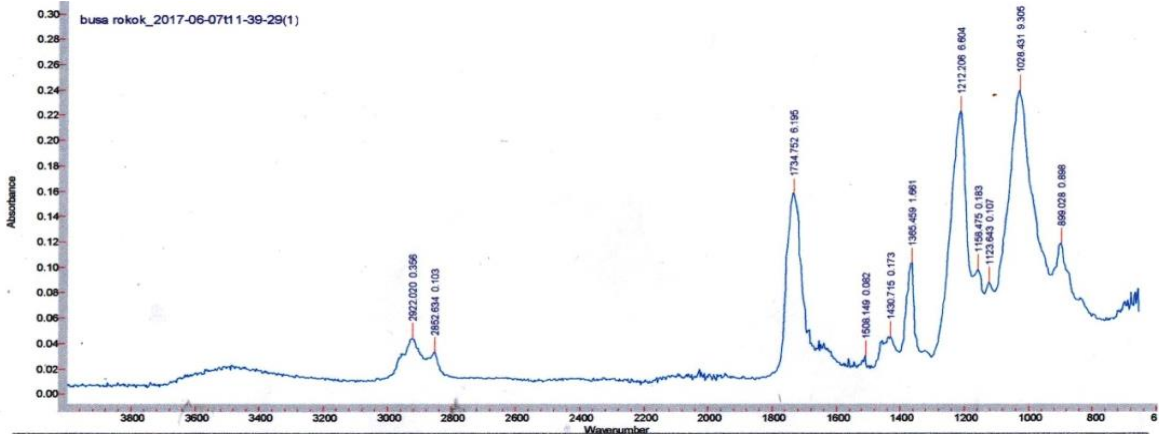
**Reaksi Asetilasi Terhadap Selulosa Asetat**

Hasil yang didapat dari gambar grafik diatas adalah koefisien determinasi. Diketahui koefisien determinasi pada gambar tersebut sebesar 0.9988. Karena koefisien korelasi hubungan interaksi antara kecepatan pengadukan dan persentase yield selulosa asetat sebesar 0.9988. Kemudian koefisien determinasi sebesar 99.88% maka dari itu persentase yiel dipengaruhi oleh kecepatan pengadukan. Sedangkan sisanya 0.12% (100%-99.88%) merupakan faktor lain diluar variabel tersebut.

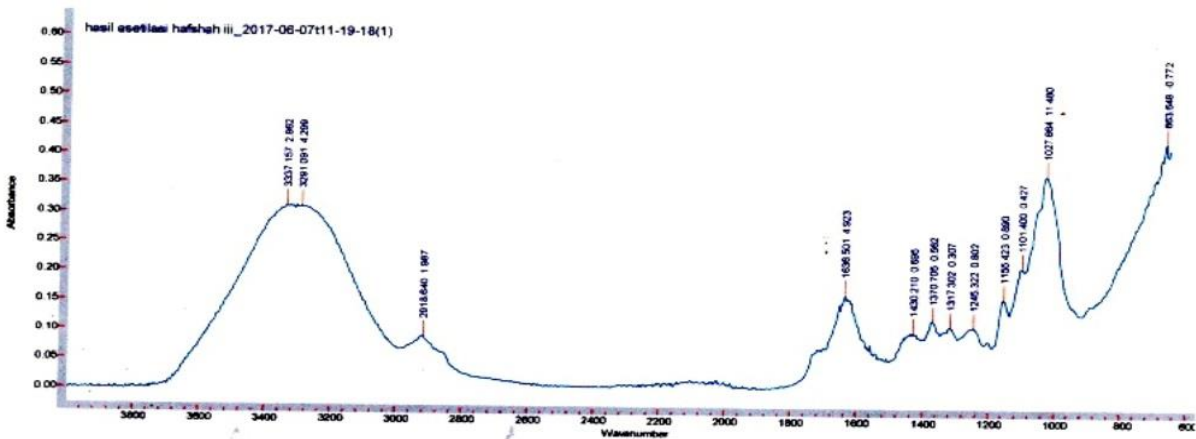
Berdasarkan grafik, terlihat bahwa persentase yield selulosa yang didapat mengalami peningkatan. Hal ini sejalan dengan semakin cepatnya pengadukan maka semakin besar yield yang dihasilkan. Hal ini dibuktikan oleh grafik diatas pada kecepatan 1500 rpm didapat yield sebesar 27.04%.

Kenaikan yang signifikan terjadi pada kecepatan 1350 – 1500 rpm yakni selisih yang didapat sebesar 5.3% . Pengadukan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kecepatan reaksi. Reaksi terjadi ketika partikel saling bertabrakan, dan dengan adanya tabrakan antar reaksi maka kecepatan/laju reaksi akan meningkat. Hal ini menjadikan partikel-partikel zat bergerak dan bersentuhan dengan partikel lainnya. (Renita Manurung, 2013).

Setelah didapat kecepatan pengadukan terbaik yaitu pada kecepatan pengadukan 1500 rpm, dilakukan uji analisa FTIR untuk memastikan hasil merupakan produk yang kita inginkan. Berikut ditampilkan hasil uji FTIR pada variasi kecepatan pengadukan :



Gambar 5. Spektrum FTIR Selulosa Asetat Komersil



Gambar 6. Spektrum FTIR selulosa asetat dari kulit pisang

Sample yang digunakan sebagai acuan untuk perbandingan adalah selulosa asetat komersial. Kemudian spectrum FTIR keduanya dibandingkan. Sebagaimana terlihat pada gambar diatas.

Hasil analisis gugus fungsi menggunakan FTIR menunjukkan adanya puncak serapan C=O ( $1870-1540\text{ cm}^{-1}$ ) dan gugus ester C-O dari gugus asetil ( $1320-1210\text{ cm}^{-1}$ ). Hal ini menunjukkan bahwa terbentuknya senyawa selulosa asetat dengan terlihat puncak yang tajam pada bilangan gelombang  $1636\text{ cm}^{-1}$  dan terjadi penurunan intensitas gugus hidroksil akibat tersubstitusi oleh gugus asetil.

Pada gambar diatas terlihat spectrum FTIR masih memiliki serapan gugus hidroksil pada bilangan gelombang  $3291\text{ cm}^{-1}$ . Hal ini membuktikan masih adanya gugus hidroksil pada selulosa asetat dari kulit pisang.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah kami lakukan didapat kesimpulan, diantaranya yaitu didalam kult pisang kepok terdapat kandungan alfa selulosa sebesar 94.9156%. Kemudian alfa selulosa yang telah ada, dapat diolah menjadi selulosa asetat melalui reaksi asetilasi.

Pada reaksi asetilasi kecepatan pengadukan memiliki peran penting dimana semakin besar kecepatan pengadukan maka yield yang diperoleh akan semakin besar pula. Dengan menggunakan variasi kecepatan pengadukan 900, 1050, 1200, 1350, dan 1500rpm didapat hasil terbaik pada kecepatan pengadukan 1500 rpm yaitu sebesar 27.04%.

Berdasarkan hasil analisa FTIR terlihat dari spektrum bahwa selulosa asetat telah terbentuk namun masih terdapat gugus OH pada bilangan gelombang  $3291\text{ cm}^{-1}$ . Hal ini dapat terjadi karena kurangnya pelarut pada proses asetilasi.

Maka dari itu, untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat mempertimbangkan jumlah pelarut yang sesuai dengan jumlah *sample* sehingga gugus OH yang ada dapat tergantikan seluruhnya oleh gugus asetil. Dan untuk kecepatan pengadukan diperlukan penelitian lebih lanjut dikarenakan hasil yang didapat belum pada keadaan optimum.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Saya mengucapkan banyak terimakasih kepada Ibu Dr. Nurul Hidayati Fithriyah, ST, M.Sc. sebagai Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Jakarta. Ibu Yustinah, ST, MT, selaku Koordinator Penelitian Jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Jakarta. Ibu Ummul Habibah Hasyim ST, M.Eng, sebagai Dosen Pembimbing Penelitian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdi C, Saputra W, dkk, 2015, *Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Kepok Sebagai Karbon Aktif Pengolahan Limbah Air Sumur Kota Banjarbaru*, Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat.
- Anam, Choirul, Sirojudin dkk. April 2007, *Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FT-IR*, Berkala Fisika. Vol 10 no.1 79-85
- Anonim. 2005. *Pengolahan Pangan: Tepung Tapioka*.
- Ariestaningtyas, Y. 1991. *Pemanfaatan Tongkol Jagung untuk Produksi Enzim Selulase oleh Trichoderma viride*. Skripsi. Departemen Teknologi Pertanian. Fateta IPB. Bogor.
- Badan Pusat Statistik Indonesia, *Statistik Impor Indonesia*, <http://www.bps.go.id>, Diakses: 24 Februari 2012, 2012.
- Basse, 2000, *Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Sebagai Substituen Tepung Terigu dalam Pembuatan Mie*. <http://www.scribd.com/doc/22590581/Kulit-Pisang>
- BSN, 2009. *Pulp – Cara Uji Kadar Selulosa Alfa, Beta, Gamma*. SNI 0444 : 2009
- Chusnul, 2011, *Spektroskopi IR*, 96: 103-110
- Chen et al, 2010, *Molecular Subtype Approximated by Quantitative Estrogen Receptor, Progesterone receptor and Her can Predict the Prognosis of Breast Cancer*, Tumori
- Das, A.M. 2014. *Synthesis and characterization of cellulose acetate from rice husk: Eco-friendly condition*. Elsevier : *Carbohydrate Polymers*, 2014. 112: p. 342 - 349.
- Fitriyano G, Abdulah S, 2016, *Sintesis Selulosa Asetat Dari Pemanfaatan*

- Limbah Kulit Pisang Diaplikasikan Sebagai Masker Asap Rokok*, Jurnal Seminar Nasional dan Teknologi.
- Gaol, M. R. L., Sitorus, R., Yanthi, S., Surya, S., Manurung, R. (2013) *Pembuatan Selulosa Asetat dari  $\alpha$ -Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit*, Jurnal Teknik Kimia USU, 2, 33-39.
- Hanum F, Angelina M, dkk, 2012, *Ekstraksi Pektin dari Kulit Pisang Kepok*, Jurnal Teknik Kimia USU.
- Hernawati, H. dan A. Aryani., 2007. *Potensi Tepung Kulit Pisang Sebagai Pakan Alternatif Pada Ransum Ternak Unggas*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing. Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Iranmahboob, J., Nadim, F., and Monemi, S., 2002, *Optimizing Acid Hydrolysis : A Critical Step For Production Of Ethanol From Mix Wood Chips*, Biomass Bioenergy 22(5), 401:404.
- Kiyose et al, 1998, *Cellulose Acetate Excellent in Physical Strength and Process for Production Thereof*, U.S. Patent No. 5,990,304
- Lehninger, A. L. 1998. *Dasar-Dasar Biokimia*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Lubis, Rustam E. dkk., 2011, *Buku Pintar Kelapa Sawit*, Jakarta : PT. Agro Media Pustaka
- MC. Ketta, John, 1983, *Encyclopedia Chemical Process and Design*, Marchell Dekker Inc., New York.
- Mc Ketta, J.J. and Cunningham, W.A., 1977, *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*, Vol 5, Marcel Decker inc., New York
- Misdawati, 2005, *Sintesis Selulosa Kaproat Melalui Reaksi Interesterifikasi Antara Selulosa Asetat Dengan Metil Kaproat*, Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Al-wshiyah, Vol 9, No.1, 2005: 38-45
- Muhammad A, Soliha Ls, dkk, 2006, *Modifikasi Membrane Selulosa Asetat Sebagai Membrane Ultrafiltrasi*, Jurusan FMIPA KIMIA Universitas Jember.
- Novia N,2017, *Pengaruh Waktu Delignifikasi Terhadap Lignin dan Waktu SSF Terhadap Etanol Pembuatan Bioethanol dari Sekam Padi*,Jurusan Teknik Kimia,Universitas Sriwijaya,Palembang.
- Odian G., 1993, *Principles of Polymerization*, John Willy & Sons, Inc, New York.
- Pinnata R, Damayanti A, *Pemanfaatan Selulosa Asetat Eceng Gondok Sebagai Bahan Baku Pembuatan Membran Untuk Desalinasi*, Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Semarang.
- Perry, R.H., and Chilton Cecil, H. 1990, *Chemical Engineering Hand Book*, 7ed., McGraw-Hill Book Company, New York.
- Perry, R.H., 1997, *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, 7 ed., Mc.Graw Hill Book Company, Inc., New York.
- Prahastuti A., 2010, *Prarancangan Pabrik Selulosa Asetat Dari Selulosa Dan Asetat Anhidrid Dengan Proses Asetilasi Kapasitas 25.500 Ton Per Tahun*, Laporan Tugas Prarancangan Pabrik, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Restu M, 2013, *Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Sebagai Karbon Aktif*, Universitas Pembangunan Nasional, Veteran.
- Risdianika A, *Pengaruh Kadar Air Terhadap Tekstur dan Warna Keripik Pisang Kepok*, Jurusan Teknologi Pertanian, Faklutas Pertanian, Universitas Hasanuddin.
- Rofikah, 2013, *Pemanfaatan Pektik Kulit Pisang Kepok*, Universitas Negeri Semarang.
- Rumpis, 2011, *Pisang Kepok Kuning*, <http://rumpis-rumahpisang.com>
- Silviyah S, Masruroh, Penggunaan, dkk, 2007 *Metode FT-IR Untuk Mengidentifikasi Gugus Fungsi Pada Proses Pembaluran Penderita Mioma*, Jurusan Fisika FMIPA Universitas Brawijaya.
- Shofiyanto, M. Edy. 2008. *Hidrolisa Tongkol Jagung oleh Bakteri Selulolitik Untuk Produksi Bioetanol Dalam Kultur Campuran*. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor
- Sumada K,2011,*Kajian Proses Isolasi Alfa Selulosa Dari Limbah Batang Tanaman Manihot Esculenta Crantz yang Efisien*,Fakultas Teknologi Industri UPN.Jawa Timur
- Susanti, Lina, 2006, *Perbedaan Penggunaan Jenis Kulit Pisang Terhadap Kualitas Nata Dengan Membandingkan Kulit Pisang Raja Nangka, Ambon Kuning*

*dan Kepok Putih Sebagai Bahan Baku*. Tugas Akhir, Semarang: UNNES.

Urip L, Sumada K, dkk, 2013 *Pemisahan Alfa Selulosa dari Batang Ubi Kayu Menggunakan Larutan Natrium Hidroksida*, Fakultas Teknologi Industri, UPN Veteran Jawa Timur

Wahyudi, Wibowo dkk., 2011, *Pengaruh Suhu Terhadap Kadar Glukosa Terbentuk dan Konstanta kecepatan Reaksi pada Hidrolisa Kulit Pisang*, Jurusan Teknik Kimia, UNS, Jawa Tengah.

Widyaningsih S, Radiman, dkk, *Pembuatan Selulosa Asetat Dari Pulp Kenaf*,

Jurusan Kimia Program Sarjana, Unsoed Purwokerto.

Wiratmaja, I Gede dkk., 2011, *Pembuatan etanol generasi kedua dengan memanfaatkan limbah rumput laut eucheuma cottonii sebagai bahan baku*, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Vol 5 Nomor 1, 75-84

Whistler RL., BeMiller JN, 1993, *Industrial Gums, Polysaccharides and Their Derrivates*, Edisi ke-3, Academic Press, San Diego.