

PEMBUATAN NITROSELULOSA DARI SELULOSA- PELEPAH SAWIT HASIL PEMURNIAN DENGAN ENZIM XYLANASE (VARIASI KONSENTRASI ASAM NITRAT DAN RASIO ASAM PENITRASI)

Hariato, F*, Padil**, Yelmida**

*Alumni Teknik Kimia Universitas Riau

**Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

febri_hariato@ymail.com

ABSTRACT

Rocket fuel (propellant) is a strategic raw material to be developed. The main ingredient manufacture of propellant is the nitrocellulose. One of cellulose that can be used as raw material for the manufacture of nitrocellulose is cellulose from waste palm midrib. The purpose of this research is to increase the -cellulose palm midrib be greater than 92% through the purification process with xylanase enzyme and Looking ratio $HNO_3: H_2SO_4$ and nitric acid concentration the best on a nitration process on a laboratory scale. Before doing nitration, palm midrib must go through several stages of purification such as extraction, hydrolysis, delignification and purification using and xylanase enzyme. After that, the nitration process by reaction with nitric acid and sulfuric acid for 90 minutes, stirring speed of 165 rpm and temperature $<15^\circ C$ with variations in the ratio of nitric acid and sulfuric acid as well as variations in the concentration of nitric acid. Nitrocellulose is then performed FTIR analysis to see the group substituted with $-NO_2$ and observation of the flame to see the content of nitrogen in the nitrocellulose. The resulting cellulose has a content -cellulose 96.25% and nitrocellulose produced by using the best conditions ratio of nitric acid and sulfuric acid 1:2 (% w/w) and the concentration of nitric acid 60% had higher levels of nitrogen were estimated 12.73% because substitusing 2 group- NO_2 . So it can be concluded that -cellulose of the palm frond can be used for the manufacture of nitrocellulose as a rocket fuel (propellant).

Keyword : nitration, nitrocellulose, palm midrib, propellant, xylanase enzyme

1. Pendahuluan

Salah satu bagian penting dari program peroketan nasional adalah kemandirian bahan bakar untuk roket. Bahan bakar roket merupakan bahan baku strategis untuk dikembangkan. Bahan bakar roket dapat terdiri atas propelan *single base* (terdiri dari nitroselulosa), propelan *double base* (terdiri dari komponen nitrogliserin dan nitroselulosa ditambah bahan lain) dan propelan *triple base* (terdiri atas *fuel binder*, oksidator dan logam tambahan). Bahan bakar propelan memiliki kecepatan bakar yang tinggi sehingga biasa digunakan untuk misil dengan *cigarette burning* [Hartaya, 2008]. Bahan utama pembuatan propelan ini adalah nitroselulosa. Nitroselulosa (<12,6 % N) biasanya dipertahankan basah dan mengandung ± 30 % air agar tidak mudah meledak. Nitroselulosa dengan kadar nitrogen >12 % dikenal sebagai *guncotton* dan mudah

meledak meski sedikit basah. Jika kering semua jenis nitroselulosa sangat peka terhadap ledakan dan cukup berbahaya [Erlangga *et al.*, 2012].

Nitroselulosa dapat diproduksi dari bahan baku utama selulosa baik sintesis maupun alami. Selulosa merupakan komponen struktural utama dari tumbuhan dan tidak dapat dicerna oleh manusia. Selulosa yang berasal dari tumbuh-tumbuhan hampir mencapai 50%, karena selulosa merupakan unsur struktural dan komponen utama bagian yang terpenting dari dinding sel tumbuh-tumbuhan.

Nitroselulosa merupakan salah satu bahan untuk pembuatan propelan yang banyak digunakan untuk roket senjata. Nitroselulosa mempunyai rumus molekul $[C_6H_{10-x}O_5-x(ONO_2)_x]_n$. Dari rumus molekul itu tampak bahwa unsur-unsur bahan bakar yaitu Carbon dan Hidrogen yang bergabung dengan unsur oksidator yaitu Oksigen sehingga membentuk

suatu senyawa yang mampu terbakar bila dikenai energi aktivasi walaupun tanpa kehadiran oksigen dari udara [Satibi, 2005].

Salah satu selulosa yang bisa digunakan sebagai bahan baku pembuatan nitroselulosa adalah selulosa dari limbah sawit. Limbah sawit adalah sisa hasil tanaman sawit yang tidak termasuk dalam produk utama atau merupakan hasil samping dari proses pengolahan sawit. Jenis limbah ini antara lain kayu, pelepah dan gulma. Dalam setahun setiap satu hektar perkebunan sawit rata-rata menghasilkan limbah pelepah daun sebanyak 10,4 ton bobot kering [Amri *et al.*, 2008].

Limbah pelepah sawit saat ini belum dimanfaatkan secara optimal yang bahkan menimbulkan permasalahan baru. Selama ini limbah padat sawit dibakar di lahan dan menghasilkan abu untuk pupuk tanaman sehingga belum bisa memberikan keuntungan ekonomis. Ditinjau dari komposisinya, limbah pelepah sawit mempunyai potensi yang cukup besar untuk diolah lebih lanjut. Limbah padat sawit berupa pelepah sawit mengandung Selulosa- (34,89%), Hemiselulosa (27,14%), dan Lignin (19,87%) [Padil dan Yelmida, 2009]. Kadar selulosa- pada limbah pelepah sawit sangat potensial untuk diolah menjadi turunan produk selulosa selanjutnya.

Menurut Yulia [2011], proses hidrolisis dan delignifikasi pelepah sawit dapat menghasilkan selulosa- dengan kadar yang lebih tinggi, yaitu sebesar 86,12 %. Tetapi, untuk menghasilkan nitroselulosa dengan kadar nitrogen >12 % diperlukan selulosa- dengan kadar >92% [Padil dan Yelmida, 2009]. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemurnian lebih lanjut untuk menghasilkan kadar selulosa dengan kadar >92%. Pemurnian dengan menggunakan enzim xylanase merupakan salah satu metode pemurnian lebih lanjut yang bisa dilakukan. Penggunaan xilanase dan enzim sejenisnya pada proses *bleaching* membantu pengurangan bilangan kappa dan meningkatkan kandungan selulosa

Hasil pemurnian dengan menggunakan enzim xylanase selulosa pelepah sawit dengan menggunakan enzim xylanase diharapkan dapat meningkatkan kadar selulosa- lebih dari 92%, sehingga bisa digunakan untuk pembuatan nitroselulosa dengan kadar nitrogen yang tinggi. Pentingnya nitroselulosa dengan kadar nitrogen >12 % untuk bahan peledak maupun bahan bakar roket, maka penelitian pembuatan nitroselulosa dengan menggunakan selulosa-

pelepah sawit hasil pemurnian dengan menggunakan enzim xylanase ini perlu dilakukan. Selain itu, pemanfaatan pelepah sawit sebagai bahan baku diharapkan bisa mengurangi limbah perkebunan dan industri di Indonesia.

Adapun tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini adalah mendapat kadar selulosa- lebih dari 92% melalui proses pemurnian dengan menggunakan enzim xylanase serta mencari ratio asam penitrasi HNO₃ : H₂SO₄ serta konsentrasi asam nitrat terbaik pada proses nitrasi selulosa menjadi nitroselulosa pada skala laboratorium.

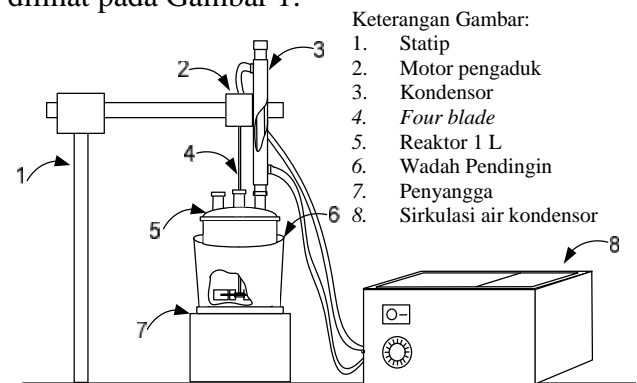
2. Metodologi

Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah pelepah sawit, ekstrak abu tandan kosong sawit (TKS), aquadest, enzim xylanase, asam klorida (HCl) 0,1 N, buffer pH 5, asam nitrat (HNO₃) 65%, asam sulfat (H₂SO₄) 98%, asam sulfat (H₂SO₄) 72%, heksan, natrium hidroksida (NaOH) 17,5%, natrium hidroksida (NaOH) 45%, natrium hidroksida (NaOH) 0,1 N, bikarbonat (Na₂CO₃) 5 %, kalium dikromat (K₂Cr₂O₇) 0,5 N, natrium sulfat anhidrat (Na₂SO₄ anhidrat), Zn, indikator ferroin (C₁₂H₈N₂)₃FeSO₄, dan ferrous ammonium sulfat (Fe(NH₄)₂(SO₄)₂·6H₂O) 0,1 N.

Alat yang digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat *soxhlet*, labu didih dasar bulat, *magnetic stirrer*, *heating mantle*, labu kjeldahl, alat distilasi, Erlenmeyer, gelas kimia, corong, spatula, pipet tetes serta seperangkat reaktor nitrasi yang dilengkapi dengan termometer, kondensor, pengaduk dan wadah pendingin. Rangkaian alat nitrasi dapat dilihat pada Gambar 1.



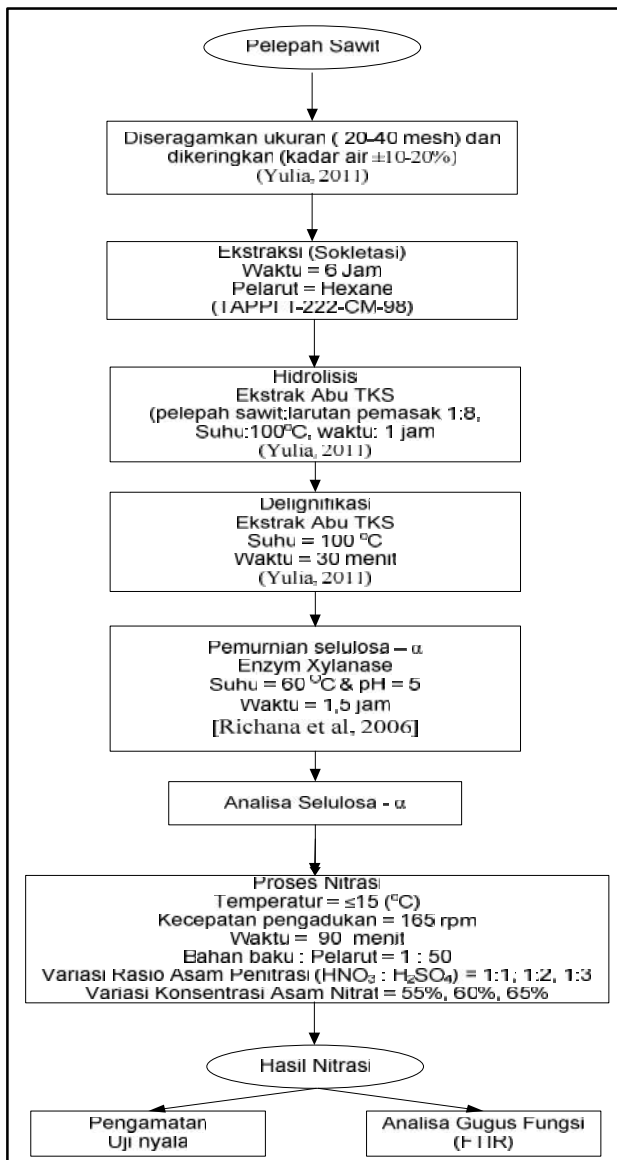
Gambar 1. Rangkaian alat nitrasi

Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel tetap dan variabel bebas. Proses nitrasi limbah pelepah sawit untuk menghasilkan nitroselulosa dilakukan dengan memvariasikan rasio asam penitrasi (variabel 1) serta konsentrasi asam nitrat (variabel 2). Sedangkan variabel tetapnya yaitu berupa kecepatan pengadukan 165 rpm, ratio selulosa dan asam penitrasi 1:50, waktu nitrasi 1 jam serta temperatur dijaga $<15^{\circ}\text{C}$ [Desriani, 2012].

Prosedur Penelitian

Tahap - tahap penelitian terdiri dari preparasi bahan baku, analisa bahan baku, proses nitrasi dan analisa hasil. Tahap-tahap penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahap-tahap penelitian

Sokletasi

Sokletasi merupakan salah satu jenis proses ekstraksi dengan menggunakan pelarut.

Proses sokletasi ini bertujuan untuk menghilangkan zat-zat ekstraktif pada pelepah sawit. Pelepah sawit yang telah diseragamkan ukurannya (20-40 mesh) dan dikeringkan menggunakan oven kemudian diekstraksi dengan metode sokletasi menggunakan pelarut heksan. Prosedur sokletasi ini dilakukan berdasarkan TAPPI-222 CM-98.

Hidrolisis

Hidrolisis merupakan tahap pertama dalam pemasakan. Hidrolisis bertujuan untuk mempercepat penghilangan pentosan (hemiselulosa) dalam bahan baku pada waktu pemasakan. Kondisi hidrolisis pada temperatur maksimum 100°C , rasio bahan baku terhadap larutan pemasak ekstrak abu tandan kosong sawit (TKS) 1:8 dan waktu pemasakan 1 jam. Setelah proses hidrolisis, filtrat dikeluarkan dan dilanjutkan dengan proses delignifikasi [Yulia, 2011].

Delignifikasi

Delignifikasi pelepah sawit bertujuan untuk mendapatkan selulosa yang memiliki kadar lignin rendah. Proses delignifikasi dilakukan setelah proses hidrolisis. Hasil hidrolisis disaring dan dicuci dengan air panas untuk menghilangkan lindi hitam. Residu ditambahkan dengan larutan pemasak ekstrak abu tandan kosong sawit (TKS) yang baru dengan nisbah padatan larutan 1:5, kondisi delignifikasi pada temperatur 100°C dan waktu 30 menit. Selanjutnya residu dicuci hingga pH netral [Yulia, 2011].

Pemurnian dengan Enzim Xylanase

Bahan baku berupa limbah pelepah sawit kemudian dilakukan pemurnian tahap lanjut menggunakan enzim xylanase. Kadar selulosa – diharapkan setelah melalui proses pemurnian meningkat menjadi $>92\%$. Pemurnian dilakukan pada pH 5, waktu 90 menit serta temperatur dijaga pada suhu 60°C [Richana *et al*, 2006].

Analisa Selulosa-

Setelah melalui proses sokletasi, hidrolisis, delignifikasi serta pemurnian dengan enzim xylanase, kemudian dilakukan analisa selulosa- untuk mengetahui kadar selulosa- pada limbah pelepah sawit. Prosedur analisa kadar selulosa-α dilakukan berdasarkan SNI 0444-2-2009.

Nitrasi

Proses nitrasi dilakukan menggunakan asam penitrasi yaitu HNO_3 65% dan H_2SO_4 97% dalam reaktor nitrasi untuk mendapatkan nitroselulosa. Sebanyak 5 gram selulosa-pelepeh sawit dan 250 gram asam penitrasi dimasukkan ke dalam reaktor nitrasi. Kondisi nitrasi pada temperatur 15°C , kecepatan pengadukan 165 rpm dan waktu reaksi selama 1 jam [Desriani, 2012]. Nitroselulosa hasil reaksi kemudian dicuci dengan aquades serta bikarbonat 5% sampai pH netral untuk menghentikan proses nitrasi. Nitroselulosa kemudian dikeringkan terlebih dahulu sebelum dilakukan analisa kadar nitrogen dengan metode Kjeldahl dan analisa gugus fungsi *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

Pengamatan Titik Nyala

Pengamatan titik nyala dilakukan pada nitroselulosa yang dihasilkan. Dari hasil pengamatan dapat dilihat bahwa nitroselulosa yang dihasilkan langsung terbakar habis ketika dibakar. Semakin cepat nitroselulosa terbakar maka semakin tinggi kadar nitrogen didalam nitroselulosa tersebut.

Analisa Gugus Fungsi *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

Analisa Spektroskopi FTIR pada nitroselulosa dilakukan untuk mengetahui keberhasilan proses nitrasi. Dari hasil uji tersebut akan didapatkan spektrum FTIR dari nitroselulosa hasil tiap-tiap variasi variabel. Keberhasilan proses nitrasi ditunjukkan oleh pergantian H pada gugus hidroksil (-OH) dalam selulosa oleh gugus (-NO₂) membentuk nitroselulosa. Serapan gugus -NO₂ berkisar pada angka gelombang $1390\text{--}1260\text{ cm}^{-1}$ serta $1700\text{--}1600\text{ cm}^{-1}$ sedangkan serapan gugus -OH berada pada $3600\text{--}3200\text{ cm}^{-1}$ [Hartaya, 2009].

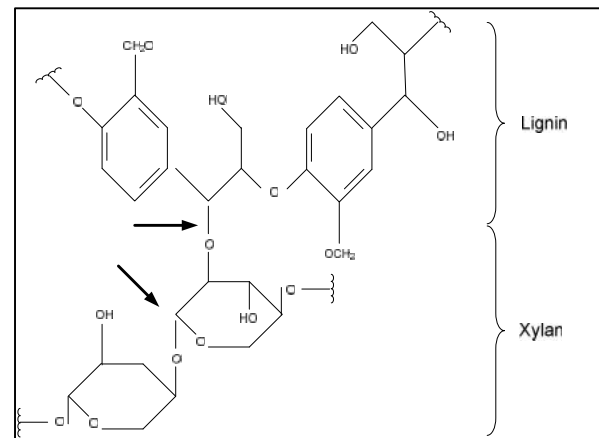
3. Hasil dan Pembahasan

Analisa Selulosa-

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah pelepeh sawit yang didapat dari perkebunan sawit Faperta Universitas Riau. Analisa selulosa- dilakukan dengan metode SNI 0444-2-2009 di Laboratorium Dasar Teknik, Teknik Kimia Universitas Riau. Analisa selulosa- bertujuan untuk mengetahui kadar selulosa- dari pelepeh sawit. Dari hasil analisa, didapatkan kadar selulosa- setelah proses

pemurnian dengan enzim xylanase yaitu sebesar 96,25%.

Selulosa- yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Yulia [2011] yaitu sebesar 86,12 %. Hasil analisa juga lebih tinggi dibandingkan dengan Tarmansyah [2007] yang menghasilkan selulosa- dari serat rami yaitu 94.04%. Hal ini dikarenakan adanya pemurnian lebih lanjut dengan menggunakan enzim xylanase. Aksi xylanase dalam proses pemurnian yaitu memecahkan ikatan *xylose-xylose* dalam rantai xilan sehingga mengakibatkan pecahnya ikatan antara sisa lignin dengan karbohidrat yang dapat dilihat pada Gambar 3.

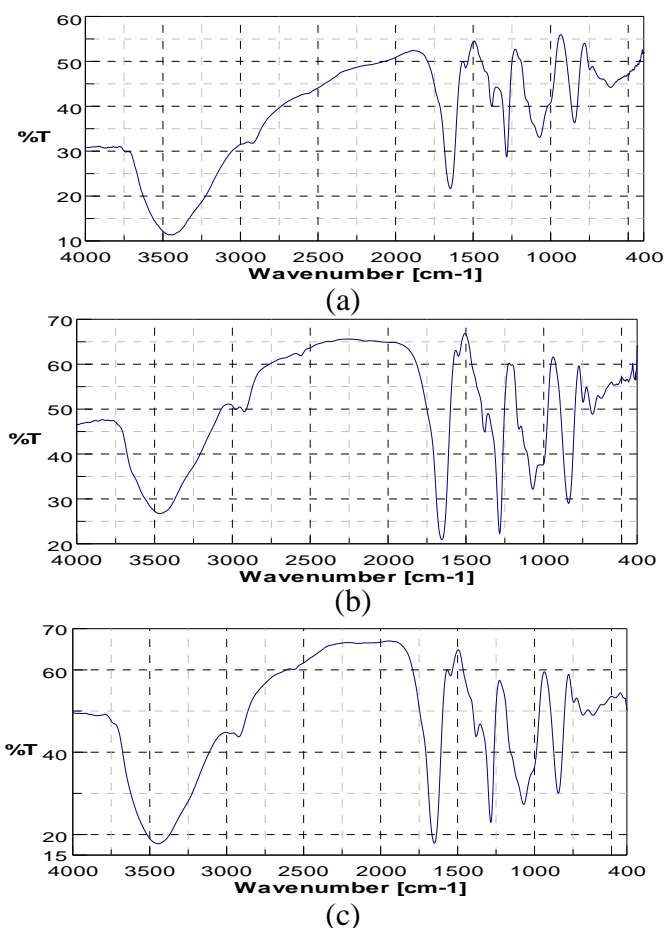


Gambar 3. Pemecahan Ikatan *Xylose-Xylose* dalam Rantai Xilan

Kadar selulosa- > 92% dapat dibuat nitroselulosa yang memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan baku utama pembuatan propelan atau bahan peledak. Oleh karena itu, selulosa- yang telah dihasilkan memenuhi syarat untuk pembuatan nitroselulosa sebagai bahan baku utama pembuatan propelan.

Variasi Rasio dari Asam Penitrasi HNO_3 : H_2SO_4 pada Reaksi Nitrasi

Keberhasilan proses nitrasi dapat dibuktikan dengan analisa kualitatif (identifikasi) menggunakan spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Spektrum FTIR nitrasi terhadap selulosa- pelepeh sawit dengan variasi rasio asam penitrasi HNO_3 dan H_2SO_4 dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Spektrum FTIR Nitroselulosa dengan variasi rasio asam penitrasi HNO₃ : H₂SO₄ (a) 1:1; (b) 1:2; (c) 1:3 (% w/w)

Gambar 4 menunjukkan setelah dilakukan uji FTIR untuk hasil nitroselulosa, ternyata terdapat puncak-puncak pada frekuensi 1260 - 1390 cm⁻¹ dan 1560 - 1660 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus nitro (-NO₂) serta masih adanya puncak pada frekuensi 3200 - 3600 cm⁻¹ yang menunjukkan masih adanya gugus hidroksil (-OH). Pada tabel 1 ditampilkan perbandingan puncak-puncak gugus -NO₂ dan puncak gugus -OH untuk variasi rasio asam penitrasi.

Tabel 1. Gugus Fungsi -NO₂ dan -OH pada nitroselulosa dengan variasi rasio asam penitrasi

Gugus Fungsi	Rasio Asam Penitrasi HNO ₃ : H ₂ SO ₄ (% w/w)					
	1 : 1		1 : 2		1 : 3	
	Frekuensi (cm ⁻¹)	% T	Frekuensi (cm ⁻¹)	% T	Frekuensi (cm ⁻¹)	% T
-NO ₂	1283	29	1283	22	1283	25
	1384	40	1384	45	1384	45
	1640	22	1640	21	1640	19
-OH	3445	11	3445	27	3445	17

Pada tabel 1 menunjukkan untuk rasio asam penitrasi HNO₃ dan H₂SO₄ 1:1 telah

tersubsitusi 3 gugus -NO₂ pada reaksi nitrasi yaitu dibuktikan pada frekuensi 1283 cm⁻¹ dengan nilai %T 29, frekuensi 1384 cm⁻¹ dengan nilai %T 40 serta frekuensi 1640 cm⁻¹ dengan nilai %T 22. Rasio asam penitrasi HNO₃ dan H₂SO₄ 1:2 juga telah tersubsitusi 3 gugus -NO₂ pada reaksi nitrasi yaitu dibuktikan pada frekuensi 1283 cm⁻¹ dengan nilai %T 22, frekuensi 1384 cm⁻¹ dengan nilai %T 45 serta frekuensi 1640 cm⁻¹ dengan nilai %T 21. Sedangkan untuk rasio asam penitrasi HNO₃ dan H₂SO₄ 1:3 juga telah tersubsitusi 3 gugus -NO₂ pada reaksi nitrasi yaitu dibuktikan pada frekuensi 1283 cm⁻¹ dengan nilai %T 25, frekuensi 1384 cm⁻¹ dengan nilai %T 45 serta frekuensi 1640 cm⁻¹ dengan nilai %T 19. Dari tabel ini dapat diketahui, pada rasio asam penitrasi HNO₃ dan H₂SO₄ 1:2 merupakan rasio terbaik karena menghasilkan puncak-puncak yang tajam (% Transmittan lebih rendah) dibandingkan dengan puncak rasio yang lain. Selain itu, juga dibuktikan dengan %T dari gugus hidroksil (-OH) yang semakin berkurang yaitu pada frekuensi 3445 cm⁻¹ dengan nilai %T 27 yang lebih tinggi dibandingkan dengan lainnya.

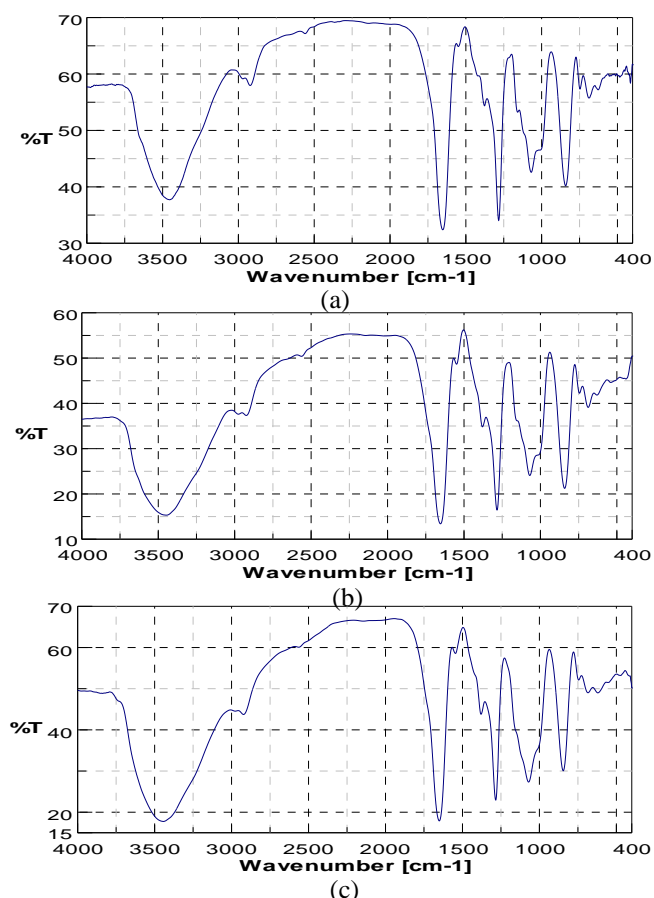
Besar kandungan nitrogen ditunjukkan tingkat ketajaman puncak, yang dinyatakan dalam %Transmittan. Transmittan merupakan fraksi daya cahaya yang diteruskan dengan daya cahaya yang masuk. Jadi, semakin rendah transmittan, maka kandungan Nitrogen (gugus nitro) semakin besar. Nitroselulosa yang dihasilkan terlihat telah mensubsitusi 3 gugus -NO₂, namun gugus ke-3 (frekuensi 1384 cm⁻¹) belum tersubsitusi dengan sempurna karena puncak yang dihasilkan tidak terlalu tajam. Oleh karena itu, hanya terdapat 2 gugus -NO₂ yang tersubsitusi dengan sempurna. Menurut Fordham (1980), kadar nitrogen dapat diestimasi berdasarkan derajat substitusi atau jumlah pertukaran gugus H dengan gugus -NO₂. Nitroselulosa dengan derajat substitusi satu diestimasi memiliki %N sebesar 7,3%, nitroselulosa dengan derajat substitusi dua diestimasi memiliki %N sebesar 12,73% dan nitroselulosa dengan derajat substitusi tiga diestimasi memiliki %N sebesar 16,86%. Sehingga, nitroselulosa dengan rasio ini diestimasi memiliki kadar nitrogen 12.73 % karena telah mensubsitusi dengan sempurna 2 gugus -NO₂.

Perbandingan reaktan atau rasio asam penitrasi berhubungan dengan volume asam yang digunakan. Untuk menghasilkan

nitroselulosa dengan kadar nitrogen yang tinggi maka diperlukan H_2SO_4 berlebih. Pada reaksi nitration, H_2SO_4 bertindak sebagai zat yang menarik molekul air (reaksi nitration menghasilkan air) sehingga reaksi berlangsung hingga akhir (nitroselulosa yang dihasilkan berlebih). Dengan menggunakan H_2SO_4 yang berlebih (perbandingan asam penitrasi $HNO_3 : H_2SO_4$ 1 : 2), maka kelebihan H_2SO_4 akan menarik molekul air hasil reaksi nitration [Erlangga *et al.*, 2012]. Namun, dengan menggunakan H_2SO_4 yang sangat berlebih (perbandingan asam penitrasi $HNO_3 : H_2SO_4$ 1 : 3) akan mengurangi kadar nitrogen nitroselulosa yang dihasilkan karena bisa menyebabkan terbentuknya senyawa baru [Urbanski, 1965].

Variasi Konsentrasi Asam Nitrat (HNO_3) pada Reaksi Nitration

Spektrum FTIR nitration terhadap selulosa-pelepeh sawit dengan variasi konsentrasi asam nitrat HNO_3 dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Spektrum FTIR Nitroselulosa dengan variasi konsentrasi HNO_3 (a) 55 %; (b) 60%; (c) 65% (%w)

Gambar 5 menunjukkan setelah dilakukan uji FTIR untuk nitroselulosa, ternyata juga terdapat puncak-puncak pada frekuensi 1260 -

1390 cm^{-1} dan 1560 - 1660 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus nitro ($-NO_2$) serta masih adanya puncak pada frekuensi 3200 - 3600 cm^{-1} yang menunjukkan masih adanya gugus hidroksil ($-OH$). Pada tabel 2 ditampilkan perbandingan puncak-puncak gugus $-NO_2$ dan puncak gugus $-OH$ untuk variasi asam penitrasi.

Tabel 2. Gugus Fungsi $-NO_2$ dan $-OH$ pada nitroselulosa dengan variasi konsentrasi asam nitrat (HNO_3)

Gugus Fungsi	Konsentrasi Asam Nitrat HNO_3 (% w/w)					
	55%		60%		65%	
	Frekuensi (cm^{-1})	% T	Frekuensi (cm^{-1})	% T	Frekuensi (cm^{-1})	% T
-NO ₂	1283	54	1283	16	1283	22
	1384	34	1384	35	1384	45
	1640	33	1640	14	1640	21
-OH	3445	38	3445	15	3445	27

Penelitian selanjutnya yaitu melihat pengaruh konsentrasi asam nitrat HNO_3 terhadap nitroselulosa yang dihasilkan dengan menggunakan rasio asam penitrasi $HNO_3 : H_2SO_4$ 1 : 2 yang merupakan rasio terbaik. Pada tabel 2 menunjukkan untuk konsentrasi asam nitrat (HNO_3) 55% telah tersubsitusi 3 gugus $-NO_2$ pada reaksi nitration yaitu dibuktikan pada frekuensi 1283 cm^{-1} dengan nilai %T 54, frekuensi 1384 cm^{-1} dengan nilai %T 34 serta frekuensi 1640 cm^{-1} dengan nilai %T 33. konsentrasi asam nitrat (HNO_3) 60% juga telah tersubsitusi 3 gugus $-NO_2$ pada reaksi nitration yaitu dibuktikan pada frekuensi 1283 cm^{-1} dengan nilai %T 16, frekuensi 1384 cm^{-1} dengan nilai %T 35 serta frekuensi 1640 cm^{-1} dengan nilai %T 14. Sedangkan konsentrasi asam nitrat (HNO_3) 65% juga telah tersubsitusi 3 gugus $-NO_2$ pada reaksi nitration yaitu dibuktikan pada frekuensi 1283 cm^{-1} dengan nilai %T 22, frekuensi 1384 cm^{-1} dengan nilai %T 45 serta frekuensi 1640 cm^{-1} dengan nilai %T 21. Dari tabel ini dapat diketahui, pada konsentrasi 60% merupakan konsentrasi terbaik karena menghasilkan puncak-puncak yang tajam (% Transmittansi lebih rendah) dibandingkan dengan puncak konsentrasi yang lain. Jadi, berdasarkan estimasi oleh Fordham [1980] nitroselulosa dengan konsentrasi HNO_3 60% diestimasi memiliki kadar nitrogen 12.73 % karena telah mensubsitusi dengan sempurna 2 gugus $-NO_2$.

Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa pada penelitian ini didapatkan kondisi terbaik dari nitration selulosa yaitu dengan rasio asam penitrasi $HNO_3 : H_2SO_4$ 1:2 (%w/w) dengan konsentrasi asam nitrat HNO_3 60%. Hal ini

karena pada kondisi tersebut telah terjadi trisubstitusi pada selulosa sesuai dengan pernyataan Fengel dan Wagener [1995] yaitu reaksi nitrasi dikatakan sempurna apabila terjadi trisubstitusi pada selulosa. Namun begitu, masih ditemukan adanya serapan gugus -OH pada angka gelombang 3445 cm^{-1} . Serapan ini bisa disebabkan oleh reaksi balik atau masih adanya gugus -OH pada nitroselulosa yang terbentuk. Masih ditemukannya serapan gugus -OH yang terlihat pada gambar dapat mengindikasikan reaksi pertukaran gugus -OH dengan gugus -NO₂ belum berlangsung dengan sempurna [Hartaya, 2008].

Selain dengan menggunakan FTIR, juga dilakukan uji bakar terhadap selulosa dan nitroselulosa yang dihasilkan. Gambar 6(a) menunjukkan selulosa dari pelepah sawit sebagai bahan baku meninggalkan arang dan laju bakarnya sangat lambat. Sedangkan gambar 6(b) menunjukkan nitroselulosa yang dibakar langsung menghasilkan api berwarna merah menyala dan langsung habis terbakar.. Hal ini menunjukkan bahwa nitroselulosa yang dihasilkan memiliki kadar nitrogen yang tinggi serta telah berhasil merubah bahan dasar selulosa menjadi senyawa yang mengandung gugus nitro.



(a)

(b)

Gambar 6. Uji bakar terhadap (a) selulosa dari pelepah sawit (b) nitroselulosa

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan :

1. Pemurnian lanjutan dengan menggunakan enzim xylanase menghasilkan kadar selulosa- pelepah sawit 96,25 % sehingga bisa digunakan untuk pembuatan nitroselulosa dengan kadar nitrogen >12%.
2. Hasil nitrasi terhadap selulosa- pelepah sawit menghasilkan nitroselulosa dengan kadar nitrogen 12.73 % dan telah bisa digunakan untuk pembuatan propelan atau bahan bakar roket.

3. Kondisi terbaik nitrasi terhadap selulosa- pelepah sawit yaitu pada rasio asam penitrasi HNO₃ dan H₂SO₄ 1 : 2 (% w/w) serta konsentrasi HNO₃ yang digunakan 60%.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Bapak Padil, ST.,MT selaku pembimbing 1 serta Ibu Dra. Yelmida, M.Si selaku pembimbing 2, orang tua, rekan-rekan penelitian serta teman-teman Teknik Kimia Angkatan 2009 yang telah banyak membantu dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Amri, A., Zulfansyah., Fermi, M.I., Ramadani, S., (2008), *Pembuatan Sodium Lignosulfonat dengan Metode Sulfonasi Langsung Biomassa Pelepah Sawit*, Jurnal Sains dan Teknologi 7(1) (Maret 2008).
- Desriani, R., (2012). *Pembuatan Nitroselulosa dari limbah pelepah sawit*. Laporan Penelitian. Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau.
- Erlangga, B., Tafdhila, I., Mahfud., Prihatini, P., (2012), *Pembuatan Nitroselulosa dari Kapas (Gossypium Sp.) dan Kapuk (Ceiba Pentandra) Melalui Reaksi Nitrasi*, Jurnal Teknik ITS Vol. 1, No. 1 (Sept. 2012) ISSN: 2301-9271.
- Fengel D. dan Wegener G. (1995), *Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-Reaksi*. Translated from the English by H. Sastrohamidjojo. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Fordham, S., (1980), *Height Explosives and Propellants*, Edisi II, New York : Pergamon Press.
- 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*, LAPAN.
- Padil dan Yelmida, (2009), *Produksi NitroSelulosa Sebagai Bahan Baku Propelan yang Berbasis Limbah Padat Sawit*, Laporan Penelitian Hibah Penelitian Stranas Batch II, Universitas Riau.

- Richana, N. , Tun T. Irawadi, Anwar Nur dan Khaswar Syamsu, (2006), *Isolasi Identifikasi Bakteri Penghasil Xilanase serta Karakterisasi Enzimnya*, Jurnal AgroBiogen 4(1), pp. 24-34.
- Satibi, L., (2005), *Nitroselulosa dari Kulit Pisang*, LAPAN.
- Tarmansyah, U.S., 2007, *Pemanfaatan Serat Rami Untuk Pembuatan Selulosa*, Puslitbang Indhan Balitbang Dephan, Jakarta Selatan.
- Urbanski, T, (1965). *Chemistry and Technology of Explosives* Volume II. Warszawa : Pergamon Press.
- Yulia W., (2011), *Proses Cooking Pelepah Sawit Menggunakan Larutan Pemasak Dari Ekstrak Abu Tandan Kosong Sawit (TKS) untuk Meningkatkan Kadar Selulosa-* , Skripsi, Universitas Riau.