

Pembuatan Nitroselulosa Dari Selulosa Hasil Pemurnian Pelepah Sawit dengan Hidrogen Peroksida (H_2O_2) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Propelan

Saragih,E*, Padil**, Yelmida**

*Alumni Teknik Kimia Universitas Riau **Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
erick_saragih09@yahoo.com

ABSTRACT

Nitrocellulose is a polymer used as materials for propellant. Manufacture of nitrocellulose done with cellulose nitration process. Nitration of cellulose is a reaction force substitution or replacement of H^+ from $-OH$ groups in cellulose contained in the NO_2^+ cluster of nitric acid (HNO_3). Cellulose to be used is sourced from waste palm midrib. The purpose of this study is to obtain the best conditions of temperature and time nitration that α -cellulose nitration process to produce nitrocellulose with a high nitrogen content. Palm midrib cellulose purified before entering the nitration process. Stages of the purification process a palm midrib cellulose is extraction, hydrolysis, delignification and purification with hydrogen peroxide (H_2O_2). After the purification process, the next step is the process of nitration of cellulose with a mixture of nitric acid and sulfuric acid. Nitration process is done with the variation of temperature and reaction time. Nitrocellulose nitrogen levels will be analyzed with Fourier Transform Infra Red Spectroscopy (FTIR). The best conditions in the nitration process took 30 minutes with the temperature of $90^\circ C$. Nitrogen levels were estimated on nitrocellulose $> 12\%$ so it can be used as raw material for the manufacture of propellants.

Keywords: FTIR, Nitration, Nitrocellulose, Palm Midrib, Propellants

I. Pendahuluan

Keamanan suatu negara merupakan faktor penting berlangsungnya kegiatan ilmu dan teknologi serta kegiatan ekonomi dan sosial suatu bangsa. Oleh karena itu, kegiatan yang berkaitan dengan penyediaan senjata sangat penting bagi setiap negara. Indonesia memenuhi kebutuhan senjata dengan cara membeli dari luar negeri yaitu SAM-75 dari Uni Soviet, Rapiet dari Inggris dan Exocet dari Perancis. IPTN (Industri Pesawat Terbang Negara) dengan divisi sistem senjatanya memproduksi roket kecil menggunakan lisensi dari Belgia. Roket militer menggunakan bahan bakar propelan *double base*.

Di dalam negeri, belum ada industri yang memproduksi propelan *double base* dan masih dalam tahap riset atau penelitian, sehingga propelan diperoleh dengan cara mengimpor. Adapun jumlah propelan yang diimpor Indonesia pada tahun 2002 sebesar 18.190 kg dan pada

tahun 2006 mengalami peningkatan dengan jumlah impor sebesar 46.750 kg (Badan Pusat Statistik, 2006).

Komponen utama pembuatan nitroselulosa yaitu selulosa. Sumber selulosa cukup melimpah jumlahnya di Indonesia. Jika ditinjau dari kuantitas dan perkembangannya, sumber selulosa yang melimpah di Indonesia berbasis sawit. Sawit merupakan komoditi yang paling mendominasi luas areal perkebunan di Indonesia. Data pada bulan Maret 2012 menunjukkan luas perkebunan sawit di Provinsi Riau mencapai 2,2 juta hektar (Anggoro, 2012). Luas kebun sawit yang semakin meningkat akan menyebabkan peningkatan jumlah limbah padat yang dihasilkan seperti pelepah sawit, sabut sawit, tandan kosong sawit dan batang sawit. Oleh karena itu, limbah padat sawit perlu dimanfaatkan kembali untuk menghasilkan produk yang lebih bermanfaat seperti penggunaan limbah padat sawit sebagai bahan baku selulosa

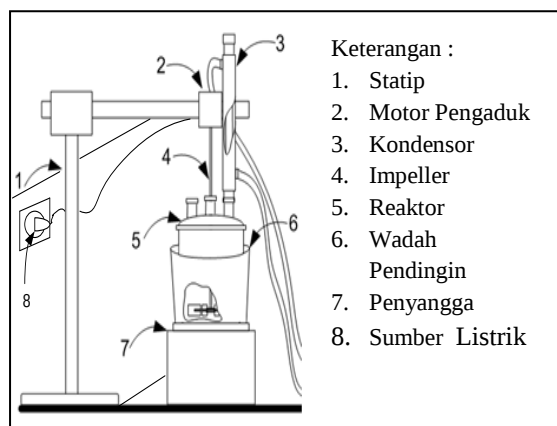
untuk memproduksi nitroselulosa dengan menggunakan reaksi nitrasi.

Pada penelitian ini, limbah padat sawit yang digunakan sebagai sumber selulosa adalah pelepah sawit. Pemilihan pelepah sawit sebagai sumber selulosa dilakukan berdasarkan kadar selulosa dan ketersediaan pelepah sawit. Pelepah sawit memiliki kadar selulosa sebesar 34,89% (Padil dan Yelmida, 2009). Limbah pelepah sawit dihasilkan setiap pemanenan buah sawit sehingga jumlahnya cukup melimpah. Pemanfaatan pelepah sawit selama ini masih belum optimal. Pelepah sawit hanya diletakkan disekitar pohon sawit atau dibakar dan dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman. Pelepah sawit berpeluang dimanfaatkan kembali sebagai bahan baku pembuatan nitroselulosa. Tujuan penelitian ini adalah memperoleh temperatur dan waktu nitrasi yang terbaik pada proses nitrasi α -selulosa pelepah sawit untuk menghasilkan nitroselulosa dengan kadar nitrogen yang tinggi.

II. Metode Penelitian

2.1 Alat yang Digunakan

Alat - alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah reaktor nitrasi, pengaduk, kondensor, desikator, kertas saring *whatman*, termometer, *soxhlet*, satu set alat destilasi, dan labu *kjedahl*. Rangkaian alat untuk proses nitrasi dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 2.1 Rangkaian Alat Nitrasi

2.2 Bahan yang Digunakan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelepah sawit, asam nitrat 65%, asam sulfat 98%, hidrogen klorida 0,1 N, natrium hidroksida 45%, natrium hidroksida 17,5%, heksan, bikarbonat, kalium bikromat 0,5 N, natrium sulfat anhidrat, indikator feroin, hidrogen peroksida 3% dan ferrous ammonium sulfat 0,1 N.

2.3 Variabel Penelitian

Variabel tetap pada penelitian ini adalah ukuran partikel 20-40 mesh, kondisi operasi (konsentrasi hidrogen peroksida, nisbah larutan padatan, suhu, pH dan waktu reaksi) proses pemurnian pelepah sawit dengan hidrogen peroksida, perbandingan pelepah sawit dengan larutan penitrasi. Variabel berubah penelitian ini adalah temperatur reaksi nitrasi (5-10; 10-15; 15-20 °C), waktu reaksi (30, 60, 90 menit).

2.4 Penyiapan Larutan Ekstrak Abu Tandan Kosong Sawit (TKS)

Larutan pemasak yang digunakan untuk pemurnian tahap awal dari pelepah sawit adalah ekstrak abu TKS. Abu TKS didapat dari hasil pembakaran tandan kosong sawit dalam *incenerator* pada pabrik CPO. Untuk memperoleh larutan pemasak dilakukan beberapa tahapan. Pada tahap awal abu TKS disaring menggunakan saringan berukuran 40 mesh. Abu yang tersaring kemudian ditambahkan air dengan perbandingan massa abu dan air 1 : 4. Larutan diaduk selama 15 menit, selanjutnya didiamkan selama 48 jam hingga semua abu terendapkan. Larutan hasil ekstrak diperoleh dengan memisahkan endapan abu dari larutan, kemudian larutan tersebut disiapkan sebagai larutan pemasak (Asri, 2010). Proses pembuatan larutan ekstrak abu TKS akan menghasilkan larutan ekstrak abu TKS dengan pH 12,5.

2.5 Persiapan dan Analisa Bahan Baku

Selulosa diperoleh dari pelepah sawit. Pelepah sawit dibersihkan dari lidi dan daunnya, kemudian dihaluskan menjadi ukuran yang lebih kecil. Pelepah sawit yang telah dihaluskan 20 – 40 mesh sebanyak 10 gr dikeringkan sampai beratnya konstan. Setelah berat sampel konstan, dihitung kadar airnya. Berdasarkan hasil perhitungan kadar air pada sampel, semua pelepah sawit yang akan digunakan pada penelitian dikeringkan sampai kadar air yang tersisa $\pm 10\%$. Setelah pelepah dikeringkan, dilakukan analisa komponen kimia pelepah sawit. Analisis komponen kimia bahan baku bertujuan untuk mengetahui kadar selulosa- α (SNI 0444-2-2009) (Zulfieni, 2011).

2.6 Ekstraksi

Proses ekstraksi menggunakan metode sokletasi. Tujuan proses ekstraksi yaitu menghilangkan kadar ekstraktif pada pelepah sawit. Pelarut yang digunakan yaitu heksan. Proses sokletasi dilakukan selama 6 jam. Tahap ekstraksi berdasarkan TAPPI T-222 CM-98.

2.7 Proses Hidrolisis

2.7.1 Proses Prehidrolisis

Proses *prehidrolisis* pelepah sawit bertujuan untuk menghilangkan komponen hemiselulosa yang terdapat pada pelepah sawit. Proses *prehidrolisis* dilakukan dengan pelarut ekstrak abu TKS. Pelepah sawit dan ekstrak TKS dengan perbandingan 1:10 dipanaskan pada suhu 100 °C selama 1 jam.

2.7.2 Proses Cooking/Delignifikasi

Proses *cooking/delignifikasi* pelepah sawit bertujuan untuk menghilangkan komponen lignin yang terdapat pada pelepah sawit. Proses *cooking/delignifikasi* dilakukan dengan pelarut ekstrak abu TKS. Pelepah sawit dan ekstrak TKS dengan perbandingan 1:5 dipanaskan pada suhu 100 °C selama 30 menit (Zulfieni, 2011).

2.8 Proses Pemurnian dengan Hidrogen Peroksida

Selulosa pelepah sawit hasil hidrolisis sebanyak 12 gr ditambahkan ke dalam 120 ml H_2O_2 3%. Kemudian ditambahkan ± 3 tetes NaOH sampai pH 9 dan ditambahkan buffer pH 9 untuk menjaga pH. Selulosa dipanaskan pada temperatur 90 °C dan diaduk selama 1 jam. Setelah 1 jam, selulosa dicuci dengan aquades sampai pH nya netral (Herryawan, 2013).

2.9 Proses Nitrase

Proses nitrase dilakukan menggunakan reagen penitrase HNO_3 65% dan H_2SO_4 98% dalam reaktor nitrase untuk mendapatkan nitroselulosa. Kondisi nitrase adalah temperatur pada 5-10 ,10-15, 15-20 °C dan waktu 30, 60, 90 menit. Perbandingan selulosa hasil pemurnian dan asam nitrat yang digunakan adalah 5 gram selulosa : asam nitrat 60 ml dengan kecepatan pengadukan 165 rpm. Selulosa pelepah sawit dan reagen penitrase dimasukkan ke dalam reaktor dan dibiarkan bereaksi selama variasi waktu reaksi. Nitroselulosa hasil reaksi dicuci dengan air dan bikarbonat, kemudian dikeringkan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengujian kadar nitrogen.

2.10 Analisa dengan Spektroskopi Infra Red

Keberhasilan proses nitrase diketahui dengan analisa spektrofotometer IR. Pengujian dengan spektrofotometer IR menghasilkan spektrum FTIR dari nitroselulosa yang diperoleh dari tiap-tiap variasi variabel. Spektrum FTIR dianalisa serapan gugus $-\text{NO}_2$ kisaran angka gelombang 1390 – 1260 cm^{-1} dan 1660 – 1560 cm^{-1} . Selain meninjau gugus $-\text{NO}_2$, gugus $-\text{OH}$ juga ditinjau pada angka gelombang 3600 – 3200 cm^{-1} untuk mengetahui keberhasilan proses nitrase.

2.11 Uji Nyala

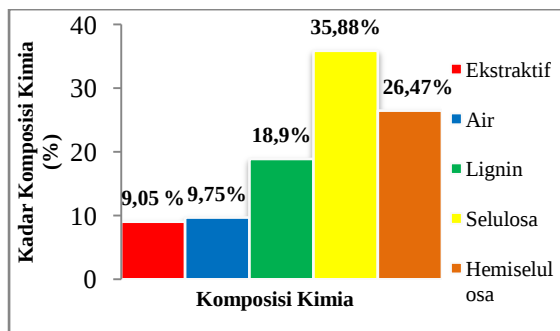
Nitroselulosa merupakan bahan yang mudah terbakar. Oleh karena itu,

keberhasilan pembuatan nitroselulosa dapat dilihat dari uji nyala nitroselulosa tersebut. Nitroselulosa dikeringkan terlebih dahulu, kemudian dibakar dan diamati nyala apinya.

III. Hasil dan Pembahasan

3.1 Komposisi Kimia Pelepah Sawit

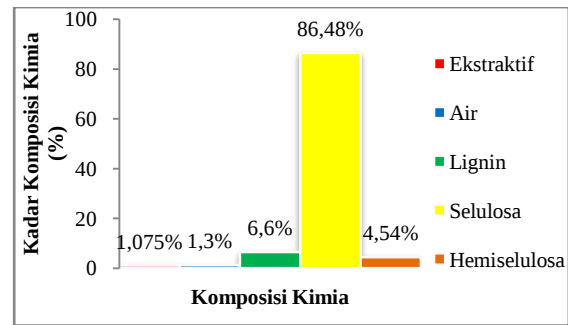
Bahan baku yang digunakan sebagai sumber selulosa pada penelitian ini adalah pelepah sawit yang diperoleh dari perkebunan sawit Fakultas Pertanian Universitas Riau. Analisa selulosa- α dengan metode SNI 0444-2-2009, analisa kadar lignin dengan metode SNI 0492-2008, analisa kadar ekstraktif dilakukan dengan metode TAPPI-222-CM-98 dilakukan di Laboratorium Dasar Teknik Kimia Universitas Riau. Komposisi kimia pelepah sawit yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Komposisi Kimia Pelepah Sawit

3.2 Komposisi Kimia Pelepah Sawit Hasil Hidrolisis

Kadar selulosa- α pelepah sawit dapat ditingkatkan dengan proses hidrolisis. Pelepah sawit yang telah dikeringkan dan diseragamkan ukurannya dihidrolisis dengan larutan ekstrak abu TKS. Komposisi kimia pelepah sawit setelah hasil hidrolisis dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 3.2 Komposisi Kimia Pelepah Sawit Hasil Hidrolisis

Zulfieni [2011] memperoleh kadar selulosa- α sebesar 86,12% dengan proses hidrolisis dan tidak jauh berbeda dengan kadar selulosa- α yang dihasilkan pada penelitian ini sebesar 86,48%. Pelepah sawit hasil hidrolisis masih memiliki kadar ekstraktif 1,075% ; kadar air 1,3% ; kadar lignin 6,6% dan kadar hemiselulosa 4,54% sehingga perlu dilakukan proses pemurnian untuk memperoleh selulosa dengan kadar selulosa- α >92%. Pemurnian yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan hidrogen peroksida (H_2O_2).

3.3 Kadar Selulosa- α Hasil Pemurnian dengan Hidrogen Peroksida (H_2O_2)

Selulosa yang dimurnikan dengan H_2O_2 memiliki kadar selulosa- α sebesar 95,11%. Kadar selulosa- α yang digunakan untuk proses nitrasi lebih tinggi dibandingkan Rahmad [2011] dan Desriani [2012]. Rahmad [2011] menggunakan selulosa dengan kadar selulosa- α sebesar 86,87% sehingga dihasilkan nitroselulosa dengan kadar nitrogen sekitar 7,3% dan Desriani [2012] menggunakan selulosa dengan kadar selulosa- α sebesar 86,12% sehingga dihasilkan nitroselulosa dengan kadar nitrogen sekitar 6,8%. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian Rahmad [2011] dan Desriani [2012], pemurnian lanjutan selulosa perlu dilakukan agar dihasilkan selulosa dengan kadar selulosa- α >92%. H_2O_2 bersifat stabil pada kondisi asam dan mudah terurai pada kondisi basa. H_2O_2 akan terurai

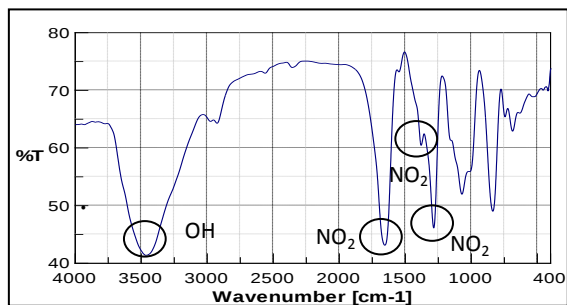
membentuk *perhydroxil anion* dan air pada kondisi basa. Reaksi teurainya H_2O_2 disebut *deprotonation* dan dapat dilihat pada reaksi persamaan 3.1.



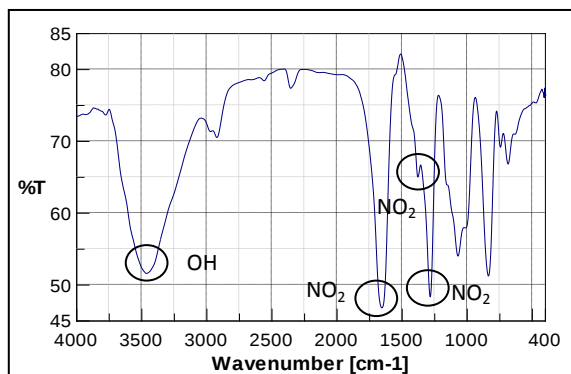
Perhydroxil anion yang berperan dalam proses pemurnian selulosa. Anion tersebut dapat terbentuk dengan penambahan alkali pada H_2O_2 sesuai persamaan reaksi 4.1.

3.4 Analisa Fourier Transform Infra Red (FTIR)

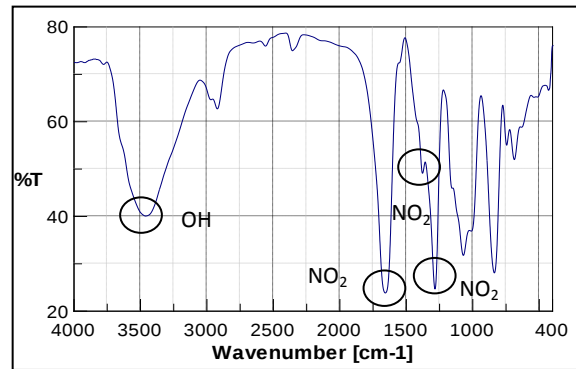
Keberhasilan proses nitrasi dapat ditinjau secara kualitatif dengan spektrum *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Serapan gugus $-NO_2$ dianalisa pada kisaran angka gelombang $1390 - 1260 \text{ cm}^{-1}$ dan $1660 - 1560 \text{ cm}^{-1}$. Selain meninjau gugus $-NO_2$, gugus $-OH$ juga ditinjau pada angka gelombang $3600 - 3200 \text{ cm}^{-1}$. Spektrum FTIR nitroselulosa yang dihasilkan pada waktu 30 menit dapat dilihat pada Gambar 3.1.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.3 Spektrum FTIR Nitroselulosa pada Waktu 30 Menit dengan Variasi Temperatur (a) 5 – 10 °C; (b) 10 – 15 °C; (c) 15 – 20 °C

Gambar 3.3 menunjukkan terdapat puncak-puncak pada kisaran angka gelombang $1260-1390 \text{ cm}^{-1}$ dan $1560 - 1660 \text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya gugus $-NO_2$. Puncak pada angka gelombang $3200 \text{ m} - 3600 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan masih adanya gugus $-OH$. Munculnya serapan OH menunjukkan bahwa dalam produk nitroselulosa terdapat ikatan hidrogen antara nitroselulosa dan air. Nitroselulosa yang dihasilkan harus disimpan dalam keadaan lembab, karena nitroselulosa sangat mudah terbakar dalam keadaan kering. Perbandingan puncak-puncak gugus $-NO_2$ dan $-OH$ dapat dilihat pada Tabel 3.1.

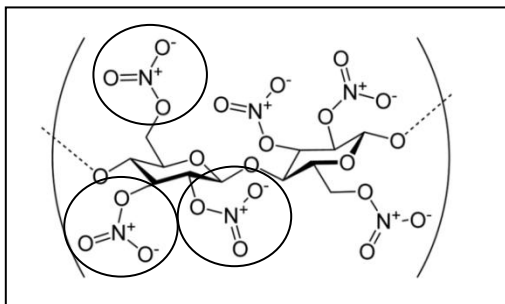
Tabel 3.1 Gugus Fungsi $-NO_2$ dan $-OH$ pada Nitroselulosa pada Waktu 30 Menit dengan Variasi Temperatur

Gugus Fungsi	Temperatur 5 – 10 °C		Temperatur 10 – 15 °C		Temperatur 15 – 20 °C	
	Frekwensi (cm^{-1})	% T	Frekwensi (cm^{-1})	% T	Frekwensi (cm^{-1})	% T
NO_2	1281	46	1281	48	1281	25
	1375	61	1375	65	1375	49
	1656	43	1656	46	1656	24
OH	3469	41	3469	51	3469	40

Besar kadar nitrogen pada nitroselulosa ditunjukkan dengan tingkat ketajaman puncak yang dinyatakan dalam % transmittan. Transmittan merupakan

fraksi daya cahaya yang diteruskan dengan daya cahaya yang masuk. Semakin rendah %transmittan maka kadar nitrogen (gugus nitro) semakin besar. Data pada Tabel 3.1 menunjukkan perbedaan nilai %T pada masing-masing temperatur. Kadar nitrogen tertinggi diperoleh pada temperatur 15 – 20 °C. Rentang temperatur 15 – 20 °C menghasilkan nitroselulosa dengan kadar nitrogen yang lebih tinggi sebab nilai %transmittannya lebih rendah dibandingkan rentang temperatur 5 – 10 dan 10 – 15 °C. Teori kinetika reaksi menjelaskan temperatur reaksi yang semakin tinggi akan meningkatkan tumbukan antar partikel sehingga reaksi berlangsung lebih cepat. Reaksi nitrasi selulosa merupakan reaksi eksotermis. Reaksi eksotermis dapat dipercepat laju reaksinya dengan pendinginan, sedangkan reaksi endotermis dengan pemanasan dapat meningkatkan laju reaksi.

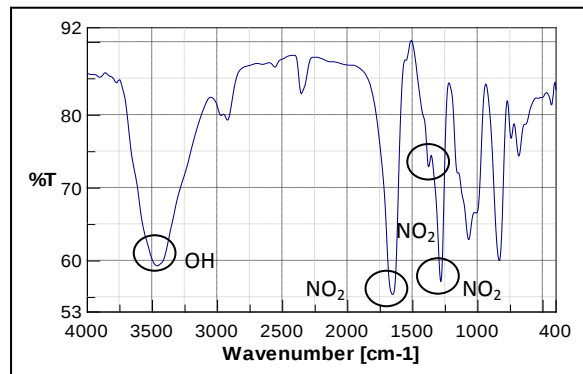
Nitroselulosa yang dihasilkan mensubstitusi tiga gugus $-NO_2$, tetapi pertukaran gugus ketiga belum sempurna karena puncak gugus ketiga (angka gelombang 1375 cm^{-1}) tidak terlalu tajam seperti puncak gugus pertama (1281 cm^{-1}) dan kedua (1656 cm^{-1}). Besarnya nilai %transmittan pada puncak dengan angka gelombang 1375 cm^{-1} menunjukkan rendahnya kadar nitrogen didalamnya. Hal ini terjadi karena substitusi atau pertukaran gugus ketiga cukup sulit terjadi karena adanya kesesakan ruang (*steric hindrance*) pada polimer nitroselulosa yang terbentuk. Gugus NO_2 pada nitroselulosa dapat dilihat pada Gambar 3.4.



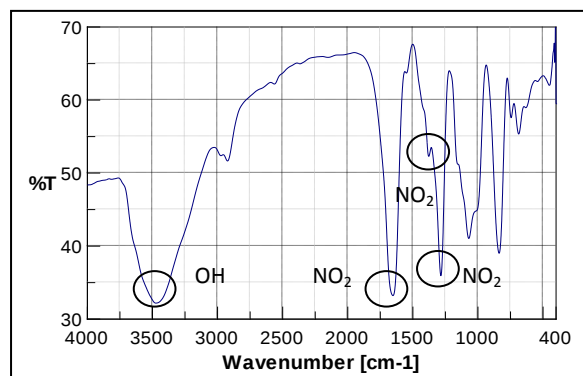
Gambar 3.4 Struktur Nitroselulosa

Variasi reaksi nitrasi juga dilakukan pada waktu reaksi. Spektrum FTIR

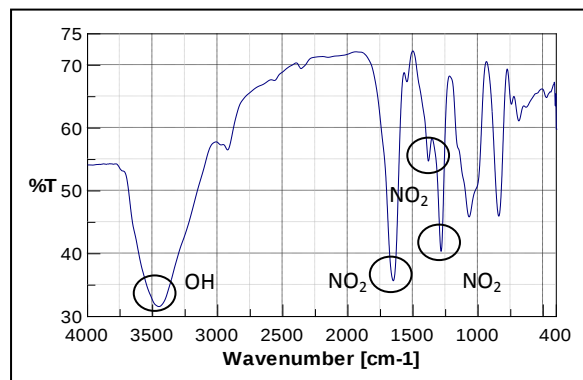
nitroselulosa pada waktu 60 menit dapat dilihat pada Gambar 3.5.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.5 Spektrum FTIR Nitroselulosa pada Waktu 60 Menit dengan Variasi Temperatur (a) 5 – 10 °C; (b) 10 – 15 °C; (c) 15 – 20 °C

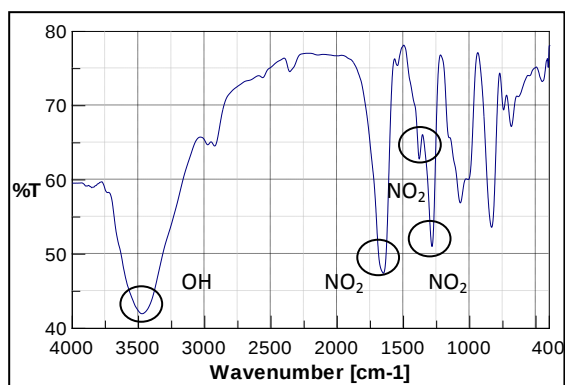
Gambar 3.5 menunjukkan terdapat puncak-puncak pada kisaran angka gelombang $1260\text{--}1390\text{ cm}^{-1}$ dan $1560\text{--}1660\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya gugus $-NO_2$. Puncak pada angka gelombang $3200\text{--}3600\text{ cm}^{-1}$

menunjukkan masih adanya gugus $-OH$. Perbandingan puncak-puncak gugus $-NO_2$ dan $-OH$ dapat dilihat pada Tabel 3.2.

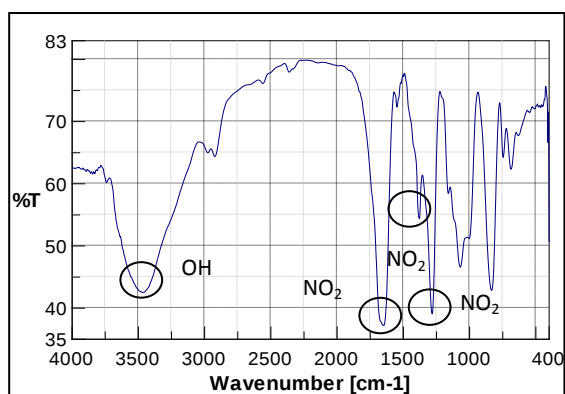
Tabel 3.2 Gugus Fungsi $-NO_2$ dan $-OH$ pada Nitroselulosa pada Waktu 60 Menit dengan Variasi Temperatur

Gugus Fungsi	Temperatur 5 – 10 °C		Temperatur 10 – 15 °C		Temperatur 15 – 20 °C	
	Frekwensi (cm ⁻¹)	% T	Frekwensi (cm ⁻¹)	% T	Frekwensi (cm ⁻¹)	% T
NO ₂	1281	57	1281	36	1281	40
	1375	73	1375	52	1375	54
	1656	55	1656	33	1656	35
OH	3469	59	3469	32	3469	41

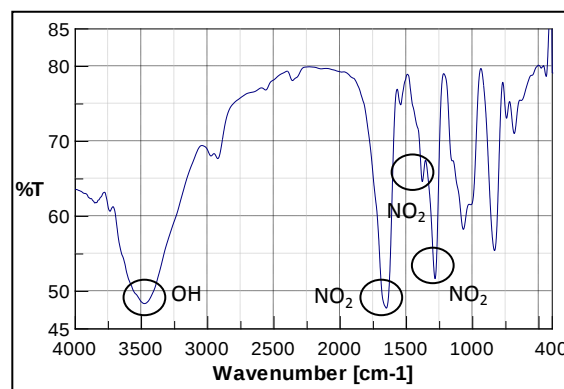
Data pada Tabel 3.2 menunjukkan perbedaan nilai %T pada masing-masing temperatur dalam waktu 60 menit. Kadar nitrogen tertinggi diperoleh pada temperatur 10 – 15 °C sebab nilai %transmittannya lebih rendah dibandingkan pada rentang temperatur 5 – 10 °C dan 15 – 20 °C. Spektrum FTIR nitroselulosa pada waktu 90 menit dapat dilihat pada Gambar 3.6.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.6 Spektrum FTIR Nitroselulosa pada Waktu 90 Menit dengan Variasi Temperatur (a) 5 – 10 °C; (b) 10 – 15 °C; (c) 15 – 20 °C

Gambar 3.6 menunjukkan terdapat puncak-puncak pada kisaran angka gelombang 1260-1390 cm⁻¹ dan 1560 – 1660 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus $-NO_2$. Puncak pada angka gelombang 3200m – 3600 cm⁻¹ menunjukkan masih adanya gugus $-OH$. Perbandingan puncak-puncak gugus $-NO_2$ dan $-OH$ dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Gugus Fungsi $-NO_2$ dan $-OH$ pada Nitroselulosa pada Waktu 90 Menit dengan Variasi Temperatur

Gugus Fungsi	Temperatur 5 – 10 °C		Temperatur 10 – 15 °C		Temperatur 15 – 20 °C	
	Frekwensi (cm ⁻¹)	% T	Frekwensi (cm ⁻¹)	% T	Frekwensi (cm ⁻¹)	% T
NO ₂	1281	51	1281	39	1281	52
	1375	62	1375	55	1375	65
	1656	47	1656	37	1656	48
OH	3469	42	3469	43	3469	48

Data pada Tabel 3.3 menunjukkan perbedaan nilai %T pada masing-masing temperatur dalam waktu 90 menit. Kadar nitrogen tertinggi diperoleh pada temperatur 10 – 15 °C sebab nilai %transmittannya lebih rendah dibandingkan pada rentang temperatur 5 – 10 °C dan 15 – 20 °C.

Selain temperatur, waktu reaksi juga mempengaruhi reaksi nitrasi. Semakin lama waktu reaksi maka semakin banyak

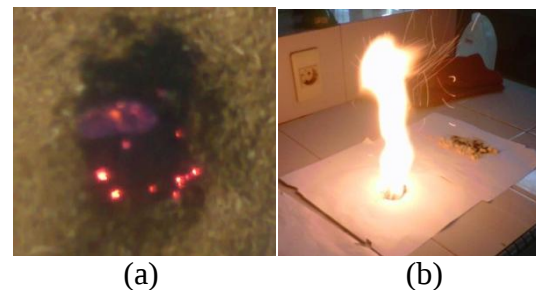
reaktan yang dikonversikan menjadi produk. Pada reaksi nitrasi selulosa, semakin lama waktu reaksi maka semakin banyak gugus $-OH$ tersubsitusi dengan gugus $-NO_2$. Semakin banyak terjadi pergantian gugus maka % nitrogen nitroselulosa semakin besar. Data pada Tabel 3.1, Tabel 3.2 dan Tabel 3.3 menunjukkan perbedaan %transmittan setiap variasi waktu 30, 60 dan 90 menit pada temperatur yang sama. Nitroselulosa dengan kadar nitrogen tertinggi cenderung dihasilkan pada waktu 30 menit. Penurunan kadar nitrogen pada waktu 60 dan 90 menit disebabkan terjadinya depolimerisasi dan denitrasi pada nitroselulosa. Kondisi optimum yang dihasilkan pada penelitian ini adalah pada waktu 30 menit dengan temperatur $15 - 20^\circ C$, dimana %transmittan pada masing-masing angka gelombang adalah 25 pada angka gelombang 1281 cm^{-1} , 49 pada angka gelombang 1375 cm^{-1} dan 24 pada angka gelombang 1656 cm^{-1} .

Reaksi nitrasi sempurna apabila terjadi trisubsitusi pada selulosa (Fengel dan Wagener, 1995) dan pada penelitian ini cenderung dihasilkan disubsitusi pada masing-masing variasi. Nitrasi sempurna selulosa masih sulit dicapai jika dilakukan proses nitrasi 1 tahap. Oleh karena itu, nitrasi dapat dilakukan 2 tahap. Tahap 1 dilakukan dengan asam nitrat dalam media asam sulfat dan tahap 2 dilanjutkan dengan penambahan nitrogen trioksida (N_2O_3) yang dihasilkan melalui pemanasan asam sulfat (Hartaya, 2008).

Fordham [2013] melakukan estimasi kadar nitrogen pada nitroselulosa berdasarkan derajat subsitusi gugus $-NO_2$ pada selulosa. Nitroselulosa dengan derajat subsitusi satu memiliki kadar nitrogen $>7,3\%$ dan derajat subsitusi dua memiliki kadar nitrogen $>12,73\%$ serta derajat subsitusi tiga memiliki kadar nitrogen $>16,86\%$. Penelitian ini pada masing-masing variasi variabel cenderung menghasilkan derajat subsitusi dua, sebab subsitusi gugus $-OH$ dengan $-NO_2$ yang ketiga belum sempurna, sehingga jika

diestimasi kadar nitrogen pada nitroselulosa mencapai $>12,73\%$.

Pengujian nyala nitroselulosa juga dilakukan untuk mengamati laju bakarnya. Nitroselulosa memiliki laju bakar yang lebih cepat dibandingkan selulosa sebab nitroselulosa memiliki gugus nitro. Laju bakar selulosa sangat lambat dan menghasilkan arang sebagai sisa pembakaran, sedangkan nitroselulosa memiliki laju bakar yang cepat dan habis terbakar tanpa menghasilkan arang. Perbedaan laju bakar selulosa dan nitroselulosa dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Uji bakar terhadap (a) selulosa dari pelepah sawit (b) nitroselulosa

4 KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Hasil nitrasi terhadap selulosa- α pelepah sawit menghasilkan nitroselulosa dengan kadar nitrogen $>12,73\%$ dan telah bisa digunakan untuk pembuatan propelan atau bahan bakar roket. Kondisi terbaik nitrasi terhadap selulosa- α pelepah sawit yaitu pada waktu 30 menit dengan temperatur $15 - 20^\circ C$.

4.2 Saran

Penelitian ini masih menghasilkan pertukaran dua buah gugus $-NO_2$ yang sempurna, oleh karena itu agar menghasilkan pertukaran tiga buah gugus $-NO_2$ secara sempurna dapat dilakukan nitrasi bertingkat dengan nitrogen trioksida sehingga dihasilkan nitroselulosa dengan kadar nitrogen yang lebih tinggi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Padil, ST., MT dan ibu Dra. Yelmida M.Si selaku pembimbing yang telah mengarahkan dan membimbing penulis selama penelitian ini. Terima kasih kepada kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama ini. Terima kasih kepada rekan-rekan Teknik Kimia Angkatan 2009 yang telah banyak membantu penulis dalam skripsi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Albrought, L.F., Richard V.C., and Robert J, 1996, Nitration : An Overview of Recent Developments and Process, <http://pubs.acs.org> [diakses 30 November 2012].
- Anggoro, R. 2012. 7,8 Persen Kebun Sawit Dimiliki BUMN, <http://www.antarariau.com/berita/19019/7,8persen-kebun-sawit-dimiliki-bumn> [diakses 28 Maret 2013].
- Asri., S, 2010, Research into Pemurnian Selulosa batang Sawit Menggunakan Ekstrak Abu TKS, Skripsi, Universitas Riau.
- Badan Penelitian Kehutanan Indonesia. 1997. *Ensiklopedi Kehutanan Indonesia Edisi Pertama*. Departemen Kehutanan Badan Penelitian dan Kehutanan ; Jakarta
- Desriani, R. 2012. *Proses Pembuatan Nitroselulosa dari Limbah Pelempah Sawit*. Laboratorium Kimia Organik Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau
- Erlangga, B. 2012. *Pembuatan Nitroselulosa dari Kapas (Gossypium Sp) dan Kapuk (Ceiba Pentandra) Melalui Reaksi Nitrasi*. Institut Teknologi Sepuluh November ; Surabaya
- Fordham, S. 1980. *Heigh Explosives and Propellants*. 2nd edition. Pergamon Press ; New York
- Giwangkara, E. G. 2007. *Spektrofotometri Infra Merah*, <http://chem-is-try.org> [diakses 3 Desember 2012]
- Hartaya, K. 2008. *Pembuatan Nitroselulosa dari Bahan Selulosa sebagai Komponen Utama Propelan Double Base*, Laporan Penelitian, LAPAN.
- Hartaya, K., 2009, Analisis Kurva FTIR untuk Nitroselulosa, Nitrogliserin, dan Propelan Double Base sebagai Dasar Penentuan Kadar Nitrogen dalam Nitroselulosa, Laporan Penelitian, LAPAN.
- Herryawan. 2013. *Proses Bleaching Pelempah Sawit Hasil Hidrolisis Sebagai Bahan Baku Nitroselulosa dengan Variasi Suhu dan Waktu Reaksi*. Laboratorium Kimia Organik Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau; Pekanbaru
- Kirk R. E dan D.F. Othmer. 1952. *Encyclopedia of Chemical Technology Vol. 8*. The Interscience Encyclopedia, Inc ; New York
- Padil dan Yelmida A. 2009. *Produksi Nitroselulosa Sebagai Bahan Baku Propelan yang Berbasis Limbah Padat Sawit*. Laporan Penelitian Hibah Penelitian Stranas Batch II. Universitas Riau; Pekanbaru
- Pari G. 2011. *Pengaruh selulosa Terhadap Struktur Karbon Arang*. J Penelitian Hasil Hutan. Bogor
- Purwantoro, R Nugroho. 2008. *Sekilas Pandang Industri Sawit*. Lembaga Management Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia
- Rahmad, A. 2011. *Proses Pembuatan Nitroselulosa Dari Reject Pulp dengan Variasi Waktu dan Temperatur Nitrasi*. Universitas Riau; Pekanbaru
- Sa'adah. 2010. "Produksi Enzim Selulosa oleh *Aspergillus niger*", [http://eprints.undip.ac.id/13064/1/BAB I-V.pdf](http://eprints.undip.ac.id/13064/1/BAB%20I-V.pdf), diakses pada 4 November 2012
- Satibi, L. 2005. *Nitroselulosa dari Kulit Pisang*. LAPAN
- Selwitz, C. 1988. *Cellulose Nitrate in Conservation*. The Getty Conservation Institute

Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi, 1997, Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian, Yogyakarta: Liberty.

Zulfieni, W.Y., 2011. Research into *Hidrolisis Pelepah Sawit Untuk Memurnikan Selulosa- α Menggunakan Larutan Pemasak dari Ekstrak Abu TKS*, Skripsi, Universitas Riau.