

## PENGARUH WAKTU DELIGNIFIKASI TERHADAP PEMBENTUKAN ALFA SELULOSA DAN IDENTIFIKASI SELULOSA ASETAT HASIL ASETILASI DARI LIMBAH KULIT PISANG KEPOK

Divia Yannasandy<sup>1\*</sup>, Ummul Habibah Hasyim<sup>2</sup>, Gema Fitriyano<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 : dyannasandy@gmail.com

### ABSTRAK

Pisang kepok merupakan salah satu komoditi buah-buahan yang banyak ditemukan di Indonesia. Jumlah konsumsi buah pisang kepok yang tinggi akan menghasilkan kulit pisang yang tinggi. 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 pengaruh waktu delignifikasi pada tahap asetilasi terhadap selulosa asetat yang dihasilkan, mengetahui hasil rendemen selulosa asetat yang terbaik dari massa kulit pisang kepok dan mengidentifikasi selulosa asetat hasil asetilasi menggunakan FTIR. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode delignifikasi dengan pelarut NaOH dilakukan pada suhu 45°C dan dengan variasi waktu reaksi 1, 2, 3, 4, 5 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 kecepatan pengadukan 1500 rpm dan waktu reaksi selama 6 jam. Hasil penelitian menunjukkan kondisi optimum waktu delignifikasi yaitu pada waktu reaksi 2 jam dengan yield sebesar 23.72%. Selanjutnya dilakukan uji FTIR untuk memastikan terbentuknya produk yang kita inginkan (selulosa asetat) dibuktikan dengan spektrum yang menunjukkan adanya senyawa selulosa asetat yang ditandai dengan terbentuknya peak pada daerah serapan 1636 cm<sup>-1</sup> yaitu dengan cara membandingkan gugus pada selulosa asetat hasil reaksi dengan gugus selulosa asetat komersil.

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

### ABSTRACT

*Banana kepok is one of the most fruits commodities found in Indonesia. High amount of banana fruit consumption will produce high banana peel. In banana peel there are cellulose content which has many benefits if processed further. One of them is as raw material for making cellulose acetate. The objective of this study was to obtain cellulose acetate from banana peel waste, to know the effect of delignification time on the acetylation stage of cellulose acetate produced, to know the best yield of cellulose acetate from banana peel waste and to identify acetylated cellulose acetate using FTIR. This study was carried out using the delignification method with NaOH solvent carried out at 45°C and with a time variation of 1, 2, 3, 4, 5 hours as the initial stage of separation of alpha cellulose from other compounds contained in banana peel. After the alpha cellulose was obtained an acetylation reaction with acetic anhydride at 45°C with stirring speed of 1500rpm and reaction time for 6 hours. The results showed that the optimum condition of delignification time was 2 hours reaction time with yield of 23.72%. The FTIR test was then performed to confirm the formation of the product we wanted (cellulose acetate) proved by spectrum indicating the presence of the cellulose acetate compound characterized by peak formation in 1636 cm<sup>-1</sup> absorption area by comparing the group on the reaction cellulose acetate with the cellulose group commercial acetate.*

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

**PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan salah satu Negara yang dikenal sebagai penghasil pisang di dunia. Produksi buah pisang menduduki peringkat pertama pada industri pertanian. Salah satunya pisang kepok. Namun tingginya produksi buah pisang, tidak diimbangi dengan pengolahan limbah kulit pisang yang dihasilkan oleh pisang tersebut. Jika dibiarkan begitu saja maka akan menimbulkan banyak kerugian dan mengganggu masyarakat. (Wahyudi, 2011). Masalah diatas dapat teratasi dengan adanya penelitian yang kami lakukan dengan memanfaatkan limbah kulit pisang kepok. 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 membran. 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 kapok, asam asetat glasial, anhidrida asetat, NaOH 17,5%, dan asam sulfat.

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

**Variabel dalam penelitian ini adalah :**

Variabel bebas : Waktu delignifikasi

**Metode Penelitian**

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

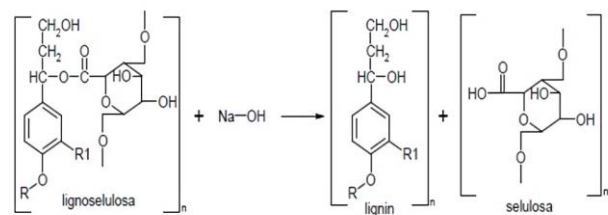
**1.Preparasi kulit pisang**

Disiapkan ± 20 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 % dengan variasi waktu 1,2,3,4, dan 5 jam dengan pemanasan 45°C. 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 melakukan seluruh tahap didapatkan bahan hasil preparasi berupa padatan alfa selulosa.



Gambar 1. Reaksi Delignifikasi

**2.Reaksi Asetilasi**

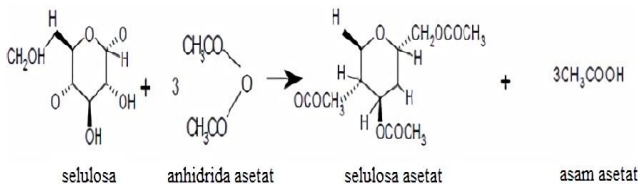
Disiapkan beker gelas, dimasukkan larutan anhidrida asetat dengan perbandingan massa terhadap asam asetat glasial (1:1). Pada tahap ini bertujuan agar gugus asetil yang didapat menggantikan lebih banyak gugus hidroksida yang terdapat pada selulosa .

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 proses pengadukan dengan kecepatan 1500rpm berlangsung

sampai 6 jam dengan suhu reaksi dijaga pada 45°C pada proses ini menggunakan labu leher tiga.

Setelah proses pengadukan selesai tuang selulosa hasil asetilasi 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 glacial. 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.

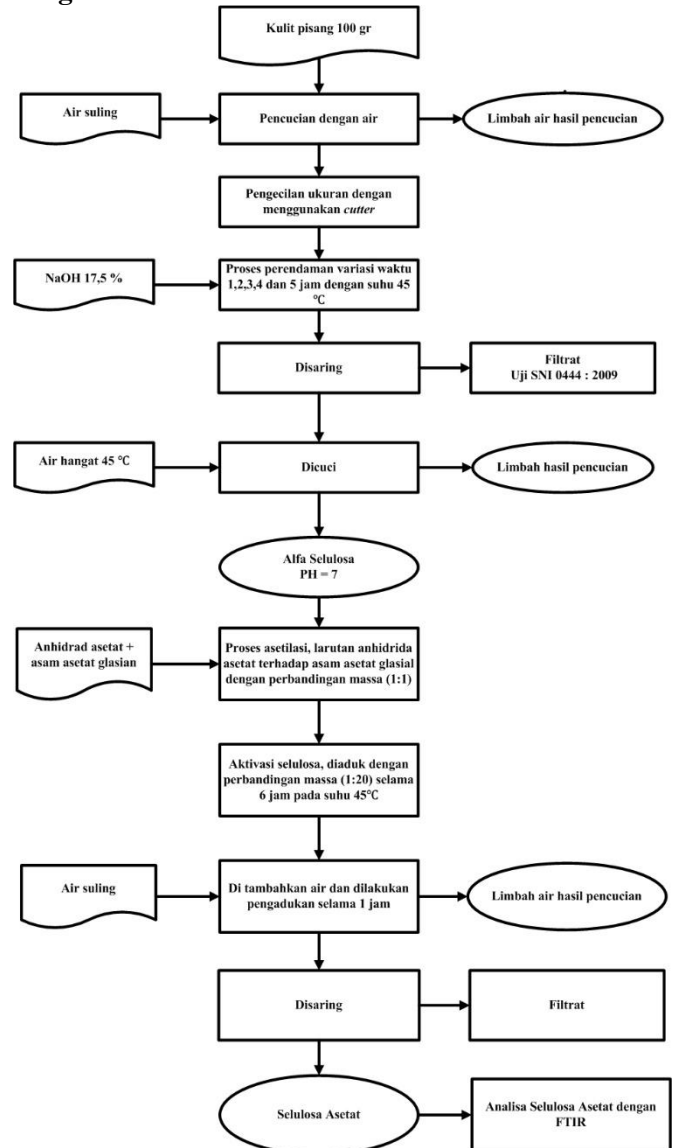
**2. Persen yield**

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**

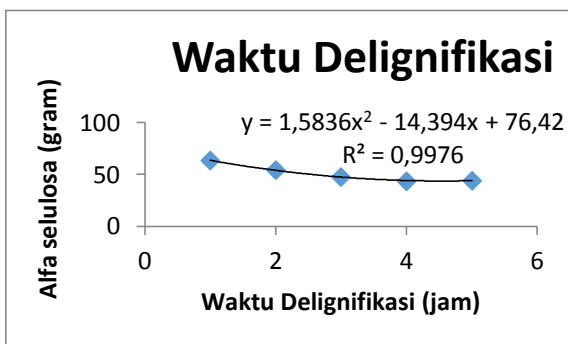
**Data Hasil Percobaan Pada Variasi Waktu Akselerasi Delignifikasi**

Berikut ini adalah tabel hasil delignifikasi terhadap kulit pisang kepok. Reaksi delignifikasi dilakukan pada suhu 45°C, dengan variasi waktu delignifikasi yaitu 1, 2, 3, 4, dan 5 jam dengan menggunakan pelarut NaOH 17.5 %.

Tabel.1 Hasil Delignifikasi Kulit Pisang

Variasi waktu (jam)	Massa bahan baku kulit pisang (gram)	Massa alfa selulosa (gram)	Kadar alfa Selulosa (%)
1	100	63.38	94
2	100	54.38	94
3	100	47.62	93
4	100	43.59	91
5	100	44.31	93

Dapat dilihat setelah dilakukan delignifikasi pada kulit pisang dengan waktu dan massa yang tertera diatas didapatkan hasil yang menurun pada waktu 2 jam dan seterusnya. Setelah dilakukan delignifikasi didapat alfa selulosa, kemudian dilakukan analisa alfa selulosa dengan menggunakan SNI 0444:2009 dan dilanjutkan pada proses berikutnya yaitu asetilasi.



Grafik 1. hubungan variasi waktu delignifikasi dengan alfa selulosa

Grafik 1 memaparkan perbandingan hasil massa alfa selulosa dengan waktu delignifikasi. Dan dari grafik di atas dapat dilihat bahwa waktu delignifikasi berbanding terbalik dengan hasil alfa selulosa yang didapat. Pada waktu delignifikasi 1 jam didapat hasil sebesar 63.38 gram, dan terjadi penurunan pada waktu 2 jam

dan seterusnya. Dengan begitu dapat dikatakan pada proses delignifikasi waktu terbaik adalah 1 jam dengan pemanasan 45°C.

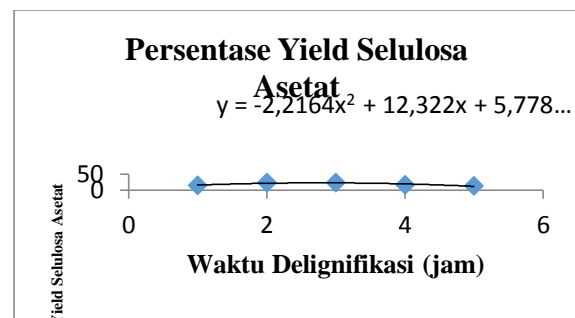
**Data Hasil Percobaan Proses Asetilasi**

Berikut ini adalah tabel hasil asetilasi terhadap alfa selulosa yang telah didapat melalui proses delignifikasi, massa produk, massa bahan baku, dan persentase yield terhadap alfa selulosa. Reaksi asetilasi dilakukan pada suhu 45°C, dengan variasi waktu delignifikasi 1, 2, 3, 4, 5, jam dengan waktu reaksi selama 6 jam, serta kecepatan pengadukan 1500rpm dan digunakan pelarut asam asetat glasial dan ahidrida asetat (1:1) sebanyak 300 ml.

Tabel 2. Hasil Asetilasi Selulosa Asetat

Waktu akselerasi (jam)	Massa alfa selulosa (gram)	Massa selulosa asetat (gram)	% Yield selulosa asetat
1	15.05	2.21	14.68
2	15.05	3.57	23.72
3	15.05	3.54	23.52
4	15.05	2.48	16.47
5	15.05	2.02	13.42

Pada tabel 2 menunjukkan hasil asetilasi dengan variasi waktu delignifikasi. Setelah dilakukan proses asetilasi, dari hasil tabel diatas dapat dilihat pada waktu delignifikasi 2 jam didapat hasil maksimum yaitu sebesar 3.57 gram. Maka bisa dikatakan waktu tersebut merupakan waktu yang optimum pada saat delignifikasi kulit pisang yang disertai dengan pemanasan 45°C . Setelah dilakukan proses asetilasi, maka dilanjutkan dengan uji FTIR untuk memastikan produk yang diinginkan telah terbentuk.



Grafik 2. persentasi yield selulosa asetat

Grafik 2 menunjukkan hasil perbandingan persen yield selulosa asetat terhadap waktu delignifikasi. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa waktu delignifikasi berbanding terbalik dengan hasil asetilasi yaitu berupa selulosa asetat. Hal ini ditunjukkan pada waktu akselerasi 3 jam dan seterusnya hasil asetilasi justru mengalami penurunan. Dan mengalami peningkatan pada waktu 2 jam. Dengan begitu dapat dikatakan waktu optimum untuk proses delignifikasi yang disertai pemanasan 45°C yaitu pada waktu 2 jam.

### **Pengaruh Waktu Delignifikasi**

Hasil yang didapat dari gambar grafik 3 adalah koefisien determinasi. Diketahui koefisien determinasi pada gambar tersebut sebesar 0,997. Karena koefisien korelasi hubungan interaksi antara waktu akselerasi dan hasil alfa selulosa sebesar 0,997. Kemudian koefisien determinasi sebesar 99.7% maka dari itu persentase yield dipengaruhi oleh kecepatan pengadukan. Sedangkan sisanya 0.3% (100%-99.7%) merupakan faktor lain diluar variabel tersebut.

Berdasarkan grafik, terlihat bahwa persentase yield selulosa yang didapat mengalami penurunan. Hal ini tidak sejalan dengan lama waktu akselerasi maka semakin sedikit pula jumlah alfa selulosa yang dihasilkan. Hal ini dibuktikan oleh grafik diatas pada waktu 1 jam didapat hasil sebesar 63.38 gram dan pada waktu 2 jam mengalami penurunan menjadi 54.38 gram.. Hal ini dapat terjadi karena semakin lama waktu akselerasi maka akan semakin banyak pula zat yang ikut larut dalam proses tersebut. Dipilih waktu ke-2

sebagai kondisi optimum dikarenakan waktu ke-1 masih terdapat banyak getah dan zat-zat selain alfa selulosa yang belum larut dalam NaOH.

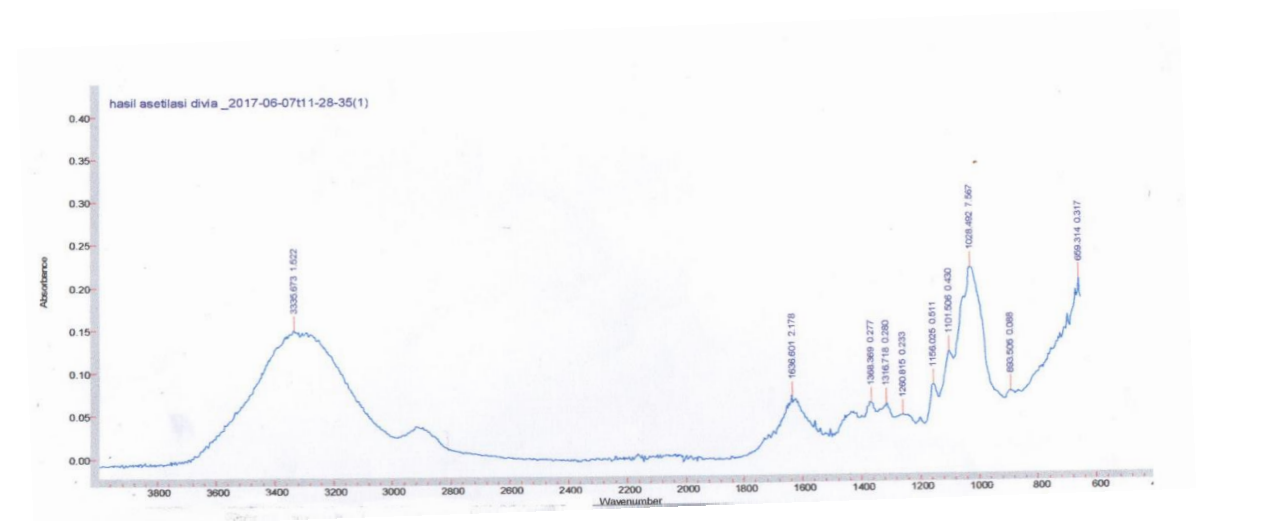
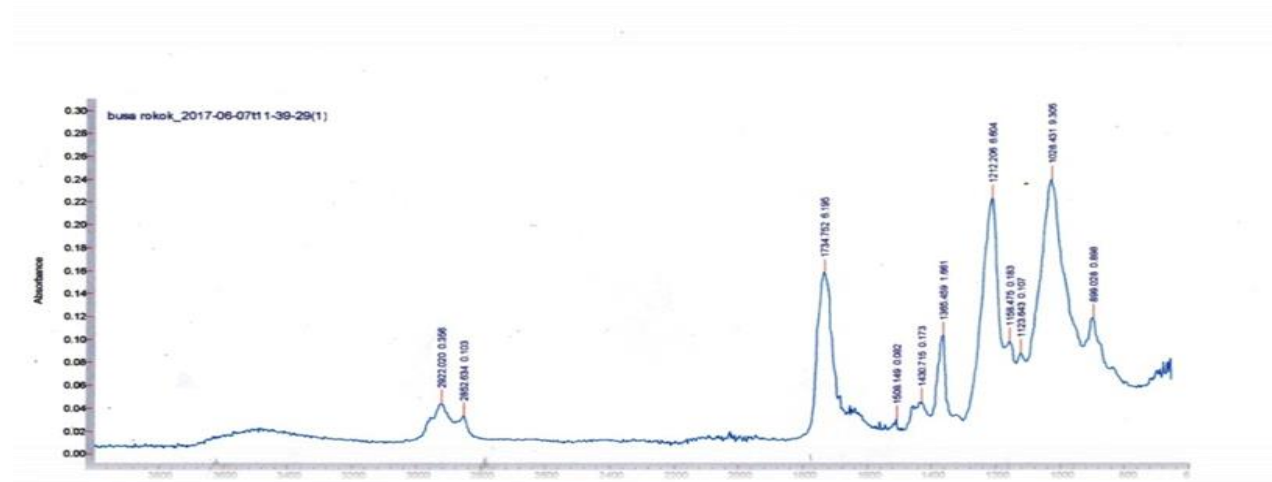
### **Reaksi Asetilasi Terhadap Selulosa Asetat**

Hasil yang didapat dari gambar grafik 3 adalah koefisien determinasi. Diketahui koefisien determinasi pada gambar tersebut sebesar 0,808. Karena koefisien korelasi hubungan interaksi antara waktu akselerasi dan persentase yield selulosa asetat sebesar 0,808. Kemudian koefisien determinasi sebesar 80,8% maka dari itu persentase yield dipengaruhi oleh waktu akselerasi pada proses delignifikasi. Sedangkan sisanya 19,2% (100%-80,8%) merupakan faktor lain diluar variabel tersebut.

Berdasarkan grafik, terlihat bahwa persentase yield selulosa yang didapat mengalami peningkatan pada kondisi kedua yakni pada waktu 2 jam. Hal ini dibuktikan oleh grafik di atas pada waktu 2 jam didapat yield sebesar 23.72%. Sedangkan pada waktu ke 3, 4, dan 5 yield mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu akselerasi maka semakin banyak zat yang terdegradasi atau rusak .

Setelah didapat waktu akselerasi optimum yaitu pada waktu 2 jam, maka dilanjutkan dengan uji analisa selulosa asetat dengan FTIR untuk memastikan hasil merupakan produk yang kita inginkan. Berikut ditampilkan hasil uji FTIR pada variasi waktu akselerasi delignifikasi seperti gambar berikut :

Grafik 3. Spektrum FTIR Selulosa Asetat Komersil



Grafik 4. Spektrum FTIR selulosa asetat dari kulit pisang

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

Hasil analisis gugus fungsi menggunakan FTIR menunjukkan adanya puncak serapan gugus karbonil 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 spektrum FTIR masih memiliki serapan gugus

hidroksil O-H pada bilangan gelombang  $3335\text{ cm}^{-1}$ . Hal ini membuktikan masih adanya gugus hidroksil pada selulosa asetat dari kulit pisang.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

Dari penelitian yang telah dilakukan berdasarkan pada variabel dengan variasi waktu delignifikasi 1, 2, 3, 4, 5, jam, dan suhu reaksi  $45^{\circ}\text{C}$  diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Limbah kulit pisang kepok memiliki kandungan alfa selulosa yang tinggi yaitu sebesar 94% dan bisa diolah menjadi selulosa asetat melalui reaksi asetilasi.

2. Semakin lama waktu delignifikasi maka hasil rendemen alfa selulosa semakin sedikit
3. Dalam proses delignifikasi dengan variasi waktu delignifikasi 1, 2, 3, 4, 5, jam dengan NaOH diperoleh hasil optimum pada waktu reaksi 2 jam yaitu sebesar 23.72%
4. Berdasarkan analisa FTIR terlihat spektrum yang menunjukkan adanya senyawa selulosa yang di tandai dengan terbentuknya peak pada daerah serapan  $1636\text{ cm}^{-1}$  akan tetapi masih menunjukkan adanya senyawa lain yaitu pada bilangan gelombang  $3335\text{ cm}^{-1}$  masih terbentuk gugus hidroksil.

#### Saran

Ditinjau dari hasil penelitian dan kesimpulan yang diperoleh maka ada beberapa saran yang dapat menjadi masukan bagi pembaca dan yang ingin melanjutkan penelitian pada bidang serupa yaitu :

1. Perlu diperhatikan pada saat persiapan bahan baku dikarenakan dibutuhkan hasil serbuk selulosa yang banyak untuk dilakukan analisa pada hasil yang didapat.
2. Pada saat proses asetilasi perlu diperhatikan agar gugus hidroksil yang dihasilkan pada proses delignifikasi dapat digantikan semua oleh gugus asetil pada proses asetilasi sehingga hasil selulosa asetat yang diinginkan terbentuk sempurna.

#### 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 serta pihak-pihak lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu. Kiranya hanya Allah SWT yang dapat membalas kebaikan yang diberikan kepada saya .

#### 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 Subtituen 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 Quantitive Esterogen 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.,
- 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* 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, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.
- Rofikah, 2013, *Pemanfaatan Pektin Kulit Pisang Kepok*, Universitas Negri 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
- 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.