

# Pembuatan Nitroselulosa dari Kapas (*Gossypium Sp.*) dan Kapuk (*Ceiba Pentandra*) Melalui Reaksi Nittrasi

Bayu Erlangga P., Ilman Tafdhila, Mahfud dan Rr. Pantjawarni Prihatini  
Teknik Kimia, Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111  
mahfud@chem-eng.its.ac.id

**Abstrak** - Saat ini pemanfaatan kapas dan kapuk masih terbatas penggunaannya dan seiring dengan berkembangnya teknologi yang ada saat ini penggunaan kapas dan kapuk mulai sering banyak yang ditinggalkan. Oleh karena hal tersebut perlu dipikirkan kembali penggunaan kapas dan kapuk yang memiliki nilai guna dan nilai ekonomis yang lebih tinggi, diantaranya memanfaatkannya untuk pembuatan nitroselulosa. Tulisan ini menerangkan tentang pengaruh bahan baku selulosa pada proses pembuatan nitroselulosa dari bahan selulosa kapas dan kapuk dengan reaksi nittrasi, yang kedua pengaruh waktu reaksi, suhu reaksi, dan komposisi larutan asam terhadap kualitas nitroselulosa yang dihasilkan, dan yang ketiga perbandingan kualitas nitroselulosa yang dihasilkan dari selulosa kapas dan dari selulosa kapuk. Pada penelitian ini dibagi dalam dua tahapan yaitu tahap pembuatan nitroselulosa dan tahap pengujian ratio %nitroselulosa yang diperoleh dan kandungan gugus nitro dalam nitroselulosa. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah diketahui bahwa bahan baku selulosa kapas menghasilkan % rasio nitroselulosa produk lebih besar apabila dibandingkan dengan % rasio yang dihasilkan oleh bahan baku selulosa kapuk. %Rasio nitroselulosa dari bahan kapas adalah 20-50%, sedangkan untuk bahan kapuk adalah 6-30%. Untuk menghasilkan gugus nitro yang paling banyak, pada variabel kapas diperlukan waktu reaksi 30 menit, suhu reaksi 15°C, dan komposisi campuran asam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 60 ml dan HNO<sub>3</sub> 45 ml. Sedangkan untuk variabel kapuk, untuk menghasilkan gugus nitro yang paling banyak, pada variabel kapas diperlukan waktu reaksi 60 menit, suhu reaksi 5°C, dan komposisi campuran asam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 60 ml dan HNO<sub>3</sub> 30 ml.

**Kata Kunci**—kapas, kapuk, nittrasi, nitroselulosa, selulosa

## I. PENDAHULUAN

INDONESIA memiliki potensi sumber daya alam yang sangat melimpah. Salah satu sumber daya yang bisa dimanfaatkan adalah kekayaan Indonesia akan sumber bahan baku selulosa. Yang dimaksud dengan selulosa adalah polimer berantai panjang polisakarida karbohidrat, dari beta-glukosa. 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. Sumber selulosa dapat ditemukan dalam berbagai macam tanaman yang ada di Indonesia, diantaranya adalah tanaman kapas dan tanaman kapuk. Tanaman kapas adalah tanaman dengan serat halus yang menyelubungi biji beberapa jenis *gossypium*, sedangkan tanaman kapuk adalah pohon tropis yang tergolong ke dalam ordo malvales. Tanaman kapas dan tanaman kapuk ini banyak tumbuh di Indonesia yang memiliki iklim tropis. Potensi tanaman kapas dan tanaman kapuk Indonesia saat

ini diantaranya adalah di daerah Jawa, Sumatera, dan Kalimantan [1].

Saat ini tanaman kapas dan tanaman kapuk masih terbatas dalam penggunaannya, diantaranya adalah digunakan sebagai peralatan kecantikan, digunakan sebagai alas tidur, dan digunakan dalam industri tekstil. Di sisi lain penggunaannya juga terus berkurang karena adanya bahan yang lebih baik kualitasnya karena adanya penggunaan bahan seperti dacorn. Oleh karena hal tersebut perlu dipikirkan penggunaan untuk meningkatkan nilai guna dari kapas dan kapuk tersebut sehingga bisa meningkatkan kesejahteraan dari petani kapas dan kapuk.

Salah satu yang dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai guna dan nilai ekonomis dari bahan selulosa kapas dan kapuk adalah pemanfaatannya sebagai bahan baku pembuatan nitroselulosa dengan menggunakan reaksi nittrasi. Reaksi ini adalah reaksi pembuatan nitroselulosa dengan menggunakan campuran asam nitrat dan asam sulfat dengan bantuan air dengan atau tanpa pengadukan. Komposisi reaktan diatur agar dihasilkan nitroselulose dengan kadar N 12,2 %. Nitroselulosa yang dihasilkan distabilkan dengan memanaskan dalam asam panas diikuti dengan larutan natrium karbonat encer panas [2].

Nitroselulosa mempunyai rumus molekul (C<sub>6</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>(OH)<sub>3</sub>)<sub>n</sub>. Dari rumus molekul ini tampak bahwa unsur-unsur bahan bakar (*fuel*) yaitu C dan H bergabung dengan unsur oksidator (*oxidizer*), yaitu O membentuk satu senyawa yang mampu terbakar apabila dikenai energi aktivasi walaupun tanpa kehadiran oksigen dari udara (udara mengandung 21 %v oksigen dan 79 %v nitrogen). Nitroselulose (<12,6 % N) biasanya dipertahankan basah dan mengandung ± 30 % air agar tidak mudah meledak. Nitroselulosa dengan kadar N lebih tinggi dikenal sebagai *guncotton* dan mudah meledak meski sedikit basah. Jika kering semua jenis nitroselulosa sangat peka terhadap ledakan dan cukup berbahaya. Nitroselulosa kering diperlukan untuk jenis bahan peledak tertentu, dan ini dibuat dengan pengeringan pelan-pelan dari nitroselulosa basah dalam aliran air hangat [3].

Pemanfaatan dari nitroselulosa sendiri saat ini sangat luas. Diantaranya pemanfaatan nitroselulosa dapat digunakan sebagai bahan bakar yang bisa digunakan dalam skala rumah tangga maupun dalam skala industri. Nitroselulosa juga dapat digunakan untuk bahan bakar pengganti minyak gas dan juga LPG dalam memasak dengan melarutkan dalam methanol sehingga dihasilkan metanol gel nitroselulosa. Penggunaan lainnya pada era modern ini adalah pengembangan penggunaan nitroselulosa sebagai bahan peledak, maupun sebagai bahan baku penggerak roket. Oleh karena pemanfaatannya yang sangat

luas dan dapat meningkatkan nilai kegunaan dan nilai keekonomisan dari bahan selulosa kapas dan kapuk, maka penelitian pembuatan nitroselulosa dari bahan kapas dan kapuk dengan reaksi nitration sederhana menggunakan  $\text{HNO}_3$  dalam media  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ini perlu dilakukan. Di samping hal tersebut, pada saat ini pembuatan nitroselulosa hanya memanfaatkan selulosa yang terdapat di dalam kapas, sehingga penelitian ini mencoba mengangkat bahan baku baru untuk pembuatan nitroselulosa yaitu dengan menggunakan kapuk yang banyak terdapat di Indonesia.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui pengaruh bahan baku selulosa pada proses pembuatan nitroselulosa dari bahan selulosa kapas dan kapuk dengan reaksi nitration, mempelajari pengaruh waktu reaksi, suhu reaksi, dan komposisi larutan asam terhadap kualitas nitroselulosa, dan membandingkan kualitas nitroselulosa yang dihasilkan dari selulosa kapas dan dari selulosa kapuk.

## II. METODOLOGI

### A. Bahan yang Digunakan

Selulosa diperoleh dari kapas dan kapuk. Larutan  $\text{HNO}_3$  65% dan larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  98% digunakan sebagai pereaksi dalam reaksi nitration selulosa menjadi nitroselulosa. Larutan  $\text{NaHCO}_3$  dan aquadest digunakan sebagai zat pencuci hasil reaksi.

### B. Deskripsi Peralatan

Peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah reaktor yang terbuat dari kaca, sebagai tempat berlangsungnya reaksi nitration. Reaktor dilengkapi dengan termometer, digunakan untuk mengukur suhu reaksi nitration, dan diletakkan dalam *ice bath* untuk mengkondisikan reaksi berlangsung pada suhu rendah.

### C. Prosedur

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahapan, yaitu tahap penelitian pembuatan nitroselulosa dan tahap analisis kualitas produk nitroselulosa yang meliputi uji kelarutan untuk mengetahui perhitungan besarnya % nitroselulosa produk dan uji FTIR untuk mengetahui gugus nitro yang telah terbentuk. Pada tahapan pembuatan nitroselulosa dapat dijelaskan sebagai berikut, langkah pertama adalah menimbang kapas dan kapuk sesuai dengan variabel massa yang ditentukan yaitu sebesar 5 gram. Selanjutnya disiapkan bahan  $\text{HNO}_3$  65 %, bahan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  98 %, dan  $\text{NaHCO}_3$  yang cukup encer (10 %). Sebanyak 30 ml  $\text{HNO}_3$  dan 60 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dimasukkan dalam reaktor supaya terjadi reaksi nitration, kemudian ditunggu suhunya hingga mencapai  $5^\circ\text{C}$ , yang dikondisikan dengan *ice bath*. Ketika suhu reaksi yang diinginkan sudah tercapai maka dimasukkan variabel kapas atau kapuk ke dalam reaktor dengan selama 30 menit. Apabila waktu reaksi telah tercapai, maka langkah selanjutnya adalah mencuci kapas dan kapuk dengan menggunakan aquadest dan dilanjutkan dicuci dengan  $\text{NaHCO}_3$  untuk stabilisasi dan menyamakan distribusi gugus nitro ( $-\text{NO}_2$ ) dalam nitroselulosa yang sudah terbentuk [4]. Setelah dilakukan pencucian dengan  $\text{NaHCO}_3$  selanjutnya nitroselulosa yang terbentuk dicuci kembali dengan

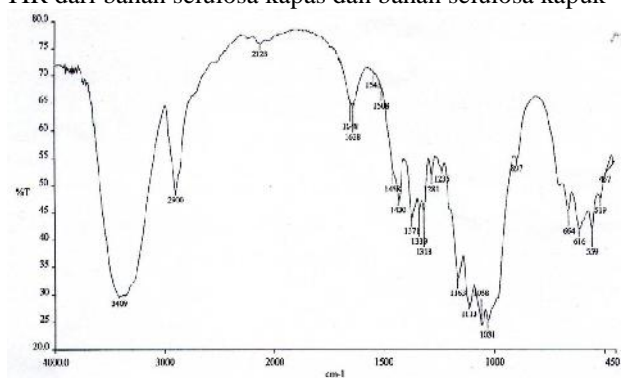
menggunakan aquadest dan ditiriskan. Selanjutnya dilakukan untuk variabel-variabel yang lain. Langkah terakhir dalam penelitian ini adalah melakukan uji terhadap nitroselulosa melalui untuk mengetahui kualitas nitroselulosa yang dihasilkan melalui perhitungan % rasio nitroselulosa produk dan uji *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

### D. Kondisi Operasi dan Variabel

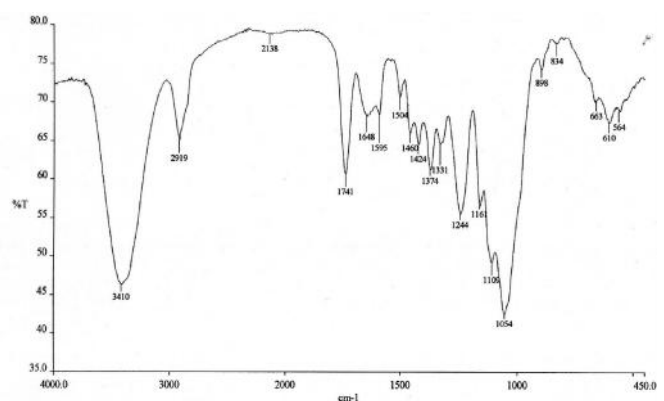
- Tekanan atmosferik
- Sistem operasi : Batch
- Volume  $\text{H}_2\text{SO}_4$  : 60 ml
- Volume  $\text{HNO}_3$  : 30, 45, dan 60 ml
- Waktu reaksi : 30, 45, dan 60 menit
- Suhu reaksi :  $5^\circ\text{C}$ ,  $15^\circ\text{C}$ , dan  $25^\circ\text{C}$
- Bahan Baku : Kapas dan Kapuk

## III. HASIL DAN DISKUSI

Pada penelitian ini kualitas nitroselulosa yang dihasilkan didasarkan kepada ratio % nitroselulosa yang dihasilkan, dan kandungan gugus nitro yang terdapat dalam nitroselulosa. Pada gambar 1 dan 2 merupakan hasil analisa FTIR dari bahan selulosa kapas dan bahan selulosa kapuk



Gambar 1. Kurva FTIR Bahan Selulosa Kapas



Gambar 2. Kurva FTIR Bahan Selulosa Kapuk

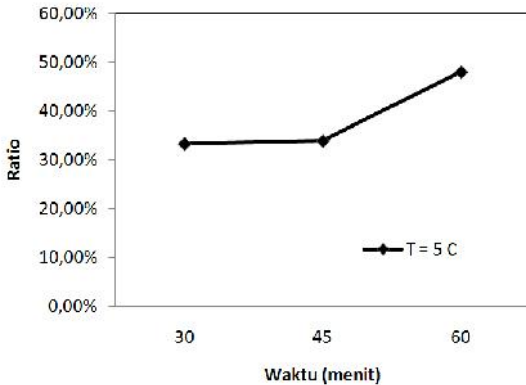
Dari gambar 1 dan 2 terlihat pada analisa awal ini menunjukkan bahwa pada bahan selulosa kapas dan kapuk banyak mengandung gugus hidroksil ( $-\text{OH}$ ) dan ikatan hidrokarbon ( $\text{C-H}$ ), atom H pada gugus hidroksil akan tersubstitusi dengan gugus nitro ( $-\text{NO}_2$ ) sehingga akan menjadi nitroselulosa.

Sehingga dari hasil penelitian ini dapat diketahui kandungan % ratio nitroselulosa yang dihasilkan dan

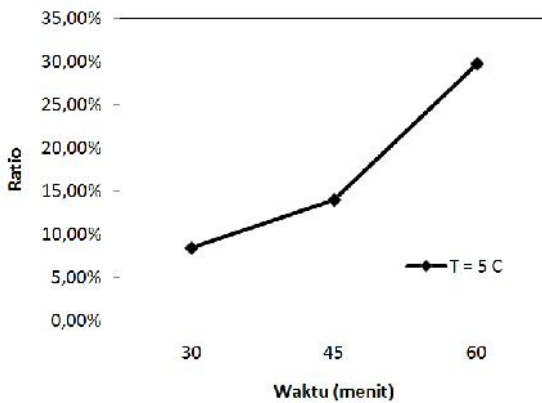
kandungan gugus nitro dari nitroselulosa yang dihasilkan dengan menggunakan uji FTIR dan uji kelarutan.

A. Pengaruh Waktu Reaksi

Pada gambar 3 dan 4 ditampilkan grafik hubungan antara %ratio nitroselulosa dengan waktu reaksi untuk variabel kapas dan kapuk



Gambar 3. %Ratio untuk Kapas (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 60 ml, HNO<sub>3</sub> 30 ml, suhu 5 °C)



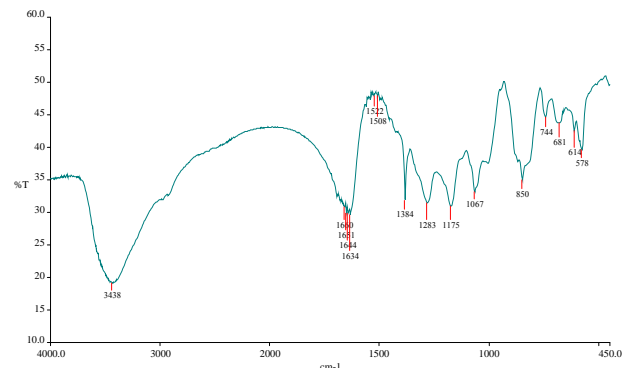
Gambar 4. %Ratio untuk Kapuk (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 60 ml, HNO<sub>3</sub> 45 ml, suhu 5 °C)

Dari gambar 3 dan 4, dapat diketahui bahwa semakin lama waktu reaksi maka semakin besar % ratio yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu reaksi maka akan semakin banyak gugus -OH yang tersubstitusi oleh gugus -NO<sub>2</sub> pada reaksi pembuatan nitroselulosa, karena selulosa merupakan rangkaian panjang polimer, maka semakin lama maka pergantian gugus tersebut akan semakin banyak terjadi dan menghasilkan % ratio nitroselulosa dalam produk menjadi lebih besar.

Untuk mengetahui bahwa hasil reaksi merupakan nitroselulosa maka dilakukan uji kimia *Fourier Transform Infrared* (FTIR). Uji dengan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) untuk menunjukkan keberhasilan reaksi substitusi gugus hidroksil (-OH) dalam selulosa oleh gugus nitro (-NO<sub>2</sub>) membentuk nitroselulosa. Pada grafik uji FTIR, sebagai absis adalah frekuensi dinyatakan dengan bilangan gelombang dalam cm<sup>-1</sup>, dan sebagai ordinatnya adalah transmittan dalam persen (%). Adanya gugus nitro (-NO<sub>2</sub>) ditunjukkan dengan adanya puncak absorpsi tajam pada frekuensi pada 1260 -1390 cm<sup>-1</sup> dan 1560 – 1660 cm<sup>-1</sup>[5]. Besar kandungan Nitrogen ditunjukkan tingkat kecuraman 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.

Pada gambar 5 merupakan hasil analisa FTIR untuk variabel kapas, suhu 5°C, waktu reaksi 30 menit, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 60 ml, HNO<sub>3</sub> 30 ml



Gambar 5. Kurva FTIR Kapas (Suhu 5°C, Waktu 30 menit, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 60 ml, HNO<sub>3</sub> 30 ml)

Setelah dilakukan uji FTIR untuk hasil nitroselulosa, ternyata terdapat puncak-puncak pada frekuensi 1260 -1390 cm<sup>-1</sup> dan 1560 – 1660 cm<sup>-1</sup> yang menunjukkan adanya gugus nitro (-NO<sub>2</sub>) serta pada masih adanya puncak pada frekuensi 3200 - 3600 cm<sup>-1</sup> yang menunjukkan masih adanya gugus hidroksil (-OH). Pada tabel 1 dan 2 ditampilkan perbandingan puncak-puncak gugus -NO<sub>2</sub> dan puncak gugus -OH untuk variabel kapas dan kapuk

Tabel 1. Gugus Fungsi -NO<sub>2</sub> dan -OH pada Kapas (5°C, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 60 ml, HNO<sub>3</sub> 30 ml)

Gugus Fungsi	Waktu 30 menit		Waktu 45 menit		Waktu 60 menit	
	Frekuensi (cm <sup>-1</sup> )	%T	Frekuensi (cm <sup>-1</sup> )	%T	Frekuensi (cm <sup>-1</sup> )	%T
-NO <sub>2</sub>	1283	31	1285	54	1284	40
	1384	31	1384	56	1384	43
	1634	30	1644	54	1634	43
-OH	3429	19	3439	44	3429	32

Dari tabel 1, dapat diketahui bahwa untuk variabel kapas untuk waktu reaksi 30 menit, akan menghasilkan kandungan nitrogen yang paling banyak, karena nilai %T puncak-puncak yang menunjukkan gugus -NO<sub>2</sub> paling kecil di antara variabel-variabel yang lain. Maka pada waktu reaksi 30 menit, reaksi nitrasasi berlangsung optimal, karena gugus -OH pada selulosa paling banyak tersubstitusi dengan gugus -NO<sub>2</sub>.

Tabel 2. Gugus Fungsi -NO<sub>2</sub> dan -OH pada Kapuk (5°C, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 60 ml, HNO<sub>3</sub> 30 ml)

Gugus Fungsi	Waktu 30 menit		Waktu 45 menit		Waktu 60 menit	
	Frekuensi (cm <sup>-1</sup> )	%T	Frekuensi (cm <sup>-1</sup> )	%T	Frekuensi (cm <sup>-1</sup> )	%T
-NO <sub>2</sub>	1281	43	1281	34	1281	31
	1384	47	1384	45	1384	40
	1650	43	1654	34	1656	31
-OH	3443	35	3440	48	3435	40

Sedangkan dari tabel 2, untuk variabel kapuk, kandungan nitrogen terbanyak diperoleh saat waktu reaksi 60 menit.

Dari pembahasan sebelumnya, untuk waktu reaksi yang sama, pada variabel kapas didapatkan % ratio nitroselulosa yang lebih besar dari variabel kapuk. Untuk

kandungan gugus nitro terbanyak pada variabel kapas tercapai ketika waktu reaksi 30 menit, sedangkan pada variabel kapuk tercapai ketika waktu reaksi 60 menit.

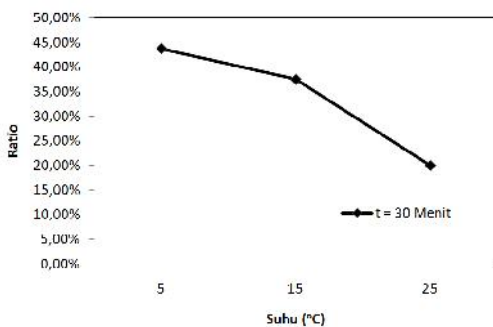
Pada waktu 30 menit, variabel kapas menghasilkan nitroselulosa dengan % ratio sebesar 33,33%, sedangkan pada waktu 60 menit, variabel kapuk menghasilkan nitroselulosa dengan % ratio sebesar 29,79 %. Jadi, untuk menghasilkan % ratio yang hampir sama, variabel kapuk memerlukan waktu yang lebih lama daripada variabel kapas.

Hal tersebut terjadi karena adanya kandungan zat lain dalam kapuk (hemiselulosa dan lignin) yang jumlahnya lebih banyak daripada kandungannya di kapas. Pada kapuk mengandung 43 % selulosa, 32 % hemiselulosa, dan 13-15% lignin. Pada kapas mengandung 88-96% selulosa, 3-6% hemiselulosa, dan 1-2% lignin. Pada reaksi nitrasi, diharapkan selulosa bereaksi dengan ion nitronium ( $\text{NO}_2^+$ ) yang dihasilkan campuran larutan asam nitrat dan asam sulfat, untuk membentuk nitroselulosa. Namun, karena adanya hemiselulosa dalam bahan baku, maka akan menghambat reaksi nitrasi selulosa. Hemiselulosa dalam campuran larutan asam akan mengalami reaksi terlebih dahulu daripada selulosa, karena rantai molekul hemiselulosa lebih pendek dan bercabang. Hemiselulosa akan mengalami oksidasi dan degradasi dalam larutan asam [6].

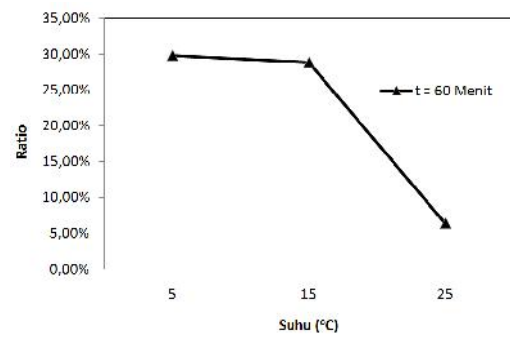
Kapuk yang mempunyai kandungan hemiselulosa lebih banyak daripada kapas, saat dimasukkan dalam campuran larutan asam, hemiselulosa yang terkandung di dalamnya akan bereaksi terlebih dahulu daripada selulosanya, sehingga reaksi nitrasi selulosa pada kapuk, akan berlangsung lebih lama. Pada waktu reaksi 60 menit, reaksi nitrasi selulosa pada kapuk menghasilkan nitroselulosa dengan kandungan gugus nitro terbanyak, dan % ratio nitroselulosa sebesar 29,79%. Bila dibandingkan dengan kapas, yang mempunyai hemiselulosa lebih sedikit, reaksi nitrasi selulosa pada kapas berlangsung lebih cepat, yakni pada waktu 30 menit, dengan menghasilkan hasil nitroselulosa yang sedikit lebih banyak dengan variabel kapuk dengan waktu 60 menit, yakni menghasilkan % ratio nitroselulosa sebesar 33,33%.

**B. Pengaruh Suhu Reaksi**

Pada gambar 6 dan 7 ditampilkan grafik hubungan antara %ratio nitroselulosa dengan suhu reaksi untuk variabel kapas dan kapuk



Gambar 6. %Ratio untuk Kapas ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  60 ml,  $\text{HNO}_3$  45 ml, Waktu 30 Menit)



Gambar 7. %Ratio untuk Kapuk ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  60 ml,  $\text{HNO}_3$  45 ml, Waktu 60 Menit)

Dari gambar 6 dan 7, dapat diketahui bahwa semakin besar suhu reaksi maka nilai %ratio yang dihasilkan adalah semakin kecil. Hal ini sesuai dengan hukum kesetimbangan reaksi di mana untuk reaksi eksoterm untuk menghasilkan produk yang banyak maka reaksi dikondisikan pada suhu rendah. Reaksi yang terjadi pada proses pembuatan nitroselulosa ini merupakan reaksi eksoterm maka produk akan semakin banyak dihasilkan dengan suhu rendah.

Dari hasil uji FTIR untuk hasil nitroselulosa pada variabel kapas dan kapuk, dibuat tabel perbandingan yang ditunjukkan pada tabel 3 dan 4 untuk mengetahui pengaruh suhu reaksi terhadap kandungan gugus nitroselulosa

Tabel 3.

Gugus Fungsi  $-\text{NO}_2$  dan  $-\text{OH}$  pada Kapas (60 menit,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  60 ml,  $\text{HNO}_3$  30 ml)

Gugus Fungsi	Suhu 5°C		Suhu 15°C		Suhu 25°C	
	Frekuensi ( $\text{cm}^{-1}$ )	%T	Frekuensi ( $\text{cm}^{-1}$ )	%T	Frekuensi ( $\text{cm}^{-1}$ )	%T
-NO <sub>2</sub>	1284	40	1283	13	1284	32
	1384	42	1384	14	1384	35
	1634	42	1634	12	1634	32
-OH	3429	32	3443	5	3443	22

Dari tabel 3, untuk variabel kapas, kandungan nitrogen terbanyak terdapat pada variabel dengan suhu reaksi 15°C. Hal ini dapat dilihat dari besarnya %T untuk puncak-puncak gugus  $-\text{NO}_2$  pada variabel suhu reaksi 15°C adalah paling kecil dibandingkan dengan variabel suhu-suhu yang lain. Maka, suhu reaksi 15°C merupakan suhu optimal reaksi nitrasi, sehingga gugus nitro ( $-\text{NO}_2$ ) tersubstitusi lebih banyak.

Tabel 4.

Gugus Fungsi  $-\text{NO}_2$  dan  $-\text{OH}$  pada Kapuk (60 menit,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  60 ml,  $\text{HNO}_3$  30 ml)

Gugus Fungsi	Suhu 5°C		Suhu 15°C		Suhu 25°C	
	Frekuensi ( $\text{cm}^{-1}$ )	%T	Frekuensi ( $\text{cm}^{-1}$ )	%T	Frekuensi ( $\text{cm}^{-1}$ )	%T
-NO <sub>2</sub>	1281	31	1281	47	1282	42
	1384	40	1384	57	1384	46
	1656	31	1654	46	1650	42
-OH	3435	39	3436	56	3438	48

Sedangkan dari tabel 4 untuk variabel kapuk, kandungan nitrogen terbanyak terdapat pada variabel dengan suhu reaksi 5°C. Hal ini dapat dilihat dari besarnya %T untuk puncak-puncak gugus  $-\text{NO}_2$  pada variabel suhu reaksi 5°C adalah paling kecil dibandingkan dengan variabel suhu-suhu yang lain. Maka, suhu reaksi 5°C merupakan suhu optimal reaksi nitrasi, sehingga gugus nitro ( $-\text{NO}_2$ ) tersubstitusi lebih banyak.



Dari pembahasan sebelumnya, untuk suhu reaksi yang sama, pada variabel kapas didapatkan % ratio nitroselulosa yang lebih besar dari variabel kapuk. Untuk kandungan gugus nitro terbanyak pada variabel kapas tercapai ketika suhu reaksi 15°C, sedangkan pada variabel kapuk tercapai ketika suhu reaksi 5°C.

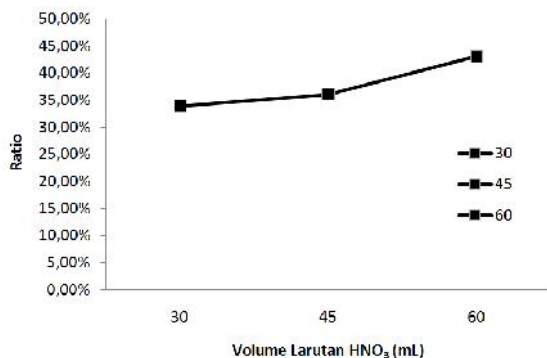
Reaksi nitrasi dilakukan pada suhu yang rendah karena reaksi nitrasi adalah reaksi eksoterm sehingga untuk memperoleh produk yang banyak. Namun suhu yang terlalu rendah akan menyebabkan laju reaksi berjalan lambat. Hal ini dapat dilihat dari variabel kapuk, yang menghasilkan nitroselulosa dengan gugus nitro terbanyak pada suhu reaksi 5°C, namun membutuhkan waktu reaksi yang lama yakni 60 menit.

Pada suhu reaksi 25°C, pada masing-masing jenis bahan baku, menghasilkan % ratio nitroselulosa yang paling kecil, dan gugus nitro yang tersubstitusi paling sedikit. Hal ini karena selulosa akan mengalami degradasi pada suhu yang cukup tinggi dan berada pada media asam dalam waktu yang cukup lama. Akibat dari degradasi ini adalah terjadinya reaksi yaitu selulosa terhidrolisa menjadi selulosa dengan berat molekul yang rendah [6].

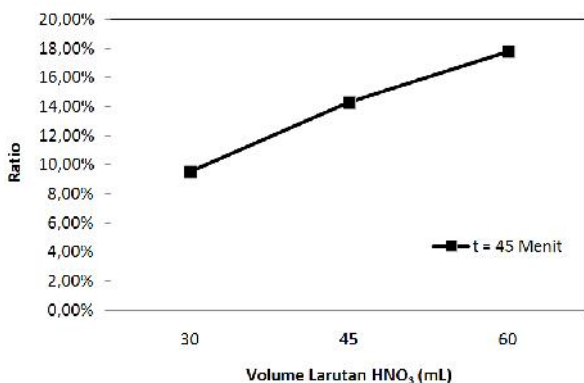
Jadi pada suhu reaksi 25°C, kemungkinan terjadi degradasi pada selulosa sehingga mengakibatkan nitroselulosa yang terbentuk lebih sedikit daripada variabel suhu reaksi yang lain.

C. Pengaruh Komposisi Campuran Asam

Pada gambar 8 dan 9 ditampilkan grafik hubungan antara %ratio nitroselulosa dengan volume HNO<sub>3</sub> yang digunakan untuk variabel kapas dan kapuk



Gambar 8. %Ratio untuk Kapas (Suhu 5 °C, Waktu 45 Menit)



Gambar 9. % Ratio untuk Kapuk (Suhu 5 °C, Waktu 45 Menit)

Dari gambar 8 dan 9, dapat diketahui bahwa semakin banyak volume HNO<sub>3</sub> maka nilai %ratio yang dihasilkan adalah semakin besar. Hal ini sesuai dengan prinsip kesetimbangan yang diterapkan dalam teori kesetimbangan *Le Chatalier* dimana untuk menghasilkan banyak produk atau kesetimbangan bergeser ke kanan maka diperlukan penambahan reaktan sehingga semakin banyak reaktan maka akan semakin banyak produk pula yang dihasilkan.

Dari hasil uji FTIR untuk hasil nitroselulosa pada variabel kapas dan kapuk, dibuat tabel perbandingan yang ditampilkan dalam tabel 5 dan 6 untuk mengetahui pengaruh komposisi campuran asam terhadap kandungan gugus nitroselulosa

Tabel 5. Gugus Fungsi -NO<sub>2</sub> dan -OH pada Kapas (5°C, 60 menit, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 60 ml)

Gugus Fungsi	HNO <sub>3</sub> 30 ml		HNO <sub>3</sub> 45 ml		HNO <sub>3</sub> 60 ml	
	Frekuensi (cm <sup>-1</sup> )	%T	Frekuensi (cm <sup>-1</sup> )	%T	Frekuensi (cm <sup>-1</sup> )	%T
-NO <sub>2</sub>	1284	40	1284	33	1283	46
	1384	42	1384	30	1384	39
	1634	42	1645	33	1644	44
-OH	3429	32	3431	19	3429	31

Dari tabel 5, dapat diketahui bahwa untuk variabel kapas dengan komposisi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 60 ml dan HNO<sub>3</sub> 45 ml, akan menghasilkan kandungan nitrogen yang paling banyak, karena nilai %T puncak-puncak yang menunjukkan gugus -NO<sub>2</sub> paling kecil di antara variabel-variabel yang lain.

Tabel 6. Gugus Fungsi -NO<sub>2</sub> dan -OH pada Kapuk (5°C, 60 menit, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 60 ml)

Gugus Fungsi	HNO <sub>3</sub> 30 ml		HNO <sub>3</sub> 45 ml		HNO <sub>3</sub> 60 ml	
	Frekuensi (cm <sup>-1</sup> )	%T	Frekuensi (cm <sup>-1</sup> )	%T	Frekuensi (cm <sup>-1</sup> )	%T
-NO <sub>2</sub>	1281	31	1281	42	1282	46
	1384	40	1384	48	1384	45
	1656	31	1654	42	1650	44
-OH	3435	39	3430	35	3444	26

Sedangkan dari tabel 6, dapat diketahui bahwa untuk variabel kapuk dengan komposisi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 60 ml dan HNO<sub>3</sub> 30 ml, akan menghasilkan kandungan nitrogen yang paling banyak, karena nilai %T puncak-puncak yang menunjukkan gugus -NO<sub>2</sub> paling kecil di antara variabel-variabel yang lain.

Dari pembahasan sebelumnya, untuk komposisi campuran asam yang sama, pada variabel kapas didapatkan % ratio nitroselulosa yang lebih besar dari variabel kapuk. Untuk kandungan gugus nitro terbanyak pada variabel kapas tercapai ketika volume larutan HNO<sub>3</sub> sebanyak 45 ml, sedangkan pada variabel kapuk tercapai ketika volume larutan HNO<sub>3</sub> sebanyak 30 ml.

Untuk menghasilkan nitroselulosa dengan kandungan gugus nitro yang banyak, maka diperlukan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> berlebih. Pada reaksi nitrasi, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> bertindak sebagai zat pendehidrasi, menarik molekul air (reaksi nitrasi menghasilkan air), sehingga reaksi berlangsung hingga akhir (nitroselulosa yang dihasilkan maksimal). Dengan menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang berlebih, maka kelebihan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> akan menarik molekul air hasil reaksi nitrasi.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan data yang didapat dan pembahasan yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada proses pembuatan nitroselulosa dari bahan selulosa kapas dan kapuk dengan reaksi nitrasi diketahui bahwa bahan baku selulosa kapas menghasilkan % rasio nitroselulosa produk lebih besar apabila dibandingkan dengan % rasio yang dihasilkan oleh bahan baku selulosa kapuk. % Rasio nitroselulosa dari bahan kapas adalah 20-50%, sedangkan untuk bahan kapuk adalah 6-30%.
2. Pengaruh waktu reaksi terhadap kualitas nitroselulosa yang dihasilkan adalah semakin lama waktu reaksi pembuatan nitroselulosa maka semakin besar nilai % rasio nitroselulosa produk yang terbentuk.
3. Pengaruh suhu reaksi diketahui bahwa semakin besar suhu reaksi maka % rasio nitroselulosa produk yang terbentuk semakin kecil.
4. Pengaruh komposisi larutan asam dapat diketahui bahwa semakin banyak volume asam nitrat yang ditambahkan maka semakin besar pula % rasio nitroselulosa produk yang terbentuk.
5. Untuk menghasilkan gugus nitro yang paling banyak, pada variabel kapas diperlukan waktu reaksi 30 menit, suhu reaksi 15<sup>0</sup>C, dan komposisi campuran asam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 60 ml dan HNO<sub>3</sub> 45 ml.
6. Untuk menghasilkan gugus nitro yang paling banyak, pada variabel kapuk diperlukan waktu reaksi 60 menit, suhu reaksi 5<sup>0</sup>C, dan komposisi campuran asam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 60 ml dan HNO<sub>3</sub> 30 ml.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Setiawan, Yusup, Ir. M.Eng. *Kuliah Umum : Peranan Polimer Selulosa Sebagai Bahan Baku Dalam Pengembangan Produk Manufaktur Menuju Era Globalisasi*. Yogyakarta : Jurusan Teknik Kimia FTI Universitas Islam Indonesia Yogyakarta (2009).
- [2] Hartaya, Kendra. *Pembuatan Nitroselulosa dari Bahan Selulosa Sebagai Komponen Utama Propelan Double Base*. Bogor : Pusat Teknologi Dirgantara Terapan LAPAN (2010).
- [3] Selwitz, Charles. *Cellulose Nitrate in Conservation*. The Getty Conservation Institute (1988).
- [4] Rahmad, Alfein dkk. *Potensi Reject Pulp sebagai Bahan Baku Pembuatan Propelan*. Pekanbaru : Universitas Riau (2010).
- [5] Hartaya, Kendra. *Analisis Kurva FTIR untuk Nitroselulosa, Nitrogliserin, dan Propelan Double Base Sebagai dasar Penentuan Kadar Nitrogen dalam Nitroselulosa buatan LAPAN*. Bogor : Pusat Teknologi Dirgantara Terapan LAPAN (2010).
- [6] Fengel,D. and Wenger, G. *Kayu, Kimia Ultra Struktur Reaksi – reaksi*. Yogyakarta : Gajah Mada University Pers (1995).